Міністерство освіти і науки України
Національне агентство з акредитації України
Технічний університет –ТУ Варна /Болгарія/
Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)
ННІ Дніпровський металургійний інститут УДУНТ
Національний авіаційний університет /Україна/
Університет Аалто – Гельсінкі /Фінляндія/
Дніпровський освітній центр /Україна/
Нікопольський факультет УДУНТ

Ministry of Education and Science of Ukraine
National Accreditation Agency of Ukraine
Technical University – Varna /Bulgaria/
Ukrainian State University of Science and Technology (USUST)
ESI Dnipro Metallurgical Institute of USUST
National Aviation University /Ukraine/
Aalto University - Helsinki / Finland /
Dnipro Education Center /Ukraine/
Nikopol faculty of USUST

XIX Міжнародна конференція

«Стратегія якості в промисловості і освіті»

02–05 червня 2025 р., Варна, Болгарія

М А Т Е Р І А Л И

XIX International Conference

«Strategy of Quality in Industry and Education»

June 2 - June 5, 2025, Varna, Bulgaria

PROCEEDINGS

Дніпро
Dnipro
Журфонд
Jourfond
2025

УДК 658.562.012.7
М58

Схвалено Вченою радою Навчально-наукового інституту
Дніпровський металургійний інститут УДУНТ і редакційною радою конференції

Укладачі: Т.С. Хохлова, Ю.О. Ступак

XIX Міжнародна конференція «**Стратегія якості в промисловості і освіті**»: Матеріали. Електронне видання. – Дніпро, Журфонд, 2025. – 487 с.

ISBN 978-966-934-690-2

До збірника матеріалів XIX Міжнародної конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» (2–5 червня 2025 р., Варна, Болгарія)* включено 91 публікацію (статті, доповіді, тези), що надійшли до оргкомітету і були прийняті до опублікування.

Proceedings of the XVIII International Conference «Strategy of Quality in Industry and Education» (June 2 - June 5, 2025, Varna, Bulgaria) includes 91 reports (articles, reports, theses) received by the organizing committee and accepted for publication.

**конференцію включено до Плану проведення наукових, науково-технічних заходів на 2025 рік (https://nmetau.edu.ua/file/posv._352_2025_varna.pdf)*

Верстка збірника здійснена з оригіналів,
наданих авторами в електронному вигляді.

Тексти доповідей / статей, тез / та їх назви в змісті відтворені мовами оригіналів,
в редакції, запропонованій авторами, або узгодженій з ними.

Укладачі збірника і видавець не несуть відповідальності
за якість оформлення графічних елементів доповідей, коректність (щодо обсягів та ін.)
запозичень з наукових робіт, а також якість відтворення формул (математичних символів),
виконаних з відхиленнями від вимог редакційної ради

ISBN 978-966-934-690-2

© УДУНТ, 2025
© ТУ-Варна, 2025
© Хохлова Т.С., Ступак Ю.О.,
упорядкування, 2025
© Журфонд, 2025

РЕДАКЦІЙНА РАДА
EDITORIAL BOARD

Костянтин Сухий, д.т.н., проф., член - кореспондент Національної академії наук України (Український державний університет науки і технологій /УДУНТ/)

Драгомир Пламенов, д-р., проф. (Технічний університет - Варна, Болгарія)

Олександр Величко, д.т.н., проф., член - кореспондент Національної академії наук України (Український державний університет науки і технологій / ННІ Дніпровський металургійний інститут УДУНТ)

Тетяна Хохлова, к.т.н., проф. (Український державний університет науки і технологій / ННІ Дніпровський металургійний інститут УДУНТ)

Христо Ненов, д-р інж., доц. (Технічний університет - Варна, Болгарія)

Олександр Зайчук, д.т.н., проф. (Український державний університет науки і технологій)

Кай Р. Ліліус, д-р, проф. (Університет Аалто, Гельсінки, Фінляндія)

Валерій Іващенко, д.т.н., проф. (Український державний університет науки і технологій / ННІ Дніпровський металургійний інститут УДУНТ)

Ельвіра Лузик, д.пед.н., проф. (Національний авіаційний університет, Україна)

Розаліна Дімова, д-р. інж., доц. (Технічний університет - Варна, Болгарія)

Володимир Кудін, д.т.н., проф. (Київський національний університет ім. Т. Шевченка)

Михайло Гасик, д.т.н., проф. (Університет Аалто, Гельсінки, Фінляндія)

Іван Іванов, д.т.н., проф. (Технічний університет - Варна, Болгарія)

Олексій Ноговіцин, д.т.н., зав. відділом (Фізико-технологічний інститут металів і сплавів НАН України)

Тошко Петров, д-р. інж., проф. (Технічний університет - Варна, Болгарія)

Генадій Швачич, д.т.н., проф. (Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Україна)

Віра Вахрушева, д.т.н., проф. (Український державний університет науки і технологій / ННІ Придніпровська державна академія будівництва і архітектери УДУНТ, Україна)

Наталія Ладогубець, к.пед.н., доц. (Національний авіаційний університет, Україна)

Леонід Дейнеко, д.т.н., проф. (Український державний університет науки і технологій / ННІ Дніпровський металургійний інститут УДУНТ)

Юрій Ступак, к.т.н., доц. (Український державний університет науки і технологій / ННІ Дніпровський металургійний інститут УДУНТ, Нікопольський факультет)

Kostiantyn Sukhyi, Dr. Sc., Prof., Corr. Member of Ukraine National Academy of Sciences (Ukrainian State University of Science and Technologies /USUST/)

Dragomir Plamenov, Dr., Prof. (Technical University of Varna, Bulgaria)

Olexander Velichko, Dr. Sc., Prof., Corr. Member of Ukraine National Academy of Sciences (Ukrainian State University of Science and Technologies / ESI Dnipro Metallurgical Institute of USUST)

Tatyana Khokhlova, Dr. Eng., Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies / ESI Dnipro Metallurgical Institute of USUST)

Hristo Nenov, Dr. Eng., Assoc. Prof. (Technical University of Varna, Bulgaria)

Oleksandr Zaychuk, Dr. Sc., Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies)

Kaj R. Lilius, Dr. Sc., Prof. (Aalto University, Helsinki, Finland)

Valery Ivashchenko, Dr. Sc., Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies / ESI Dnipro Metallurgical Institute of USUST)

Elvira Luzik, Dr. Sc., Prof. (National Aviation University, Ukraine)

Rosalina Dimova, Dr. Eng., Prof. Ass. (Technical University of Varna, Bulgaria)

Volodymyr Kudin, Dr. Sc., Prof. (Taras Shevchenko National University of Kyiv)

Michael Gasik, Dr. Sc., Prof. (Aalto University, Helsinki, Finland)

Ivan Ivanov, Dr. Sc., Prof. (Technical University of Varna, Bulgaria)

Oleksii Nohovitsyn, Dr. Sc., Head. Dep. (Physico-Technological Institute of Metals and Alloys, National Academy of Sciences of Ukraine)

Toshko Petrov, Prof. Eng., PhD (Technical University of Varna, Bulgaria)

Henadii Shvachych, Dr. Sc., Prof. (Dnipro University of Technology, Ukraine)

Vira Vakhrusheva, Dr., Assoc. Prof., Dr. Sc., Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies / ESI Dnieper State Academy of Construction and Architecture of USUST, Ukraine)

Natalia Ladohubets, Candidate of Pedagogical Sc., Assoc. Prof. (National Aviation University, Ukraine)

Leonid Deineko, Dr. Sc., Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies / ESI Dnipro Metallurgical Institute of USUST)

Yurii Stupak, Candidate of Technical Sc., Assoc. Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies / ESI Dnipro Metallurgical Institute of USUST, Nikopol Faculty)

НАПРЯМИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

СЕКЦІЯ 1.
Якість в промисловості

- результати теоретичних і прикладних наукових досліджень, інноваційні розробки і технології для базових галузей промисловості;
- сучасні технології та обладнання для підприємств металургії, машинобудування, енергетики та інших галузей;
- перспективні конструкційні матеріали і перспективні технології обробки матеріалів;
- традиційні та альтернативні джерела енергії для промисловості та побутових потреб;
- енергозберігаючі технології у промисловості;
- екологія і охорона навколишнього середовища в промисловості;
- питання стандартизації, оцінки відповідності й акредитації в промисловості;
- технологічні фактори забезпечення конкурентоспроможності на локальних і глобальних ринках.

СЕКЦІЯ 2.
Якість в освіті

- міжнародне співробітництво та інтеграція в сфері освіти;
- інноваційні технології в освіті, розвиток наукової та інноваційної діяльності;
- сучасні підходи до модернізації структури і змісту освіти;
- нові реалії в освіті (он-лайн навчання в умовах карантинних обмежень та воєнного стану) і досвід організації навчального процесу з використанням сучасних комунікаційних технологій;
- якість освітніх послуг (в т.ч. в умовах он-лайн навчання);
- підготовка, перепідготовка та підвищення кваліфікації кадрів для промислових підприємств в сучасних умовах, забезпечення доступності та безперервності освіти;
- досвід розробки та акредитації освітніх програм для різних рівнів вищої освіти;
- підвищення ефективності взаємодії вищих навчальних закладів з роботодавцями й бізнесом;
- досвід впровадження та поєднання різних форм здобуття освіти, в т.ч. індивідуальної та дуальної;
- питання стандартизації, оцінки відповідності й акредитації в освіті.

SUBJECTS OF CONFERENCE WORK

SECTION 1.
Quality in Industry

- the results of theoretical and applied scientific research, innovative developments and technologies for basic industries;
- modern technologies and equipment for enterprises of metallurgy, engineering, energy and other industries;
- promising construction materials and promising material processing technologies;
- traditional and alternative sources of energy for industry and household needs;
- energy-saving technologies in industry;
- ecology and environmental protection in industry;
- issues of standardization, conformity assessment and accreditation in industry;
- technological factors ensuring competitiveness on local and global markets.

SECTION 2.
Quality in Education

- international cooperation and integration in the field of education;
- innovative technologies in education, development of scientific and innovative activities;
- modern approaches to modernization of the structure and content of education;
- new realities in education (online learning in conditions of quarantine restrictions and martial law) and experience in organizing the educational process using modern communication technologies;
- quality of educational services (including online learning);
- training, retraining and advanced training of personnel for industrial enterprises in modern conditions, ensuring availability and continuity of education;
- experience in development and accreditation of educational programs for various levels of higher education;
- increasing the efficiency of interaction between higher education institutions and employers and businesses;
- experience in implementing and combining various forms of education, including individual and dual;
- issues of standardization, conformity assessment and accreditation in education.

СЕКЦІЯ 3.
Інформаційні технології в промисловості й освіті

- проблеми підготовки фахівців з інформаційних технологій;
- інформаційні системи в промисловості, інформаційна безпека та захист інформації;
- автоматизоване управління технологічними процесами та інтегровані виробничі системи;
- інформатизація й комп'ютеризація навчального процесу, програмно-технічні комплекси й технології навчання;
- програмно-технічне забезпечення різних форм навчання, в т.ч. дистанційного;
- CAD/CAM/PDM-системи і комп'ютерна графіка в навчальних закладах і в промисловості;
- технології розробки, експертиза якості програмних продуктів;
- проблеми створення та використання програмних продуктів на основі систем штучного інтелекту (ШІ);
- проблеми охорони прав інтелектуальної власності на програмні продукти, в т.ч. елементи програмного забезпечення, створені з використанням ШІ;
- проблеми оприлюднення результатів наукових досліджень, трансферу наукових розробок і технологій.

SECTION 3.
Information Technologies in Industry and Education

- problems of training information technology specialists;
- information systems in industry, information security and information protection;
- automated management of technological processes and integrated production systems;
- informatization and computerization of the educational process, software and technical complexes and learning technologies;
- software and technical support of various forms of education, including remote;
- CAD/CAM/PDM-systems and computer graphics in educational institutions and in industry;
- development technologies, examination of the quality of software products;
- problems of creating and using software products based on artificial intelligence (AI) systems;
- problems of intellectual property rights protection for software products, including software elements created using AI;
- problems of publicizing the results of scientific research, transfer of scientific developments and technologies.

СЕКЦІЯ 4.
Сталий розвиток і якість життя як синергія економіки та інновацій. Якість харчової сировини, продуктів, довкілля, послуг та інфраструктури

- проблеми та механізми повоєнного відновлення та розвитку економіки України, проблеми залучення інвестицій в розвиток бізнесу, промисловості, сільського господарства;
- інновації в інфраструктурних проектах: сучасні матеріали для будівництва, відновлювальні джерела енергії, містобудування, еко-міста та громадські простори, сучасний транспорт та логістика;
- цивільна інженерія та цивільна безпека;
- хімічні технології, харчові та біотехнології, безпека продуктів харчування;
- фізична реабілітація, відновлення та соціальна адаптація військовослужбовців;
- сучасний туризм і готельно-ресторанна справа.

SECTION 4.
Sustainable development and quality of life as a synergy of economy and innovation. Quality of food raw materials, products, environment, services and infrastructure

- problems and mechanisms of post-war recovery and development of the economy of Ukraine, problems of attracting investments in the development of business, industry, agriculture;
- innovations in infrastructure projects: modern construction materials, renewable energy sources, urban planning, eco-cities and public spaces, modern transport and logistics;
- civil engineering and civil safety;
- chemical technologies, food and biotechnology, food safety;
- physical rehabilitation, recovery and social adaptation of servicemen;
- modern tourism and hotel and restaurant business.

Уважаеми гости, колеги и участници,

За мен е изключителна чест и удоволствие да Ви приветствам с „Добре дошли“ на XIX Международна конференция „Стратегия за качество в промишлеността и образованието“, която се провежда на територията на Технически университет – Варна.

Събитието, което вече почти две десетилетия събира на едно място водещи учени, преподаватели, експерти, представители на индустрията и държавната администрация от България, Украйна и др. страни, се утвърди като важна платформа за обмен на опит, идеи и визии в областта на качеството.

Конференцията ни остава вярна на своите основни направления – качество в индустрията и образованието, информационни технологии, устойчиво развитие и качество на живота – все теми, които изискват не просто компетентност, а и визионерско мислене.

Уверен съм, че през следващите дни ще бъдем свидетели на вдъхновяващи дискусии, иновативни идеи и нови партньорства, които ще допринесат както за академичния свят, така и за практиката в индустрията и обществото.

Пожелавам на всички ползотворна и вдъхновяваща работа, активен обмен на знания и идеи, и, разбира се, приятни мигове тук, в морската столица на България – Варна.

Откривам XIX Международна конференция „Стратегия за качество в промишлеността и образованието“!

Благодаря Ви.

Съпредседател на организационния комитет,
Зам. ректор по научната дейности и
електронното управление, доц. д-р инж. **Христо НЕНОВ**

Шановні гості, колеги та учасники,

Для мене велика честь і задоволення вітати вас на XIX Міжнародній конференції «Стратегія якості в промисловості та освіті», яка проходить на території Технічного університету – Варна.

Захід, який вже майже два десятиліття об’єднує провідних науковців, викладачів, експертів, представників промисловості та державного управління з Болгарії, України та інших країн, зарекомендував себе як важлива платформа для обміну досвідом, ідеями та баченнями у сфері якості.

Наша конференція залишається вірною своїм основним напрямкам – якість у промисловості та освіті, інформаційні технології, сталий розвиток та якість життя – все це теми, які вимагають не лише компетентності, а й далекоглядного мислення.

Впевнений, що найближчими днями ми станемо свідками натхненних дискусій, інноваційних ідей та нових партнерств, які сприятимуть як академічному світу, так і практиці в промисловості та суспільстві.

Бажаю всім плідної та натхненної роботи, активного обміну знаннями та ідеями, і, звичайно ж, приємних моментів тут, у морській столиці Болгарії – Варні.

XIX Міжнародну конференцію «Стратегія якості в промисловості та освіті» відкрито!

Дякую.

Співголова оргкомітету,
проректор ТУ-Варна з наукової діяльності
та електронного управління, доц. д-р инж. **Христо НЕНОВ**

Шановні колеги!

Міжнародна конференція «Стратегія якості в промисловості і освіті», попри складні умови, що склалися, завдяки Технічному університету м. Варна, зусиллям оргкомітету та її учасникам відбудеться. Щиро вітаю з цією подією колег у Варні та всіх, хто бере участь в конференції!

Це вже XIX конференція і це – здобуток. Все змінюється дуже швидко. Національна металургійна академія України, яка з самого початку (2005 рік) була одним зі співорганізаторів конференції, на сьогодні увійшла до складу Українського державного університету науки і технологій (УДУНТ), до якого в сукупності входять сім Навчально-наукових інститутів (ННІ): Дніпровський металургійний інститут, Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту, Український державний хіміко-технологічний університет, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту, Аерокосмічний інститут та дев'ять відокремлених структурних підрозділів (фахові коледжі, ліцеї) включно з кафедрою військової підготовки.

Завдяки такому об'єднанню ми наразі маємо низку нових, подекуди унікальних спеціальностей та наукових напрямів. Це, безумовно, буде корисним як для національної освіти, так і для науки, бо наш університет відрізняється не тільки великою кількістю студентів, але й унікальними науковими дослідженнями, які ми проводимо як за державним замовленням, так і на замовлення промисловості та бізнесу. В цьому і полягає поєднання освіти, науки та промисловості, про яке йтиметься на конференції.

Керівництво нашого університету вважає вельми актуальним розширення нашої співпраці з Технічним університетом м. Варна шляхом укладання відповідних договорів. Сподіваюся, що проведення конференції сприятиме зміцненню зав'язків між нашими університетами, подальшому розвитку наукових розробок, бо нинішня конференція, безумовно – це можливість обмінятися і думками, і результатами наукових досліджень, що буде корисним як для болгарської освіти й науки, так і для української. Впевнений, що керівництвом Технічного університету в м. Варна і оргкомітетом будуть створені всі умови для проведення в 2025 році чергової XIX конференції на належному рівні, а всім її учасникам буде надано можливість виступити з цікавими доповідями, обмінятися думками з колегами-однодумцями і налагодити тісні партнерські та взаємовигідні стосунки.

У підсумку хотів би побажати всім учасникам конференції плідної роботи та наукових дискусій, що сприятиме впровадженню наукових результатів в освітянській діяльності та в промисловості. Ще раз дякую Технічному університету у Варні, ще раз вітаю всіх учасників конференції, ще раз пропоную всім нам об'єднатися заради нашого майбутнього!

З повагою,

співголова оргкомітету,
член-кореспондент Національної академії наук України,
доктор технічних наук, професор,
директор Навчально-наукового інституту
Дніпровський металургійний інститут
Українського державного університету науки і технологій **Олександр ВЕЛИЧКО**

Уважаеми колеги!

Международната конференция „Стратегия за качество в индустрията и образованието“, въпреки сложните условия, които възникнаха, благодарение на Техническия университет на Варна, усилията на организационния комитет и нейните участници, ще се проведе. Сърдечно поздравявам с това събитие колегите във Варна и всички, които участват в конференцията!

Това вече е XIX конференция и това е постижение. Всичко се променя много бързо. Националната металургична академия на Украйна, която от самото начало (2005 г.) беше един от съорганизаторите на конференцията, днес е част от Украинския държавен университет за наука и технологии (УДУНТ), който общо включва седем доскоро отделни висши учебни заведения. Сред тях са Учебно-научни институти (УНИ) Аерокосмически институт, Днепровски металургичен институт, Днепровски институт за инфраструктура и транспорт, Приднепровска държавна академия по строителство и архитектура, Приднепровска държавна академия по физическа култура и спорт, Украински държавен химико-технологичен университет и девет отделни структурни подразделения (професионални колежи, лицеи), включително катедра по военно обучение.

Благодарение на това обединение, сега имаме редица нови, понякога уникални специалности и научни направления. Това, безспорно, ще бъде полезно както за националното образование, така и за науката, тъй като нашият университет се отличава не само с голям брой студенти, но и с уникални научни изследвания, които провеждаме както по държавна поръчка, така и по поръчка на промишлеността и бизнеса. В това се състои съчетанието на образование, наука и промишленост, за което ще стане дума на конференцията.

Ръководството на нашия университет смята за изключително актуално разширяването на сътрудничеството ни с Техническия университет във Варна чрез сключване на съответни договори. Надявам се, че провеждането на конференцията ще допринесе за укрепване на връзките между нашите университети, за по-нататъшното развитие на научните разработки, защото настоящата конференция, безспорно – това е възможност да се обменят както мнения, така и резултати от научни изследвания, което ще бъде полезно както за българското образование и наука, така и за украинското.

Уверен съм, че ръководството на Техническия университет във Варна и организационният комитет ще създадат всички условия за провеждане на следващата, XIX конференция през 2025 година, на подобаващо ниво, а на всички нейни участници ще бъде предоставена възможност да излязат с интересни доклади, да обменят мнения с колеги съмишленици и да установят тесни партньорски и взаимоизгодни отношения.

В заключение бих искал да пожелая на всички участници в конференцията ползотворна работа и научни дискусии, което ще допринесе за внедряването на научните резултати в образователната дейност и в промишлеността. Още веднъж благодаря на Техническия университет във Варна, още веднъж поздравявам всички участници в конференцията, още веднъж предлагам на всички нас да се обединим в името на нашето бъдеще!

С уважение,

съпредседател на Организационния комитет,
член-кореспондент на Националната академия
на науките на Украйна, доктор на техническите науки, професор,
директор на Учебно-научния институт
Днепровски металургичен институт
на Украинския държавен университет
за наука и технологии **Александър ВЕЛИЧКО**

МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНСЬКИХ УНІВЕРСИТЕТІВ ДО ЄВРОПЕЙСЬКОГО ОСВІТНЬОГО ПРОСТОРУ

Тетяна С. Хохлова
проф., канд. техн. наук
Співголова оргкомітету конференції,
декан Нікопольського факультету
Українського державного університету
науки і технологій

Іван В. Іванов
доц. д-р інж.
член оргкомітету конференції,
керівник науково-дослідного сектору ТУ-Варна

XIX міжнародна конференція «Стратегія якості в промисловості і освіті», що відбувалася з 2 по 5 червня 2025 р. на базі Технічного університету м. Варна, успішно відбулася. В конференції цього року взяли участь понад 200*[1] представників вищих навчальних закладів та наукових організацій України, Болгарії та інших країн. Успішній роботі конференції значною мірою сприяв досвід співробітництва Національної металургійної академії України (з 2022 року - Український державний університет науки та технологій) та Технічного університету м. Варна, що налічує вже чверть століття. Не менш важливими складовими є велика підготовча робота, яку зазвичай проводить оргкомітет задовго до початку конференції та традиційно дружня атмосфера взаємної поваги, яка присутня не тільки на пленарних засіданнях, але й під час живого спілкування учасників конференції у неформальних обставинах.

За декілька днів до початку роботи конференції відбулася робоча зустріч-нарада представників оргкомітету з ректором ТУ-Варна проф. д-р. Драгомиром Пламеновим (фото 1), на яку були запрошені керівники структурних підрозділів університету. Основним завданням цієї зустрічі було узгодження програми науково-педагогічного стажування за міжнародною програмою професійного розвитку «Сучасні тенденції у вищій освіті в країнах Європейського союзу. Досвід Технічного Університету Варни», яке було розпочато ще задовго до конференції. На цій зустрічі були також обговорені окремі питання подальшого розвитку співробітництва організаторів конференції – Українського державного університету науки і технологій та Технічного університету м. Варни, що здійснюється відповідно до підписаного у минулі роки договору. У своїх виступах ректор

Фото 1. Ректор ТУ-Варна, проф. д-р. Драгомир Пламенов (ліворуч), проф. Тетяна Хохлова та доц. д-р інж. Іван Іванов (праворуч)

*[1] – з урахуванням т.з. «заочних» учасників, які надіслали доповіді, але не виступали з ними

ТУ-Варна та інші учасники наради підкреслювали важливість розширення і поглиблення співробітництва між університетами України та Болгарії, що цілком відповідає євроінтеграційним прагненням України та сприяє інтеграції українських вишів до європейського науково-освітнього простору.

Конференцію було розпочато з традиційних привітань учасникам від керівництва УДУНТу та ТУ-Варна. В своєму он-лайн зверненні співголова оргкомітету, директор ННІ Дніпровський металургійний інститут УДУНТ, член-кореспондент АН України, доктор технічних наук професор Олександр Величко (фото 2) зазначив важливість багаторічної співпраці університету з ТУ-Варна та необхідність розширення співробітництва у світлі євроінтеграційних процесів, в тому числі у вищий школі України.

Не менш змістовним був виступ (оф-лайн) проректора ТУ-Варна з наукової діяльності та електронного управляння доцента, д-р інж. Христо Ненова (фото 3), який наголосив на важливості обміну досвідом між освітянами Болгарії та України, підкреслив цінність їх живого спілкування з обговорення нагальних проблем у вищий школі.

Фото 2. Он-лайн привітання учасникам конференції у Варні директора ННІ Дніпровський металургійний інститут УДУНТ, члена-кореспондента АН України, доктора технічних наук професора Олександра Величка (зображення на екрані з он-лайн /ZOOM/ трансляції)

Фото 3. Привітання учасникам у залі засідань конференції у Варні проректора ТУ-Варна з наукової діяльності та електронного управління доцента, д-р інж. Христо Ненова

Науково-педагогічне стажування і конференція пройшли в творчій, діловій атмосфері. Змістовні й цікаві лекції та майстер-класи від болгарських та українських фахівців, а також доповіді окремих учасників часто супроводжувалися жвавим обговоренням, конструктивними дискусіями і полемікою, що значною мірою оживляло атмосферу по-справжньому живого спілкування.

Фото 4. Доповідь викладача Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Сергія Подласова про організацію фізичних експериментів в умовах дистанційного навчання

Особливо цікавими були виступи представників керівництва ТУ-Варна, що стосувалися досвіду ТУ-Варна з акредитації освітніх програм і підходів у забезпеченні якості в освіті, політики ЄС щодо інновацій та наукових досліджень в університеті та фінансування окремих наукових і освітніх програм. На нашу думку, детальний розгляд різних аспектів діяльності ТУ-Варна щодо організації взаємодії з промисловістю та бізнесом, реалізації програм академічної мобільності викладачів та студентів, організації наукової роботи та комерціалізації її результатів та інших є достатньо корисним для українських вишів на шляху їх інтеграції до європейського науково-освітнього простору. Саме ці питання є в центрі уваги керівництва УДУНТу та ТУ-Варна, про що наголошувалося в привітаннях Олександра Величка та Христо Ненова.

В рамках заходів конференції було також проведено науково-педагогічне стажування (заключна частина) за міжнародною програмою «Сучасні тенденції у вищій освіті в країнах Європейського союзу. Досвід Технічного Університету Варни» («Modern trends in higher education in the European Union countries. Experience of the Technical University of Varna»), яке почалося задовго до початку роботи конференції.

Фото 5. Учасники конференції у залі засідань ТУ-Варна

За підсумками стажування і участі в конференції учасникам були вручені іменні сертифікати, що підтверджують міжнародний досвід кандидатів на здобуття звання доцента і професора відповідно до чинного «Порядку затвердження рішень про присвоєння вчених звань» згідно Постанови КМУ № 656 від 19 серпня 2015 року, наказу МОН України №13 від 14.01.2016 і Закону України «Про вищу освіту», а також враховуються при ліцензуванні і акредитації освітніх послуг.

Фото 6. Представники оргкомітету та учасники науково-педагогічного стажування, що відбувалося в рамках заходів конференції

Від імен оргкомітету висловлюємо щиру вдячність всім учасникам нашої конференції, які знайшли можливість прийняти в ній участь і виступити з цікавими доповідями!

СЪВРЕМЕННИ АСПЕКТИ В ОБУЧЕНИЕТО НА СТУДЕНТИТЕ ОТ ТУ - ВАРНА

Зам. ректор "Учебна дейност", доц. д-р инж. Мария Маринова,
началник "Учебно-методичен отдел, доц. д-р инж. Марияна Тодорова
Технически университет, гр.Варна, България

I. Въведение

Сравнително нов аспект в сферата на висшето образование в България е, че от 2020г. ректорите на университети подписват с министъра на образованието политика за развитие на своя Университет, в рамките на своя мандат, със стратегически цели, задачи, показатели за измерване на изпълнението и целеви стойности [1].

Основните цели в политиката за развитие са:

1) Актуалност, съответствие, интегралност на придобиваните знания и умения;
2) Повишаване на качеството на програмите за обучение чрез използване на образователни форми, методи и технологии, съобразени с особеностите на обучаваната генерация студенти;
3) Свързаност и партньорство;
4) Развитие на научната дейност;
5) Привличане и задържане на млади преподаватели;
6) Обществени ангажименти с национална значимост.

Първите три цели са с най-голяма тежест в политиката за развитие, поради което вниманието ще бъде насочено към тях.

II. Задачи към основните цели

а. Цел 1 „Актуалност, съответствие, интегралност на придобиваните знания и умения“

Задачите, поставени към ТУ – Варна за постигане на тази цел са :

- Разработване на компетентностни профили по специалности;
- Периодично актуализиране на учебните планове, с акцент върху интердисциплинарния подход при подготовката им;
- Разширяване на професионалната квалификация.

Показател за измерване на първата задача е делът на разработените компетентностни профили, в съответствие с Европейската референтна рамка на Ключовите компетентности за учене през целия живот – целевата стойност за мандата бе 80%.

Показатели за измерване на втората задача са:

- Дял на актуализираните и преструктурирани учебни планове и програми съобразно актуалните изисквания и тенденции – 80% целева стойност;
- Относителен дял на дисциплините от учебните планове на специалностите, развиващи ключовите компетентности за учене през

целия живот, езиково обучение, граждански и социални компетентности, цифрови компетентности – 90% целева стойност за мандата, 73% текуща стойност;
- Брой по-общи инженерни специалности с възможност за придобиване на по-широки знания/умения и включване на дигитална креативност/компетентност – целева стойност 10 бр., текуща стойност 5 бр.;
- Относителен дял на дисциплините от стопански и правни науки в учебните планове – целева стойност 20 %, текуща стойност – 6%.

Показатели за измерване на третата задача са:
- Брой интегрирани/хибридни специалности - – целева стойност 3 бр., текуща стойност – 1 бр.
- Относителен дял на практическото обучение – целева стойност 50 %, текуща стойност – 44%;
- Брой специалности, в които се провежда дуално обучение – целева стойност 3 бр., текуща стойност – 1 бр.

b. Цел 2 „Повишаване на качеството на програмите за обучение чрез използване на образователни форми, методи и технологии, съобразени с особеностите на обучаваната генерация студенти“

Задачите към тази цел са :
- Създаване на условия за учене и оценяване в електронна среда;
- Създаване на нови интерактивни дигитални ресурси;
- Увеличаване на дела на текущия контрол.

Показатели за измерване на първата задача са:
- Периодично надграждане на използваните електронни платформи и други съвременни образователни технологии, както за обучение, така и за оценяване и контрол на резултатите от него;
- Дял на учебните програми с интегрирано електронно обучение – целева стойност 90 %, текуща стойност – 85%;
- Осигуряване на систематична технологична подготовка, която да помогне на преподавателите в усвояването на базови и допълнителни умения и технологии за преподаване и изследване – целева стойност 4 бр. обучение, текуща стойност – 2 бр.

Показател за измерване на втората задача е относителният дял на дигитализираното учебно съдържание - целева стойност 100 %, текуща стойност – 70%;

Показател за измерване на третата задача е относителният дял на текущия контрол при оформяне на крайната оценка по дадена дисциплина - целева стойност 60 %, текуща стойност – 40%;

c. Цел 3 „Свързаност и партньорство“

Задачите към тази цел са :

- Развитие на съвместни учебни програми и участие в университетски мрежи;
- Споделяне на ресурси;
- Създаване и участие в клъстери.

Показатели за измерване на първата задача са:

- Брой образователни програми, изпълнявани с други образователни институции от страната - целева стойност 12 бр., текуща стойност – 8 бр.;
- Брой чуждоезикови учебни програми, изпълнявани с чуждестранни образователни институции - - целева стойност 4 бр., текуща стойност – 1 бр.;
- Партньорство с други ВУЗ в страната;
- Брой академични партньорства с чуждестранни университети - целева стойност 150 бр., текуща стойност – 112 бр.
- - Участие в консорциум за европейски университет по програма Еразъм +;
- Участие в съвместни научни проекти - целева стойност 20 бр., текуща стойност – 10 бр.;
- Разработване на съвместни магистърски програми с други технически висши училища;
- Издаване на дипломи за съвместно обучение с други технически висши училища.

Показатели за измерване на втората задача са:

- Относителен дял на ресурсите, споделени с национални институции и организации - целева стойност 35 %, текуща стойност – 14 %;
- Относителен дял на ресурсите, споделени с чуждестранни институции и организации - целева стойност 20 %, текуща стойност – 3 %;

Показател за измерване на третата задача е създаването на клъстер с ТУ София и ТУ Габрово.

III. Изпълнение на политиката за развитие на Технически университет – Варна

а. Изпълнение на цел 1

Във връзка с изпълнението на първата цел, на Академичен съвет е разработена и утвърдена „Методология за разработване на компетентностен профил на специалност в Технически Университет – Варна“ с приложение „Минимални изисквания по професионални направления и специалности“. Продължава разработването на нови квалификационни характеристики по специалности в ОКС „Магистър“ и за новоразкрити специалности в ОКС „Бакалавър“, в които е отразен факта, че обучението е в съответствие с Европейската референтна рамка за ключовите компетентности за учене през целия живот.

Продължава приемането на нови и актуализиране на действащи учебни планове за ОКС „Професионален бакалавър по..“ (един нов учебен план), ОКС "Бакалавър"(4 нови учебни плана) и ОКС „Магистър“ (14 нови и 71

актуализирани учебни плана), което повиши актуализацията им до 89% за ОКС "Магистър" и 40% за ОКС „Професионален бакалавър по..“. Всички планове са пряко насочени към съвременните изисквания на бизнеса и отразяват новите тенденции в техниката и технологиите. Средно са обновени 89% от учебните планове.

Разработените нови учебни планове и направените актуализации на действащите показват повишаване на относителния дял на дисциплините, които развиват ключови компетентности за учене през целия живот, езиково обучение, граждански и социални компетентности и цифрови компетентности до 94%.

Допълнително са разработени нови учебни планове за 4 специалности за ОКС „Бакалавър“ и 2 за ОКС „Магистър“, които включват повече периферни дисциплини и такива с придобиване на дигитална компетентност – „Интелигентни транспортни системи“, „Изкуствен интелект“, „Киберсигурност“ и „Строителен мениджмънт“ за ОКС „Бакалавър“ и „Интелигентни градове“, „3D технологии за проектиране и производство“ за ОКС „Магистър“

Във всички нови планове за ОКС „Професионален бакалавър по“ и ОКС „Бакалавър“ са внесени дисциплини от групата на стопанските и правни науки. Дисциплините се осигуряват от преподаватели от катедра „Индустриален мениджмънт“ и „Социални и правни науки“. Средно относителният дял на тези дисциплини е 6% за ОКС „Професионален бакалавър по..“ и 21% за ОКС „Бакалавър“.

В съответствие с направената през 2020 г. актуализация в Методическия стандарт за разработване на учебна документация в ТУ – Варна относно подготовка на документацията за интердисциплинарните (хибридни) специалности през разглеждания период бяха разработени още три нови учебни плана за новите специалности „Строителен мениджмънт“, „Съвременни системи в земеделието“ и „3D технологии за проектиране и производство“.

Практическото обучение на студентите в ТУ – Варна се осъществява, съгласно спецификата на отделната специалност под формата на лабораторни занятия, практикуми, учебни и специализирани практики, изнесени занятия на терен или в реална бизнес среда. Част от семинарните упражнения са разработени като практически занятия под формата на решаване на реални казуси от бизнеса. В новите учебни планове са повишени часовете за тези занятия. Така от 44% в старата документация в действащите учебни планове сумарно тези занятия са средно около 52%.

Дуално обучение вече се провежда в 3 специалности.

На базата на разработеният през 2021 г, DYNAMlC dual engineering curricula, Насоки за разработване и приложение на програми за дуална форма на професионално обучение в сферата на висшето образование в националния контекст на България, Хърватия и Румъния, в който участва и екип от преподаватели от Технически Университет Варна в съответствие с

изискванията на *проект „Гъвкави инженерни учебни планове чрез европеизация на дуалното висше образование от Технически Университет – Варна“* се адаптира и разработеният нов учебен план по разкритата през 2022г нова специалност „Автомобилна и транспортна техника“ за ОКС „Професионален бакалавър по..“. Предвижда се освен учебните и специализиращи занятия по част от дисциплините от специализираната подготовка да се проведат в Съюз на българските автомобилисти - клон Варна; Силвър стар – Варна; Алфагаз ООД; АВТОТРАНС СЕРВИЗ и др.

В ТУ – Варна се работи и по адаптирането към дуална форма и на обучението на студентите от магистърска програма "Семепроизводство и растителна защита", като занятията ще могат да се провеждат в реална производствена среда в Областна дирекция по безопасност на храните - гр. Варна (отдел "Растителна защита"), както и в частни земеделски фирми в региона, като например ЕТ "Арет - Петър Петров", ЕТ "Земя - 2001". С тези организации вече има сключени Рамкови договори.

b. Изпълнение на цел 2

През периода 2020 – 2022г. обучението се проведе (с малки изключения) изцяло в електронна среда MSTeams, в който е интегриран и Moodle. Продължи, след въведената промяна в Правилника за провеждане на държавни изпити и дипломни защити, провеждането на държавни изпити – част писмена за студентите от специалности КСТ, СИТ и ЕЕ. През този период, поради продължилата противоепидемиологична обстановката с Covid-19 и необходимостта от електронна форма на обучение всички учебни програми са интегрирани, с изключение на някои практически за специалностите от регулираните професии (ЕОК, КММ и Корабоводене).

Още през предходния период ръководството на ТУ – Варна осигури всички необходими технически средства (камери, слушалки, Интернет) за качествено провеждане на обучение в електронна среда. Разработените модули в помощ на преподавателите (Помощ за електронно обучение и Обучение от разстояние в електронна среда) и обучителен курс (Обучение за работа в дистанционна форма) в MSTeams са на челната страница в платформата и така всеки преподавател и обучаем може да се самообучава, както и да ползва компетентната помощ на колегите от центъра за дистанционно обучение.

Електронната форма на обучение се наложи като основна и през учебната 2021/22 г. Това позволи да продължи дигитализирането на учебнто съдържания на дисциплините, включително и тези от специалностите по регулирани професии. По инициатива на университетската библиотека и със съдействието на ръководството на ТУ – Варна стартира и процедура по дигитализиране на най-често използваните учебни ресурси, които ще бъдат поместени на сайта на библиотеката. В създадените им профили в MSTeams преподавателите разширяват базата от материали за подготовка на студентите, като публикуват не само учебни материали и презентации, но и

обучителни клипове, позволяващи по-добро усвояване на практическите занятия.

След въведената през 2021г промяна в Правилника за правата и задълженията на студентите всички нови учебни програми се разработват в съответствие с приетият увеличен процент (60%) за влияние на текущия контрол върху крайната оценка. Първите изпитни процедури по тази схема се проведоха през зимна изпитна сесия на учебната 2021/22г. Продължава приемането на учебни програми по новите учебни планове.

с. Изпълнение на цел 3

През периода ТУ-Варна има общо 14 образователни програми, изпълнявани с други образователни институции в страната. Четири от тях са образователните докторски програми с ръководители, един от които от друга образователна институция.

През учебната 2021/22 година в ТУ – Варна бяха разкрити 5 нови специалности,една в ОКС „Бакалавър“ – „Интелигентни транспортни системи“, която се изпълнява съвместно с ТУ – София, и четири в ОКС „Магистър“: „Интелигентни градове“ - съвместно с ТУ-София, „Съвременни системи в земеделието“ – съвместно с ИУ – Варна и ШУ „Епископ Константин Преславски“, „Екотехнологични системи в индустрията“ и „3D технологии за проектиране и производство“ – съвместно с ВСУ и ПУ.

През 2021г е подписан договор за съвместно сътрудничество с Националния Университет по гражданска защита на Украйна за обучение на студенти в ОКС „Магистър“ по нова специалност „Защита на населението и инфраструктурата“. Програмата предвижда и издаването на двойни дипломи. Учебната документация е приета на АС на ТУ – Варна и на АС на Националния Университет по гражданска защита на Украйна. Предвиденото да стартира обучение през академичната 2022/23г обаче се отложи поради военните действие в Украйна.

По проект DYNAMIC започна изпълнението на програма за дуално обучение по специалност „Корабостроене“ с участието на Joanneum - University of Applied Sciences, Грац, Австрия и SCHOTTEL GmbH.

През 2021г е подписан договор за съвместно сътрудничество с Държавен университет «Одеска политехника». за обучение на студенти в ОКС „Магистър“ по специалност „Електроенергетика, електротехника и електромеханика“ Програмата предвижда и издаването на двойни дипломи. Разработен е учебен план, който е в последен етап на съгласуване, но поради войната в Украйна действията са прекратени.

Подписано е партньорско споразумение между ТУ-Варна, ИУ-Варна и Шуменския университет "Еп. Константин Преславски" и след одобрен през 2021 година проект в рамките на програма *"Модернизация на висшите училища*" през 2022 г е разкрита нова специалност в ОКС Магистър "Съвременни системи в земеделието".

ТУ-Варна и МУ-Варна традиционно поддържат оперативно сътрудничество и обмен на кадри, в т.ч. съвместно участие в научни проекти. В рамките на текущ проект, изпълняван по договор с Фонд „Научни Изследвания“ № КП-06-Н37/1 от 06.12.2019г, се провеждат изследвания по „Ергономично изследване на работната среда чрез иновативни компютърни модели, с цел превенция на мускулно-скелетни смущения“. В научния колектив на проекта участват доц. Наталия Ушева и д-р Силвия Филкова от МУ-Варна, които имат ключова роля при изпълнението на дейностите.

В резултат на подписаното партньорско споразумение от ректорите на ТУ-Варна и Университет "Асен Златаров“ в областта на информатиката, материалознание и изкуствен интелект в рамките на съвместен проект по програма за модернизация на ВУЗ през 2022г бяха разкрити две нови специалности в ТУ – Варна: в ОКС Бакалавър "Интелигентни транспортни системи" и в ОКС Магистър -- "Smart Cites".

Подписан е договор за партньорство и се разработва цялата документация на хибридна учебна програма в областта на управлението с Висшето училище по телекомуникации и пощи.

През втората година на изпълнение на Политиката на ТУ – Варна договорите за академични партньорства на ТУ-Варна с чуждестранни университети са увеличени с още 28 за сътрудничество и 50 нови за партньорство по програма ЕРАЗЪМ+.

По процедура BG05M2OP001-2.016 "Модернизация на висшите училища" в сътрудничество с ТУ-София, ТУ-Габрово, Университет „Асен Златаров“, Шуменски университет Икономически университет-Варна, ТУ-Варна разработи 4 нови магистърски програми: 1. "Съвременни системи в земеделието"; 2. "Smart Cites 3„Екотехнологични системи в индустрията“ и 4.„3D технологии за проектиране и производство“. ТУ-Варна ще издава дипломи за съвместно обучение по специалностите, посочени по-горе.

IV. Заключение

Като цяло всички политики за развитие на ВУ в Република България са съобразени със стратегията за развитие на висшето образование за периода 2021-2030г. [2]. Това позволява да се съсредоточи потенциала на висшите училища към усъвършенстване на образователните и научни ресурси и хармонизирането им с европейските образователни стандарти. Въвеждането на идеята с политиките на ВУ и обвързаността им с допълнителното финансиране е още една стъпка в посока на повишаване на качеството на образователният процес. Прави впечатление обаче, че въпреки еднакво дефинираните стратегически цели и задачи крайният измерител за отделните ВУ е различен. В някои от случаите дори граничи с постигане на крайни резултати, които влияят на възможността на ВУ да дефинира своя по-специфичен облик. Проблем е и факта, че Политиката на ВУ за следващия мандат на ръководството се прави от предходното такова. Това ограничава възможността на новото ръководство да прокара своя нова политика, която

счита за по-добра в развитието на своето ВУ. Самият факт, че тези политики са за четири годишния мандат и не е предвиден механизъм за тяхната промяна, води до намаляване на възможностите на Университетите да бъдат по-гъвкави в своето развитие. В тази връзка считаме, че е необходимо да се работи в бъдеще по механизма на разработване и утвърждаване на тези документи.

Литература

1. https://www.mon.bg/nfs/2020/08/zap1663-politika-tu-varna_05082020.pdf
2. https://www.mon.bg/nfs/2021/01/rms_strategia-vo_120121.pdf

АКАДЕМИЧНА МОБИЛНОСТ НА СТУДЕНТИТЕ, ПРЕПОДАВАТЕЛИТЕ И АДМИНИСТРАТИВНИЯ ПЕРСОНАЛ, ОСЪЩЕСТВЕНА В ТУ-ВАРНА ПО ПРОГРАМА „ЕРАЗЪМ“ НА ЕВРОПЕЙСКАТА КОМИСИЯ

Сергей Димитров,
Оперативен координатор по програма Еразъм+,
Ръководител на Център за академична мобилност,
Технически университет – Варна, България

Технически университет - Варна повече от 18 години активно участва в проекти за студентска и преподавателска мобилност, финансирани от програма Еразъм+, по ключова дейност КА131 (КА 103). Проектите подкрепят физическата мобилност между партньорски университети и организации от т. нар. програмни държави – страни членки на Европейския съюз, или трети държави, асоциирана към програма Еразъм+“

Проектът, по който Технически университет - Варна е бенефициер, позволява студенти във всички области и цикли на образование да провеждат обучение в чуждестранни партньорски институции за висше образование или студентска практика в различни организации и изследователски институти. Също така, проектът по ключова дейност КА131 на програма Еразъм+, дава възможност на преподаватели и административен персонал от институции за висше образование да се включат и участват в дейности за обучение или преподаване в партньорски университети и организации.

Към момента, Технически университет - Варна има подписани действащи споразумения за обмен по програма Еразъм+ с повече от **175 университета** от 21 държави от категорията програмни страни и **11 договора с менингови компании** за организиране на морски стажове от общо 8 държави.

Съгласно новите изисквания на програма Еразъм+ всички междуинституционални споразумения сключват и администрират през новата дигитална платформа EWP (Erasmus Without Paper).

През последната година интересът на студентите и преподавателите на Технически Университет - Варна към мобилности по програма Еразъм+ бележи ръст, спрямо предходната година и спада по време на пандемията от Ковид - 19. Така например, през последната година (05.2024-04.2025 г.) бяха договорирани и реализирани общо 55 студентски мобилности (42 с цел практика и 13 - с цел обучение). Студентска мобилност с цел обучение (за един или два семестъра) е провеждана в университети в Чехия, Румъния, Испания.

Традиционно, студентите от морските специалности на Технически университет - Варна провеждат плавателната си практика в компаниите, с които университетът има сключени договори за сътрудничество. Реализирани или договорирани през периода са общо 39 плавателни стажове чрез студентски мобилности с цел практика от студенти от специалностите Корабостроене и Корабни машини и механизми, Корабоводене и Електрообзавеждане на кораба".

През отчетния период от страна на преподаватели и служители на ТУ-Варна са реализирани 221 изходящи мобилности. От тях 16 са с цел преподаване и 205 с цел обучение. В сравнение с 2023/2024 учебна година са осъществени 129 мобилности с цел обучение и 15 с цел преподаване.

Възходяща е тенденцията по отношение на входящата в Технически университет- Варна студентска и преподавателска мобилност от партниращите ни по програма Еразъм+ университети от ЕС и в трети държави, асоциирана към програма„Еразъм+. За отчетния период (05.2024-04.2025 г.) в ТУ Варна са приети общо **120 чуждестранни преподаватели и служител**и, като 25 от тях са с цел преподаване и 95 с цел обучение. Най-висока посещаемост се наблюдава от страни като: Турция – 70; Румъния – 29; Полша – 8 Хърватия– 4, Литва – 4 .

През същия период по програма „Еразъм+“ в Технически университет – Варна са приети 35 чуждестранни студенти от Румъния, РС Македония, Германия, Испания, Нидерландия, Чехия, Турция и Франция. 29 студенти от тях са приети с цел само обучение, а 1 с цел обучение и практика в катедра „Растениевъдство“. Най-голям е броят на студентите от Франция – 12, следвани от Турция - 10; Полша – 3 и Германия - 2 Запазва се тенденцията в броя на входящите студенти, спрямо предходната година, в която те са били общо 34. Най-голям брой студенти са обучавани в катедри „Софтуерни и интернет технологии“ и „Индустриален мениджмънт“, следвани от катедра

„Корабостроене и Корабни машини и механизми“ и катедра „Растениевъдство“.

Договорираните между Центъра за развитие на човешките ресурси и Технически университет – Варна грантове по програма Еразъм+ бележат ръст в сравнение с предходните години. Бюджетът на настоящия проект КА 131 (2023-2025 г.) възлиза на 1 007 448 €. През месец февруари 2025 г. е изготвено и подадено проектното ни предложение по ключова дейност КА131 на програма „Еразъм+“ за следващия период 2026-2028 година.

Имаме намерението и амбицията чрез активна комуникация със студентите и сътрудничество от страна на факултетните и катедрените координатори по програма Еразъм+ да насърчаваме студентската мобилност с цел обучение и да разширяваме възможностите за академичен обмен в партньорски университети и организации .

Проектът на програма Еразъм+, по който Технически университет - Варна е бенефициер, създава условия и възможности за укрепване връзката между образованието и научните изследвания в глобален мащаб, споделяне на експертен опит, придобиване на нови иновативни педагогически умения, обмяна на добри практики, насърчаване сътрудничеството между институциите за висше образование, разработване на транснационални и трансдисциплинарни учебни програми, както и иновативни начини на учене и преподаване.

РОЛЯТА НА КАРИЕРНИЯ ЦЕНТЪР В СТРАТЕГИИТЕ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО НА ВИСШЕТО ОБРАЗОВАНИЕ ЧРЕЗ ПАРТНЬОРСТВО С ИНДУСТРИЯТА

Експерт, инж. Биляна Филчева,
Кариерен център,
Технически университет – Варна, Варна, България

1.Увод

Качеството на висшето образование е многоаспектно понятие, което обединява академично съдържание, преподавателска ефективност и адекватността на придобитите знания спрямо нуждите на пазара на труда. В този контекст университетските кариерни центрове играят важна стратегическа роля. Те изграждат мост между теорията и практиката, като

предоставят възможности за реализация, развитие и адаптиране на студентите към икономическата среда.

2. Основни дейности и стратегическа роля на Кариерния център

Кариерният център към Технически университет – Варна изпълнява широк спектър от дейности, свързани с:

- Организиране на кариерни форуми и презентации на фирми, с цел директна връзка между студенти и работодатели;
- Съдействие за организиране на учебни посещения и стажове;
- Изнасяне на лекции от представители на бизнеса с цел обогатяване на студентските познания с практически опит и казуси;
- Подкрепа при създаването и подписването на рамкови договори между катедрите и работодатели за дългосрочно сътрудничество;
- Провеждане на анонимни анкети за събиране на обратна връзка относно нуждите на студентите и тяхната реализация;
- Събиране на данни за завършили студенти и анализа им с цел подобрение на обучителния процес и кариерните услуги.

3. Онлайн платформа – дигитализация на връзката студент–работодател

Сайтът на Кариерния център предлага:

- Регистрация на фирми като работодатели, които могат да публикуват работни и стажантски обяви;
- Възможност за студентите да създават личен профил и директно да кандидатстват за позициите, като прикачват автобиография и мотивационно писмо;
- Актуална база данни с обяви и събития, свързани с пазара на труда.

Тази дигитална среда позволява оптимизирана комуникация между търсещите работа и предлагащите, като ускорява процеса по подбор и повишава ефективността на връзката образование–индустрия.

4. Добри практики и външни партньорства

- Организира ежегодни кариерни форуми с участие на над 50 компании от различни сектори;
- Сътрудничи активно с представители на бизнеса за участие в учебни дейности и менторски програми;
- Посещава външни кариерни събития, стартиращи компании и национални форуми, за да изгради база за сравнение с други висши учебни заведения и да поддържа адекватна представа за нуждите на индустрията;
- Подпомага студентски инициативи и предприемачески идеи чрез предоставяне на мрежа от контакти и възможности за изява.

5. Връзка с катедри и съвместни усилия за повишаване на качеството

Кариерният център играе ключова роля в осигуряване на институционална подкрепа за:

- По-тясно сътрудничество между катедри и бизнес организации чрез посредничество при подписване на рамкови договори;
- Създаване на възможности за провеждане на съвместни стажантски програми и практически семинари;
- Насърчаване на съвместни научни изследвания, иновационни дейности и включване на работодатели в образователния процес чрез гост-лекторски формати.

6. Анализ и препоръки

Въз основа на натрупания опит, може да се формулират следните положителни ефекти и препоръки:

- Повишена ангажираност на студентите в процеса по търсене на работа и професионално развитие;
- Изграждане на трайни отношения между бизнеса и университета чрез регулярни срещи и форуми;
- Подобрена обратна връзка за нуждите на индустрията, която се отразява в актуализацията на учебното съдържание;
- Препоръчва се създаване на допълнителни функционалности в онлайн платформата – напр. автоматично съвпадение между профилите на студентите и изискванията на работодателите;
- Засилено участие на работодатели в оценката на учебни програми и предоставяне на казуси за работа по реални проблеми;
- Продължаване на добрите практики за участие в национални и международни събития за обмяна на опит.

7. Заключение

Кариерният център към Технически университет – Варна утвърждава стратегическото си значение в процеса на подобряване на качеството на висшето образование. Чрез иновативни форми на сътрудничество с индустрията, ефективна онлайн платформа и целенасочена подкрепа за студентите и академичния състав, Центърът служи като двигател за интеграция между образование и практика, подготвяйки младите специалисти за предизвикателствата на съвременния пазар на труда.

Секція 1

ЯКІСТЬ В ПРОМИСЛОВОСТІ

МОДЕРАТОР - ХОХЛОВА ТЕТЯНА СТАНІСЛАВІВНА

к.т.н., професор, декан Нікопольського факультету
Українського державного університету науки і технологій

Section 1

QUALITY IN INDUSTRY

MODERATOR – TATYANA KHOKHLOVA

Dr. Eng., Prof., Dean of the Nikopol Faculty
of Ukrainian State University of Science and Technologies

Секция 1

КАЧЕСТВО В ИНДУСТРИЯТА

МОДЕРАТОР – ТАТЯНА ХОХЛОВА

д-р, професор, декан на Никополския факултет
Украински държавен университет за наука и технологии

МОДУЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ТРУБ НА ТПА 200 З ТРИВАЛКОВИМ РОЗКАТНИМ СТАНОМ

професор В.Ф. Балакін, вед. інженер Ю.Д. Угрюмов**,*
ст. викл. Ю.М. Николаєнко, техн. директор Д.Ю. Угрюмов****
****Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна***
*****ДП "Український інститут по проектуванню металургійних заводів", Дніпро, Україна***
******ТОВ "Інженерне Бюро Франке Інтернешенал", Дніпро, Україна***

Вступ. Трубопрокатні агрегати (ТПА) з тривалковими розкатними станами набули широкого поширення в світі для отримання труб з високою точністю по діаметру і товщині стінки з вуглецевих та легованих сталей - насамперед зі сталі ШХ-15 для виготовлення підкату для підшипникової промисловості. Основною перевагою таких ТПА крім високої точності геометричних розмірів труб є їх висока маневреність при переході з розміру на розмір труб, що прокатуються. Однак ці ТПА характеризуються досить вузьким сортаментом труб, що прокатуються (D/S=4-11), що в сучасних умовах зниження попиту на товстостінні труби призводить до недовантаження агрегату 200.

Розширення сортаменту труб у бік збільшення їх тонкостінності є важливим фактором отримання підкату більш раціональних розмірів для подальшої холодної деформації на волочильних станах та станах ХПТ.

Агрегат 200 спроектований за схемою Ассела з деформацією труб тільки в системі трьох косоволкових станів: прошивного, розкатного та калібрувального.

Проектні сортамент гарячий катаних труб діаметром від 76 до 203 мм з товщиною стінки від 8 до 45 мм і холоднокатані діаметром від 41 до 83 мм з товщиною стінки від 4,8 до 14 мм з вуглецевих та легованих марок сталей.

Питання розширення сортаменту труб на ТПА 200 з урахуванням реальних умов, розглянуті в роботі [1].

Використання безперервнолитого металу як вихідної заготовки для прокатного виробництва дозволило підвищити якість металопродукції, знизити витрати металу і збільшити вихід придатного. В той-таки час виявилося ряд проблем під час використання безперервнолитої заготовки на трубопрокатному агрегаті Ассела з косовалковими станами. Перша проблема зумовлена тим, що подрібненість діаметрів вихідної безперервнолитої заготовки (БЛЗ) значно менша, ніж необхідно для прокатки труб на агрегаті Асселя. Друга проблема пов'язана з особливостями кристалічної будови БЛЗ круглого поперечного перерізу, а також часто недостатньою її якістю для отримання із неї готової трубної продукції на трубопрокатних агрегатах. В БЛЗ ліквація і сегрегація розвиваються значно в меншій ступені, ніж зливку стаціонарної розливки, внаслідок чого і готовий прокат отримується значно

більше однорідним, ніж під час виробництва його із зливків, що в свою чергу поліпшує механічні і технологічні характеристики готового прокату [2]. Разом з тим, круглі зливки безперервного розливу мають цілий ряд дефектів [3].

До основних дефектів кінця затвердження відноситься підвищена пористість і ліквація, які залежать від складу сталі і технології її виробництва і розливу. Характер осьової порожнистості змінюється від зосередженої, у вигляді окремих осадочних порожнин, до розподільної по всій зоні рівновісних кристалів, остання більш характерна для макроструктури заготовки великого діаметра. Макроструктура заготовок повинна мати наступні характеристики, бал: центральна (осьова) порожнистість 0-3; осьова ліквація 0-2; ліквацийні смуги (кутові) 0-3; ліквацийні смуги (перпендикулярні граням) 0-2; осьові тріщини 0-2. Тому доцільна попередня деформація вихідної безперервнолитої заготовки з метою поліпшення її якості перед наступним використанням для виробництва труб. При цьому попередня деформація вихідної безперервнолитої заготовки круглого поперечного перерізу може бути здійснена різними способами [4].

Одним зі способів стиснення БЛЗ круглого поперечного перерізу є безперервна прокатка на багатоклітьовому заготовочному стані.

Другим способом можна відзначити деформацію БЛЗ на обтискних тривалкових станах гвинтової прокатки.

На цих станах обтискають БЛЗ діаметром 120-250 мм з витяжкою 4 з кутами розкатки 12±1,5° і подачі 10-18 ° кожного валка.

Відома технологія отримання деформованої БЛЗ круглого поперечного перерізу шляхом кування на радіально-обтискних машинах.

Відомий спосіб отримання деформованої БЛЗ круглого поперечного перерізу, що включає поділ вихідної заготовки круглого поперечного перерізу на мірні частини, нагрівання до температури гарячої деформації, обтиснення їх за діаметром і наступне охолодження. Обтиснення заготовки здійснюється послідовно на трьох косовалкових станах: двовалковому з направляючими лінійками та двох тривалкових станах [5].

Модульна побудова технологічного процесу має ту перевагу, що у разі однакової побудови фінішної частини технології головну частину технології можна змінити в залежності від технологічних особливостей металу, що деформується, та сортаменту труб.

Відома модульна технологія використовується на ТПА 200 з тривалковим розкатним станом Ассела. В склад цього агрегату входить три косоволкових стана: перший - двовалковий стан з чашеподібними валками і направляючими лінійками; другий - тривалковий з нереверсивним приводом оберту валків; третій - тривалковий стан.

Відповідно технології обтиснення заготовки за діаметром на першому стані складає 3-5%, на другому стані - 20-30% і на третьому стані 1-2% з сумарним коефіцієнтом витяжки на трьох станах 1,5-3. Особливостями конструкції двовалкового та тривалкового станів трубопрокатного агрегату Ассела є обмежений діапазон змінення кутів подачі валків в межах 0-12°.

Недоліком відомої технології отримання деформованої БЛЗ в системі косовалкових станів трубопрокатного агрегату Ассела з обмеженим регулюванням кутів подачі робочих валків є недостатня проробка структури вихідної заготовки із-за особливостей деформації металу на кожному з трьох станів гвинтової прокатки агрегату Ассела. При цьому на першому стані - двовалковому з направляючими лінійками величина обтиснення заготовки по діаметру обмежена ≤5% [5-6]. При збільшенні обтиснення >5% знижується якість БЛЗ через утворення макроруйнувань в центральній частині заготовки, що приводить до недостатньої якості розкату при його подальшій прокатці на двох інших станах агрегату, а згодом до утворення внутрішніх пльон на трубах, отриманих із такої заготовки.

Метою роботи є зміна можливості збільшення деформаційної здатності станів ТПА-200 без погіршення якості деформованої БЛЗ.

Постановка задачі. Необхідно поліпшити якість заготовки шляхом ущільнення структури БЛЗ для прокатки безшовних труб на ТПА 200. Вирішено ввести такі зміни в існуючу технологію:

- обтиснення на першому - двовалковому стані здійснюють зі зміщенням осі прокатки відносно осі стана на 10-30 мм;

- обтиснення на другому - тривалковому стані здійснюється по три прохідній схемі з реверсуючим обертанням головного приводу.

Вибір між величинами зміщення осі прокатки відносно осі двовалкового стана з направляючими лінійками обумовлено наступним. Зміщення менше 10 мм неефективно внаслідок недостатнього зниження рівня розтягуючих напружень в центрі заготовки, а значення цього зміщення більше 30 мм приведе до значного збільшення навантаження на направляючу лінійку, що розташована в напрямку зміщення осі прокатки і до її руйнування.

Основна частина - Поліпшення технології підготовки вихідної БЛЗ на ТПА 200. Покращення структури вихідної недеформованої заготовки круглого поперечного перетину для підвищення якості деформованої заготовки за рахунок зменшення дефектів литої структури. Для цього було руйнування.

Збільшення обтиснення заготовки на другому - тривалковому стані гвинтовий прокатки досягається за рахунок три прохідної схеми обтиснення. При першому - основному проході в напрямку прокатки, забезпечується обтиснення заготовки валками в межах 60-70%, при другому - реверсивному проході в напрямку протилежному основному напрямку прокатки, який досягається за рахунок зміни напрямку обертання головного приводу стана і кутів подачі валків забезпечується обтиснення по діаметру ~5%, тільки для здійснення можливості подачі розкату на вхідну сторону стана, при третьому - додатковому до основного проходу в напрямку прокатки за рахунок зміни обертання валків головного приводу стана і кутів подачі валків забезпечується обтиснення по діаметру 25-35%.

На третьому стані гвинтової прокатки – тривалковому, призначеному для правки заготовки по довжині і калібровки по діаметру величина обтиснення обмежена енергосиловими параметрами і складає ~3 мм або 1,5-2%.

При послідовному обтисненні відповідно запропонованого способу, вихідної круглої БЛЗ на трьох станах гвинтової прокатки трубопрокатного агрегату Ассела відбувається розвиток зсувної деформації у внутрішні об'єми металу заготовки і необхідне опрацювання литої кристалічної структури, при цьому макро- та мікроструктура обтисненої заготовки і відповідно її механічні властивості відповідають властивостям катаної заготовки, а в окремих випадках і перевищують їх.

Висновки

1. Перехід на БЗЛ круглого поперечного перерізу замість застосовуваної раніше катаної заготовки виявив ряд проблем пов'язаних з дискретністю сортаменту БЛЗ по діаметру та особливості її кристалічної структури.
2. Аналіз відомих технологій підготовки БЗЛ до прокатки показує, що модельна технологія має значні переваги, так як не вимагають установки додаткового обладнання, що знижує капітальні витрати та собівартість готових труб.
3. Для поліпшення структури металу БЛЗ на ТПА 200 запропоновано технологію збільшення обтиснення на косовалкових станах: на двовалковому стані за рахунок зміщення осі прокатки, і на тривалковому стані Ассела за рахунок реверсування заготовки.

Посилання

1. Пути совершенствования прокатки труб на установках с трехвалковым раскатным станом / В.Ф. Балакин, Ю.А. Кондратьев, Г.Н. Кущинский и др. // Теория и практика металлургии. – 2007. - №1. – С. 8-15.
2. Непрерывнолитые круглые заготовки / В.Я. Генкин, А.Т. Есаулов и др. – М.: Металлургия, 1984. – С. 3-5, 47-56.
3. Производство бесшовных труб из непрерывнолитых заготовок / Н.С. Жордания, Г.В. Кашаканевили, В.П. Булганов, А.Н. Какулин. – Тбилиси: МецНисреба, 1988. – с. 6-30.
4. Трубное производство / Б.А. Романцев, А.В. Гончарук, Н.М. Вавилкин, С.В. Самусев. – М.: Изд. ДомМИСИС, 2011. – 970 с.
5. Освоение переката сплошной заготовки на меньшие диаметры производства труб из них в условиях ТПА 50-200 ПАО «Интерпайп НТЗ» / В.Ф. Балакин, А.Н. Степаненко, Д.Ю. Гарамашов, Т.Н. Невилько // Бюл. «Черная металлургия». - М., 2015. - №6. - С. 44-48.
6. Освоение обжатия непрерывнолитых заготовок на трехвалковом стане Ассела ОАО «ПНТЗ» / Ю.М. Чернышев, А.Н. Исайкин, Д.В. Холдин и др. // Сталь. – 2016. - №5. - С. 35-40.

ВИВАНТАЖЕННЯ НАСИПНИХ ВАНТАЖІВ У ЗМІШАНОМУ ЗАЛІЗНИЧНО – ВОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ, - У СПОСІБ УДОСКОНАЛЕНОГО ПЕРЕКИДАННЯ

Канд. техн. наук, доц. Р.І. Візняк, канд. техн. наук, доц. В.В. Бондаренко
Кафедра «Інженерія вагонів та якість продукції»
Український державний університет залізничного транспорту (УкрДУЗТ) м. Харків

При вивантаженні з залізничного рухомого складу, частіше напіввагонів (НПВ), насипних і навалювальних вантажів, в морських портах України у спосіб перекидання, найбільш встановленими видами пошкоджень несучої конструкції, при завищених величинах навантажень, що діють на НПВ, для розрахунків та проектування нових вагонів і забезпечення рівня збереження при виконанні навантажувально - розвантажувальних робіт (НРР), - є діючі нормативні документи [1, 2], і вже отримані розрахункові результати у роботах [3 - 5].

Відомо, що всі типи стаціонарних роторних вагоноперекидачів (СРВП) працюють по принципу обертання залізничного рухомого складу, саме частіше у експлуатації НПВ, навколо свого геометричного центру тяжіння, тому навантаження, що діють на несучу конструкцію кузова НПВ можуть враховуватися, за деякими наближеннями, ідентичними. Це вже визначені види робочих навантажень, які в результаті часто приводять до різного роду наслідків - пошкоджень несучої конструкції кузовів, і прийняття відповідних технічних заходів, згідно [6, 7], - з отриманням дослідних даних при розвантаженні НПВ на вагоноперекидачі (ВП). Для врахування їх при доопрацюванні, саме вагоноперекидача підвісного типу третього варіанту (ВПТ3). Його конструкція була опрацьована при робочих виїздах у морські порти Чорноморськ (у недавньому минулому, - Іллічивськ) і Південний, - Одеської Залізниці, та удосконаленому на кафедрі «Інженерія вагонів та якість продукції», УкрДУЗТ [10].

Забезпечення рівня збереження, міцності і надійності НПВ при завантажувально-розвантажувальних роботах (ЗРР), а також підвищення продуктивності розвантаження, кафедрою «Вагони», у сучасності вже - “Інженерія вагонів та якість продукції”, забезпечувалось розробленням, патентуванням і отриманням інтелектуальної власності на новий технічний засіб розвантаження НПВ – *вагоноперекидач підвісного типу трьох модифікацій (ВПТ1,2,3),* згідно [8 - 10].

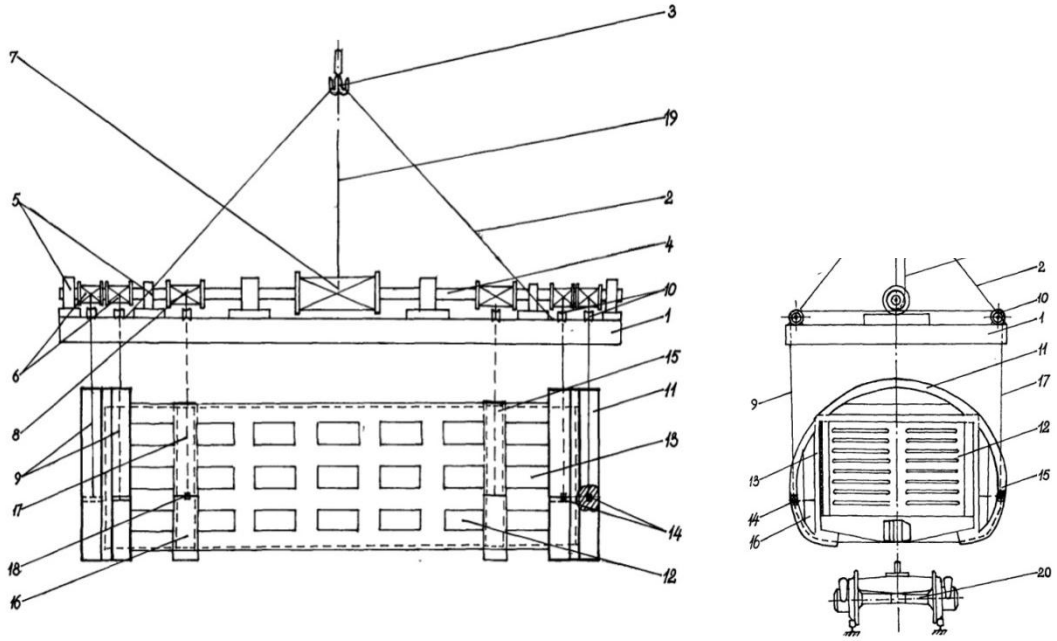
Для забезпечення рівня збереження кузовів НПВ при виконанні ЗРР, у найближчому майбутньому необхідно альтернативно відмовитися від вже застарілої технології, - саме грейферного вивантаження, а удосконалити спосіб перекидання, що відрізняється значно меншою пошкоджуваністю кузовів і більшою продуктивністю вивантаження.

Застосування ВПТ у майбутньому практично усуне всі недоліки при

роботі відомих машин і механізмів, призначених для розвантаження НПВ. Спосіб перекидання на відміну від грейферного і гравітаційного вже супроводжується найменшою кількістю пошкоджень кузовів НПВ при вивантаженні, тому він досліджений і взятий за основу при розробці з відповідним удосконаленням. **Розробка нових технічних і технологічних заходів виконується, згідно діючої Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року** і в минулому, Державної програми і концепції «Соціально-економічного розвитку морських портів і припортових станцій на 2002-2007рр.». Базова проектно-конструкторська документація вже була впроваджена у виробництво в 2005р. Удосконалена конструкція ВПТЗ працює у запатентований спосіб, згідно з [10].

Рисунок 1 – Плавучий кран „Богатир” вантажопід'ємністю 100-300 т

ВПТЗ зменшує кількість пошкоджень кузовів НПВ і підвищує продуктивність вивантаження насипних та навалювальних вантажів. Це негативно характеризує технологію грейферного розвантаження і у недалекому майбутньому дозволить виконувати розвантаження за прямим варіантом – у трюмний простір вантажних комерційних суден без проміжного перевантаження. ВПТЗ може бути використаний при вивантаженні насипних, навалювальних та деяких штучних вантажів, також у залізнично-водному сполученні, в умовах морських та деяких річкових портів України.



а) вид спереду б) вид зліва

Рисунок 2 - ВПТ3, удосконаленої конструкції

Процес розвантаження НПВ на ВПТ3, удосконаленої конструкції ілюстраційно наведений на рис. 3.

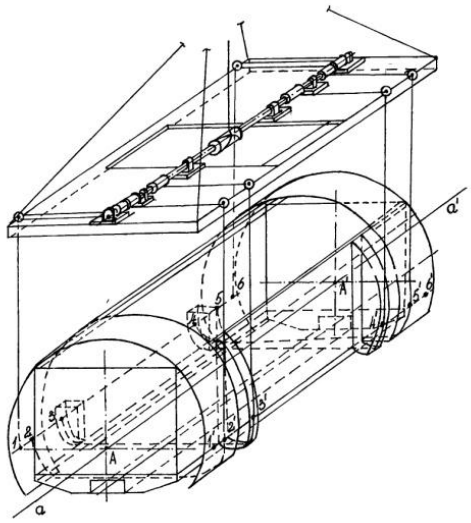


Рисунок 3 – Процес розвантаження НПВ на ВПТ3, удосконаленої конструкції

За проведеними дослідженнями і наведеним техніко-економічним обґрунтуванням практичної значимості ВПТ3 у залізнично-водному сполученні, - були отримані державні патенти на винаходи [10, 11], - з метою обов'язкового і своєчасного впровадження у вітчизняне виробництво України. Згідно отриманих результатів можна зробити наступний висновок:

- за результатами аналізу роботи ВПТ1,2 [8, 9], - в Українських морських портах Чорноморськ та Південний розроблено і запатентовано

удосконалену модифікацію [10], а також напрямок технічного симбіозу, саме **залізнично – морського сполучення**, який отримав продовження на найближчу перспективу у [11].

Посилання

1. ДСТУ 7598:2014 Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних).Чинний від 2014-12-02.URL:http://uas.org.ua (дата звернення: 21.05.2021).
2. ДСТУ 22235:2015 Вагони вантажні магістральних залізничних доріг колії 1520 мм. Загальні вимоги щодо забезпечення збереження під час завантажувально-розвантажувальних та маневрових робіт (ГОСТ 22235-2010, IDT) [Чинний від 2010-11-12]. Вид.офіц. Київ, 2015. 24 с. URL:https://docs.cntd.ru/document/1200082560(дата звернення: 10.12.2023).
3. Головко В.Ф. Розробка і дослідження технічних засобів для підвищення надійності вантажних вагонів і продуктивності вивантаження сипучих вантажів / В.Ф. Головко, Р.І. Візняк, В.В. Бондаренко та інш. - Звіт з НДР. // № держ. р. 0104U003237. - Харків: УкрДАЗТ, 2006.-230с.
4. ВізнякР. І. Визначення параметрів напружено-деформованого стану піввагона при розвантаженні роторним вагоноперекидачем //Збірник наукових праць УкрДУЗТ, 2023, вип. 204 С.54-61URL: https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2023/07/tht_zbirn_204.pdf
5. Візняк Р. І. Визначення динамічних сил, що діють на піввагон при розвантаженні роторним вагоноперекидачем// Збірник наукових праць УкрДУЗТ, 2023, вип. 203 С.35-44URL: https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2023/04/tht_zbirn_203_2023.pdf
6. Візняк Р.І. Дослідження особливостей взаємодії рухомого складу з технічними засобами вантажно-розвантажувальних робіт у залізнично-водному сполученні: грант Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених.-Дог. № JP/F11/0070 від 21.01.06// № держ. р. 0106U004123.- Харків: УкрДАЗТ, 2006.-144с.URL:
7. Пат. 72360 Україна, № 72360 МПК7 B61F 1/00, B61D 3/00 . Піввагон з глухим кузовом: Пат. 72360 Україна, № 72360 МПК7 B61F 1/00 / Чепурченко І.В., Візняк Р.І. (Україна);УкрДАЗТ. №201203065; Заявл. 16.03.2012. Опубл. 10.08.2012.Бюл. №6. – 9 С.
8. Пат. 38112 Україна, МПК7 B65G67 / 48 . Вагоноперекидач: Пат. 38112 Україна, МПК7 B65G67 / 48 / Головко В.Ф., Венцель Є.С., Деркач І.А., Візняк Р.І. (Україна); УкрДАЗТ. №1771-III. Заявл. 30.05.2000. Опубл. 16.12.2002. Бюл. №12. – 8 С. URL: https://uapatents.com/patents/viznyak-ruslan-ivanovich (last access: 10.12.2023).
https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1279/2005 (дата звернення: 10.12.2023).
9. Пат. 74937(74938) Україна, МПК7 B65G67 / 48. Вагоноперекидач: Пат.74937(74938) Україна, МПК7 B65G67 / 48 / Головко В.Ф., Візняк Р.І., Головко Т.В. (Україна); Заявл. 21.04.2004 ; Опубл.15.02.2006. №2. – 6 (9) с.

https://uapatents.com/patents/viznyak-ruslan-ivanovich (lastaccess: 10.12.2023).
10. Пат. 86988 Україна, МПК7 B65G67 / 48. Вагоноперекидач: Пат.86988 Україна, МПК7 B65G67 / 48 / Головко В.Ф., Візняк Р.І., Бондаренко В.В., Хоменко В.С., Головко Т.В (Україна); Заявл. 21.04.2004 ; Опубл.16.06.2009. №11.-5 с. https://uapatents.com/patents/viznyak-ruslan-ivanovich (last access: 10.12.2023).
11. Пат. 85438 Україна, МПК7 B63B35/27/25. Поромне судно для перевезення одиниць залізничного рухомого складу або контейнерів: Пат. 85438 Україна, МПК7 B63B35/27/25/ Головко В.Ф., Візняк Р.І., Головко Т.В (Україна); Заявл. 26.03.2007 ; Опубл.12.03.2009. №2.-4 с. https://uapatents.com/patents/golovko-vladislav-fedorovich (last access: 05.11.2024)

ANALYSIS OF RATIONAL RATIOS OF ELECTRICAL PARAMETERS IN THE FERROSILICON SMELTING PROCESS IN SUBMERGED ARC FURNACES

Assoc. Prof., Cand. in Technical Sciences Ihor Vodin
Ukrainian State University of Science and Technology. Dnipro, Ukraine

Based on numerous direct experimental studies of the baths of operating ferroalloy electric furnaces of various capacities, summarized in [3], the concept of an electric circuit with a shunted arc has been further developed. A generalized diagram of the bath structure in a submerged arc furnace during the smelting of silicon-based alloys (ferrosilicon, ferrosilicochrome) and the paths of current flow in it are shown in Fig. 1.

The geometry and spatial arrangement of individual sections of the current path in the furnace bath's electrical circuit are complex functions of the electro-technological operating mode of the furnace. Moreover, the technological and geometric parameters of the bath are closely interrelated.

Therefore, the assessment of the operating modes of the electrical furnace should, as far as possible, take into account all the specific features of the bath's electrical circuit. If the electrical circuit is represented as an equivalent circuit diagram (Fig. 1), changes in the bath's electrical parameters can be clearly described using a family of characteristics plotted as functions of arc voltage e_a, bath voltage U_b, charge material resistance r_{ch}, and molten phase resistance r_m on the arc current path.

The purpose of creating such characteristics is not merely to refine the known data obtained, for example, from the analysis of circular diagrams [4] or furnace characteristics as a function of electrode current. The characteristics proposed in [5] make it possible to obtain qualitatively new results that provide an objective basis for opinion about the redistribution of electrical energy (and consequently, heat) in the furnace working space, depending on changes in one or another bath parameter.

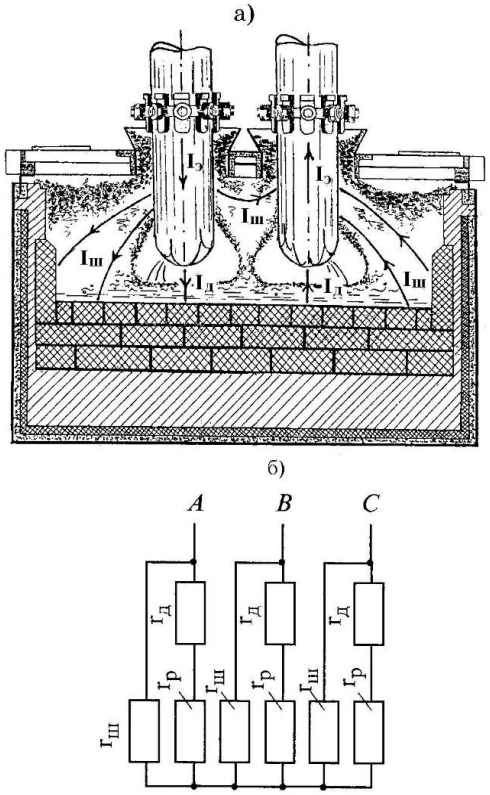


Fig. 1. Structure of the Ferrosilicon Furnace Bath in a Submerged Arc Furnace (*a*) and the Equivalent Circuit Diagram of the Electrical Circuit (*b*)

The electrical parameters of the individual components of the furnace bath's current path (i.e., the resistances where electrical power is released and converted into heat) are determined by the physical state of the materials composing them (such as the composition of the charge, products and semi-products of smelting, their temperature, and—when considering the near-electrode cavity—the composition and temperature of the partially ionized gas), as well as by their geometric dimensions and configuration.

Based on data for round furnaces with capacity from 8.5 MVA to 63 MVA inclusive, smelting ferrosilicon of different grades by slagless process, under different operating modes, it has been established that the geometric parameters of individual current path sections of the bath can be determined using empirical relationships derived as functions of the silicon content in ferrosilicon [1, 2, 3]:

$$H^*_{ш} = 1{,}1169 - 0{,}0111[SI], \qquad \rho_{CORR} = 0{,}9748;$$

$$R^*_{п} = 0{,}4969 + 0{,}0040[SI], \qquad \rho_{CORR} = 0{,}9460;$$

$$H^*_{п} = 0{,}3551 + 0{,}0133[SI], \qquad \rho_{CORR} = 0{,}9748;$$

$$H^*_{р} = 0{,}7949 + 0{,}0032[SI], \qquad \rho_{CORR} = 0{,}9190;$$

$$H^*_{о} = 1{,}0147 + 0{,}0023[SI], \qquad \rho_{CORR} = 0{,}8583;$$

$$I^*_{з} = 0{,}1833 + 0{,}0015[SI], \qquad \rho_{CORR} = 0{,}6674;$$

$$\frac{S_п}{S_в} = 0{,}0115[SI] - 0{,}0788, \qquad \rho_{CORR} = 0{,}9865;$$

$$\frac{V_n}{V_в} = 0{,}0045 + 0{,}0020[SI],\ [SI] \le 74{,}5\% \qquad \rho_{CORR} = 0{,}9835;$$

$$\frac{V_n}{V_в} = 0{,}0183[SI] - 1.2100,\ [SI] \le 74{,}5\% \qquad \rho_{CORR} = 0{,}9835,$$

where the values marked with a superscript are given in relative units (1* = $1/D_e$, where 1 is the linear geometric dimension; D_e is the electrode diameter);

$h_ш$ - is the thickness of the charge layer covering the near-electrode cavity;

R_n - is the radius of the cavity;

H_o - is the distance from the end of the electrode to the hearth;

I_e - is the gap between the end of the electrode and the melt;

S_n, $S_в$ are the surface areas of the cavity and the conductive lining of the bath;

[Si] - is the grade content of silicon in the alloy, wt. %;

ρ_{corr} - is the correlation coefficient.

The electrical parameters—fractions of arc and charge current, and arc discharge power—as functions of silicon content in the alloy are described by the following expressions:

$$\frac{I_д}{I_э} = 0{,}0105[SI] - 0{,}0746, \qquad \rho_{CORR} = 0{,}9835;$$

$$\frac{I_ш}{I_э} = 1{,}0746 - 0{,}0105[SI], \qquad \rho_{CORR} = 0{,}9959;$$

$$\frac{V_n}{P_д} = 0{,}0097[SI] - 0{,}0419[SI] \le 74\%, \qquad \rho_{CORR} = 0{,}9919;$$

$$\frac{V_n}{P_д} = 0{,}0400[SI] - 2{,}2850[SI] \le 74\%, \qquad \rho_{CORR} = 0{,}9919,$$

where I_e, $I_ш$ are the arc and charge currents; $P_д$ is the active arc power.

A characteristic feature of the internal structure of ferrosilicon furnace baths is the presence of a gas cavity at the working end of the electrode, formed by an intense arc discharge. This promotes a redistribution of the electrical energy supplied to the furnace bath, whereby the high-temperature reaction zone shifts toward the hearth, thus creating the necessary thermodynamic conditions for the reduction of quartzite and the formation of the alloy.

At the same time, the charge materials covering the gas cavity possess relatively high electrical conductivity, which ensures the existence of charge currents and heating of the working volume of the furnace bath. This is where intermediate reactions of carbothermic silica reduction (formation of gaseous silicon monoxide) and mass transfer processes (transport of SiO(g) to the reaction surface of the reductant with the formation of silicon carbide) take place.

Thus, the goal of controlling the electrical regime during ferrosilicon smelting is the rational distribution of electrical energy between these two zones in such a

way as to optimize the ratio of their volumes, ensuring the best possible conditions for reduction and mass transfer processes.

An analysis of the electro-technological modes of operation of submerged arc furnaces smelting ferrosilicon of a wide range of grades showed that the use of nut coke as the reductant component of the charge, although optimal in terms of its reducing ability toward quartzite, does not fully ensure the rational distribution of electrical energy within the working volume of the furnace bath. Recognition of this issue has led to a number of studies exploring the use of various types of reductants with higher electrical resistivity compared to coke [6] (such as semicoke, special coke, ore-coal briquettes, etc.).

In [6], the task of rational energy distribution in the furnace bath was addressed by partially replacing nut coke with anthracite. Although anthracite has a slightly lower reactivity at moderate temperatures due to its limited porous structure development, it increases the electrical resistance of the charge. Consequently, its use as a charge component in ferrosilicon production improves the electro-technological smelting regime. In the high-temperature reaction zones of the furnace bath-concentrated around the electrode tips - the reactivity of anthracite and nut coke becomes nearly equal, ensuring the normal technological course of quartzite reduction.

The justification for partially replacing nut coke with anthracite is supported by the electrical characteristics of the furnace bath discussed in [2], in which the regulation of bath performance is achieved by varying the charge resistance (Fig. 2). The presented dependencies show that this regulation method is limited when the value of rchrch in the equivalent circuit falls below nominal levels, as is the case when using nut coke. The introduction of anthracite into the charge increases the resistance rchrch, leading to an increase in arc discharge power and a corresponding decrease in power released in the charge.

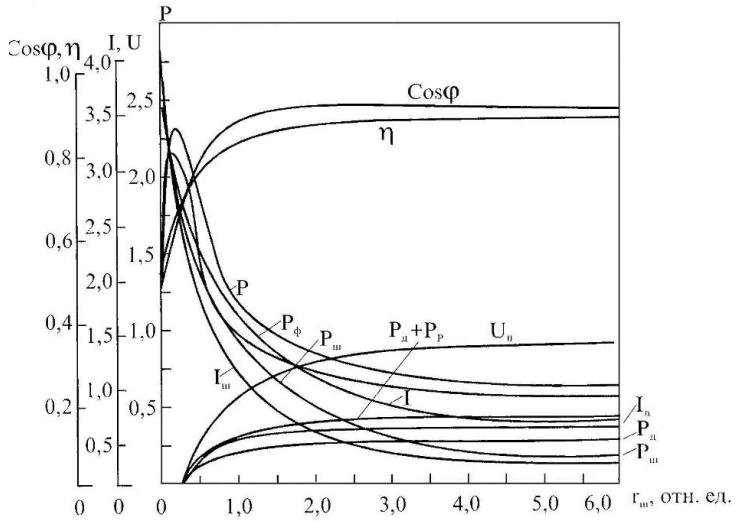


Fig.2. Characteristics of the furnace bath electrical circuit of a submerged arc furnace (SAF) as a function of charge resistance:

P - active power of the furnace; P_f - useful active power (per phase); P_d - arc power; P_{ch} - charge power; I - electrode current; Ich - charge current; I_d - arc current; η – electrical efficiency; cosφ – power factor.

Further increases in the proportion of anthracite in the charge for ferrosilicon smelting (beyond the optimal value) have little effect on the redistribution of electrical energy between the furnace bath zones: doubling the resistance of the charge materials shunting the arc results in no more than a 20% decrease in phase current and power; the arc current and power increase even more slowly, rapidly approaching a nearly constant value [7].

Conclusions:

Thus, the optimal anthracite-to-nut coke ratio (1:5) in the reductant portion of the charge is determined not only by technological considerations, but also by the electro-technological characteristics of the furnace bath.

References

1. Поляков О.И., Зубов В.Л., Гасик М.И. Рациональные геометрические параметры ванн ферросилициевых печей //Сталь. – 2000. - №4. – С.37-42.
2. Зубов В.Л., Поляков О.И. Геометрические параметры ванн ферросплавных электропечей, выплавляющих кремнистые сплавы //Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2000. - №3. – С.25-27.
3. Гаврилов В.А., Поляков И.И., Поляков О.И. Оптимизация режимов работы ферросплавных печей. – М.: Металлургия, 1996. – 176с.
4. Жердев И.Т. Регулирование цепи трехфазной шунтированной дуги //Электричество. – 1963. - №5. – С.28-32.
5. Поляков О.И., Поляков И.И. Положение электрода в ванне ферросилициевых электропечей. //Производство ферросплавов: Научн. тр. НИИМ. – Челябинск: Металлургия. – 1991. – С.52-59.
6. Выплавка 45%-ного ферросилиция на высокозольном ангарском полукоксе /В.Г. Мизин, Г.В. Серов, Н.И.Саблин и др. //Сталь. – 1974. - №10. – С.909-910.
7. Промышленное освоение технологии выплавки ферросилиция с заменой в шихте коксика антрацитом и длиннопламенным углем /В.Л.Зубов, В.Д.Белан, Ю.А.Голов и др. //Металлургическая и горнорудная промышленность. 2002. - №1. – С.32-34.

NON-METALLIC INCLUSIONS AND CRACK RESISTANCE OF STEELS

Gubenko S., Prof.. Dr. Sci. [1,2], *Parusov E., Senior Res, Dr. Sc.,* [1], *Parusov O., Senior Res, Ph. D,*[1]

[1]***Iron and Steel Institute of Z. I. Nekrasov National Academy of Science of Ukraine,***

[2]***Ukrainian State University of Science and Technologies: Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture***

Dnepr, Ukraine

1.Introduction.

It is known that the mechanical, technological and operational properties of steels largely depend on non-metallic inclusions, namely on their quantity, type and distribution in ingots, billets, finished metal products [1 - 4]. Many defects in cast and deformed steels are associated with non-metallic inclusions, which reduce their quality and also contribute to red brittleness [2, 3, 5]. The negative effect of non-metallic inclusions is primarily due to the concentration of deformation, thermal, interfacial stresses, the nature of which is determined by the type of inclusions, their level of plasticity, temperature-speed mode of deformation, stress state scheme and other factors [2, 3, 6 - 9]. Moreover, non-metallic inclusions contribute to stress concentration under different modes and methods of loading, as well as during various types of heat treatment [1, 2, 7, 8]. Inclusions contribute to the embrittlement of steels, since the formation of a crack near an inclusion reduces the work of its initiation [2, 6, 8]. The goal of the work was to study the formation of defects near non-metallic inclusions in steels under different loading conditions.

2. Materials and Procedures.

Defects near nonmetallic inclusions of various types were studied during deformation by hot and cold rolling, tension, compression, and bending of specimens made of steels 08Yu, 08T, 08kp, 45KhGN, and 60G. The samples were subjected to tension, compression, and bending in vacuum at temperatures of 20…1200 °C on Instron-1195 and IMASH-5C units with special grippers, the movement speed of which was 20 mm/min. The sizes of defects and critical degrees of deformation were determined by the methods described in [2, 6, 8].

3. Results and discussion.

The inclusion during pressure treatment (during rolling) is affected more normally by compressive stresses from the pressure of a deforming tool transmitted through a metal matrix, longitudinal shear stresses arising in the matrix during its deformation, as well as friction stresses at the inclusion-matrix boundary. The value of normal stresses depends on the pressure of the deforming tool, shear stresses - on the plasticity of the metal matrix, determined by the temperature and its structure.

Depending on the method of deformation, the scheme of the stress state near the inclusion changes. First of all, this is due to the general schemes of principal deformations and principal stresses [2, 3]. For non-metallic inclusions in a plastic matrix, there are three types of schemes of principal deformations and nine types of

schemes of principal stresses, and the ratios between the stress values in different schemes are different. The plasticity and resistance to deformation of inclusions depend on the scheme of principal deformations, which determine the nature of the redistribution of non-deformable inclusions in the plastic matrix and changes in the shape of plastic inclusions during deformation. Mainly, the inclusions are redistributed with the formation of lines in the direction of positive deformations.

The difference between the physical, mechanical, and chemical properties of the inclusion and the steel matrix leads to the localization of deformation near the inclusions and the appearance of stresses during rolling deformation. As a result, various kinds of defects arise, associated with the presence of non-metallic inclusions: bundles, cavities, cracks (Fig. 1).

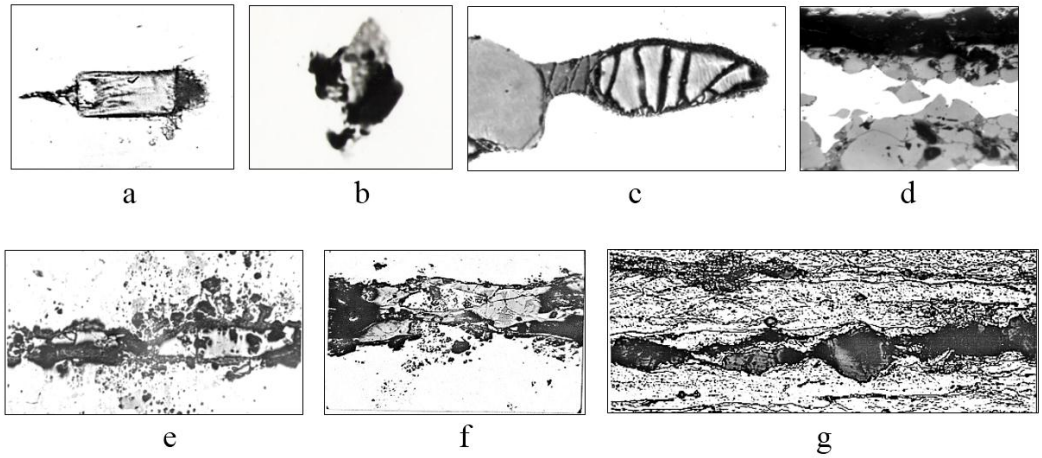
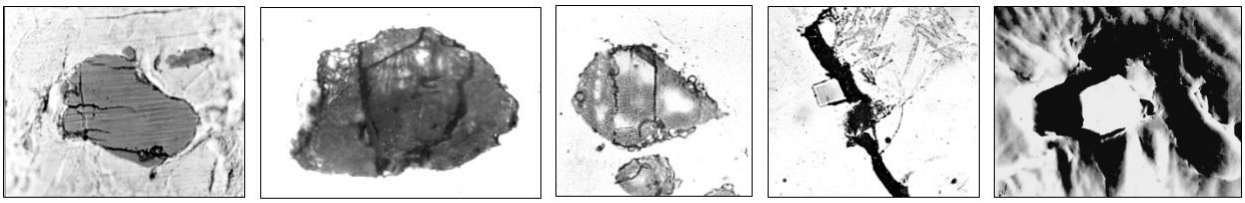


Fig. 1. Defects near non-metallic inclusions in hot-rolled (a-e) and cold-rolled (f, g) steels, x 500

Under different schemes of the stress state near the particles of non-metallic inclusions, stresses arise, which can be normal (tensile or compressive) and shear and have a local character. The strain energy accumulated near the inclusions, depending on the temperature and speed conditions of the deformation tests, can be spent on local plastic flow or fracture. Destruction can occur through the formation of cracks in the inclusion (Fig. 2, a, b, c), including along the interfacial boundaries in the inclusion itself; in a steel matrix (Fig. 2, d); or by lamination along the inclusion-matrix boundaries (Fig. 2, e). The mechanism of formation of microfractures depends on the type of inclusion, the degree of its plasticity, the composition and structure of the steel matrix, temperature, and the structure of the inclusion-matrix boundaries [3, 7, 9].

Brittle inclusions are destroyed by normal stresses, no matter how external load is applied. Both brittle and ductile cracks can develop within inclusions. The mechanism of destruction of the inclusions is not the same, which is due to the difference in the types of inclusions and mechanisms of plastic deformation at different temperatures [2, 6 – 8]. In the brittle region, the strength properties of refractory inclusions are determined mainly by the Griffith relation. In the brittle-ductile region, the role of plastic deformation of inclusions in the initiation of cracks increases [2, 6 – 8].



a b c d e

Fig. 2. Cracks near TiCN inclusions in 08T steel (a, d), $MnO.SiO_2$ in 08Yu steel (b), TiCN+(Fe,Mn)S in 08T steel (c), $MnO.Al_2O_3$ in 08Yu steel (e) after deformation stretching:

a, c – ε = 6 %, t = 25 °C; b – ε = 6 %, t = 600 °C; d – ε = 18 %, t = 900 °C; e – ε = 15 %, t = 600 °C; a - d -x 900, e – x600

Cracks form in the inclusions whose size is larger than the critical one. For example, for inclusions Ti_2O_3, TiO, TiO-TiC, TiN, TiCN at a temperature of 20 °C it is ~ 15 μm, for TiO_2, FeO-TiO_2 - 21 μm and for silicates $MnO.SiO_2$ and $FeO.SiO_2$ - 23 μm [6]. With an increase in temperature, the critical inclusion size of all three groups increases due to an increase in the plasticity of the steel matrix [2, 3]. Since the phases in heterophase nonmetallic inclusions have different level of plasticity and strength at any deformation temperatures, stresses inevitably arise at the interfaces during loading, which can lead to the destruction of these boundaries. Cracks in inclusions appear when a certain (critical) value of the degree of deformation is reached, the value of which depends on the type of inclusion [2, 6].

Models for the initiation of brittle or ductile cracks in a steel matrix near inclusions are based on the concept of inhibition of sliding, rotation, or twinning by an inclusion and the interaction of the hindered strain stress field with the stress field near inclusions [2, 6, 8]. Non-metallic inclusions of metallurgical origin are "hard" barriers to the movement of dislocations, which contribute to the localization of stresses in the steel matrix. These stresses can exceed the ultimate strength of the matrix and lead to local failure. In the structural aspect, the initiation of cracks in the matrix near the inclusions obeys strict laws. Microcracks are formed after a structural state develops in the deformed metal, the specific form of which depends on the deformation conditions [2, 3].

There is a large group of inclusions in the steels (corundum, spinels) prone to the formation of cavities by decohesion of inclusion-matrix interphase boundaries [4-6]. In steel 08Yu, cavities are formed near non-deformable inclusions of corundum Al_2O_3, spinels $MnO \cdot Al_2O_3$, $FeO \cdot Al_2O_3$, the size of which is larger than a certain critical value depending on temperature [3, 7, 9]. For example, for these inclusions in steel 08Yu at a temperature of 20 °C it is 2...3 μm, at 1100 °C - 7...8 μm.

The formation of the cavities near inclusions is the occurrence of cracks directly at the interphase boundaries as a result of their separation. This process is associated with the approach to the inclusion of lattice dislocations, the emergence of dislocations at the inclusion-matrix boundaries and their merging, which leads to the formation of a cavity. Only sufficiently high shear stresses can bring

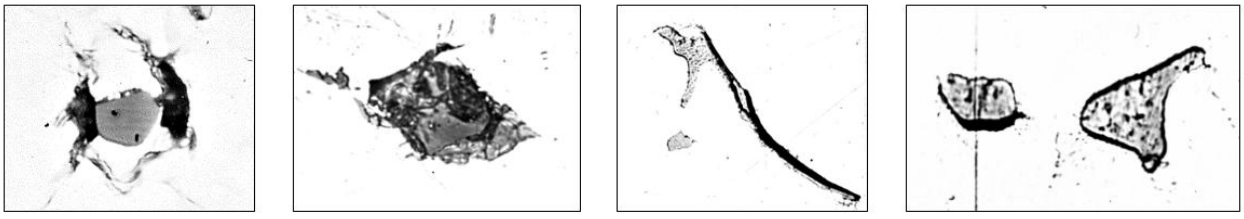
dislocations to the surface. The surface of the cavity attracts dislocations and this contributes to its growth during deformation.

For all types of defects described, at the initial stages of deformation, nonmetallic inclusions are practically the main source of their formation, and for each deformation temperature there is a state (interval of deformation degrees) when the process of fracture development is controlled by the inclusions [2, 6, 8]. With an increase in temperature, the interval of deformations, in which the harmful effect of inclusions is manifested, decreases.

The influence of the loading method (tension, compression, bending) on the features of defect formation was studied using the example of cavities near non-metallic inclusions. Such studies are necessary to determine the conditions for the deformation of steel and the operation of steel products.

Under all loading methods, the inclusions undergo localization of deformation, leading to a significant concentration of stresses, the relaxation of which proceeds through local plastic flow or the appearance of defects, the nature of which depends on the type of inclusion, temperature, and method of deformation. It is necessary to take into account the difference in the nature of the distribution of stresses and plastic deformation of the steel matrix in contact with the inclusion under different methods of deformation. Under conditions of tension and compression, the flow of the steel matrix near the inclusion is similar to [2, 6, 8]. It is carried out according to shear, rotational or twin mechanisms and differs in the distribution of the stress level near the poles of the inclusion relative to the direction of external loading [2, 6, 8]. During bending, the steel matrix bends and rotates around the inclusion, creating tensile and compressive stresses, respectively, above and below the inclusion [2, 6, 8], which causes moment stresses that contribute to the rotation of the inclusion relative to the steel matrix and an increase in the share of rotational deformation in the steel matrix itself.

In 08Yu steel, inclusions of Al_2O_3 corundum, $MnO.Al_2O_3$ spinels, and some (Fe,Mn)S sulfides, have cavities in tension and bending in the form of viscous cracks (see Fig. 2, e, 3, a, c). No fracture of the inclusions themselves was observed during compression along with the formation of cavities, the destruction of corundum and spinel inclusions occurs, in which brittle cracks appear (Fig. 3, b). The nature of the cavities during compression is determined by the deformation temperature; in the temperature range of 25…600 °C, the cavities look like brittle cracks (Fig. 3, b, d); at higher temperatures, the cavities look like ductile cracks.



a b c d

Fig. 3. Defects near Al_2O_3, $MnO.Al_2O_3$ (a, b) and (Fe,Mn)S (c, d) inclusions formed during (a, c) bending and (b, d) compression, x 1000.

Obviously, during brittle delamination at the inclusion-matrix boundary, normal microstresses arise, which have a wedging effect either along this boundary or normally in each of its sections. During viscous separation associated with the plastic behavior of the steel matrix, shear stresses arise at the inclusion-matrix boundary, which play an important role both in the nucleation of the cavity and during its growth, acting in the steel matrix near the edge of the cavity [10 – 14]. In addition, during high-temperature deformation, slipping develops at the boundaries of the inclusion-matrix [3, 15 - 18], which also contributes to the viscous separation of these boundaries during the formation of cavities.

The critical size of inclusions D_{cr} depends on the method of deformation and increases with increasing temperature (Fig. 4, a). The minimum critical size corresponds to tension, the maximum to compression. The critical value of relative deformation ε_{cr}, upon reaching which cavities are formed, is also determined by the method of deformation [2, 6, 8]. The nature of curves 1, 2, 3 in Fig. 4, b testifies to the uniform nature of the influence of temperature on the critical deformation ε_{cr} under all loading methods, which can be explained by a change in the plasticity of the steel matrix. The maximum critical degree of deformation at all temperatures is observed in compression, the minimum - in tension.

Comparison of the values of ε_{cr} for different methods of deformation indicates that the most severe method of deformation for the inclusion-matrix system is tension, and the softest is compression. As shown in [25], the ratio of the normal maximum stresses near inclusions in tension (near poles 0° and 180°) and compression (near poles 90° and 270°) is 9.2, and in our calculations for steel this ratio about 15 [2, 6, 8]. The concentration of shear stresses in tension and compression near the inclusions is the same. The difference between local normal stresses near inclusions in tension and compression causes more stringent conditions for tensile deformation. When analyzing the distribution of micro inhomogeneous deformation, as well as intersurface (contact) stresses according to Goodyear near rigid inclusions, it was found that the maximum tensile stresses in uniaxial tension occur at the 0 and 180° poles, and in compression - at the 90 and 270° poles with respect to the external stress σ, which affects the nature of defects [2, 6, 8]. Both types of loading contribute to local stress concentration and the emergence of a triaxial stress state, which leads to the development of fracture near the inclusions.

For comparison, in Fig. 4 shows the results of studying the formation of defects - brittle cracks inside inclusions of $MnO{\cdot}SiO_2$ rhodonite in steel 08Yu under different loading methods.

In connection with the different nature of the destruction of steel 08Yu with different methods of deformation, the contribution of inclusions to the development of destruction also changes. The contribution of inclusions to the initiation of microcracks in steel 08Yu was evaluated based on the results of counting the number (N) and total length (L) of cavities and cracks associated with inclusions and located far from them. The coefficients K_N and K_L were determined, indicating what proportion of the microcracks present arose due to the inclusion (K_N) and what is their role in the development of fracture of steel (K_L) [2, 6, 8].

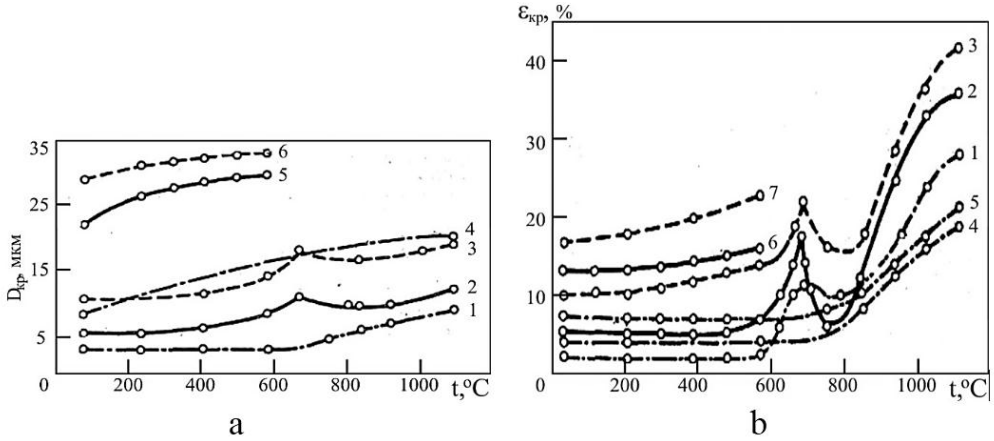


Fig. 4. Effect of temperature on the critical size D_{cr} of inclusions of corundum Al_2O_3 (1 - 3) and rhodonite $MnO.SiO_2$ (4 - 6) under tension (1, 4), bending (2, 5) and compression (3, 6) (a) and the critical degree of deformation ε_{cr}, in which cavities (1 - 3) and cracks appear in corundum (4) and rhodonite (5 - 7) during tension (1, 5), bending (2, 6) and compression (3, 4, 7) (b).

In connection with the different nature of the destruction of steel 08Yu with different methods of deformation, the contribution of inclusions to the development of destruction also changes. The contribution of inclusions to the initiation of microcracks in steel 08Yu was evaluated based on the results of counting the number (N) and total length (L) of cavities and cracks associated with inclusions and located far from them. The coefficients K_N and K_L were determined, indicating what proportion of the microcracks present arose due to the inclusion (K_N) and what is their role in the development of fracture of steel (K_L) [2, 6, 8].

In the case of tension, the values of the coefficients K_N and K_L at the first stages of deformation at all temperatures are equal to unity. With the appearance of microcracks of dislocation origin, the coefficients K_N and K_L decrease, however, at each temperature, there is a certain range of deformation degrees in which inclusions are responsible for the development of fracture. The higher the deformation temperature, the narrower this interval and the further it shifts towards higher degrees of deformation; therefore, as the temperature increases, the role of inclusions in the development of tensile failure decreases. In bending and compression, the coefficients K_N and K_L are equal to unity at all stages of deformation. This means that inclusions play a major role in the development of microcracks and, despite the absence of fracture of ductile steel 08Yu, are dangerous, since they are ready fracture centers with a possible change in the loading method.

4. Conclusions.

Non-metallic inclusions as stress and strain concentrators are one of the most dangerous sources of defects in steels during pressure treatment. The nature of cracks and the features of their growth near non-metallic inclusions are determined by the type of inclusions, as well as by the scheme of the local stress state, which depends on the loading conditions. When analyzing the features of the initiation and development of cracks near non-metallic inclusions of various types during

tensile, compression, and bending deformation, it was found that the most severe way of deformation for the inclusion-matrix system is tension, and the softest is compression.

References

1. André Luiz Vasconcellos daCosta e Silva, The effects of non-metallic inclusions on properties relevant to the performance of steel in structural and mechanical applications, Journal of Materials Research and Technology. 8 (2019) 2408-2422.
2. Gubenko S.I., Oshkadepov S.P., Non-metallic inclusions in steel, Kiev, Naukova dumka, 2016. – 528 p.
3. Gubenko S.I. [Non-metallic inclusions and ductility of steels. - Saarbrücken: LAP LAMBERT. Palmarium academic publishing, 2016, 549 p.
4. Yang W, Zhang L, Ren Q. Deformation and Fracture of Non-metallic Inclusions in Steel at Different Temperatures. Journal of Materials Research and Technology, 2020 (In Press, Journal Pre-proof, Available online 28 October 2020).
5. Gubenko S.I., Galkin A.M.. Nature of the red-shortness of steel. Metal Science and Heat Treatment. 1984, т. 26, №10, с.732-737.
6. Gubenko S.I. Non-metallic inclusions and strength of steel. – Saarbrücken: LAP LAMBERT. Palmarium academic publishing, 2015, 476 p.
7. Gubenko S. Heterophase microcomposite inclusions in steels. - Germany-Mauritius, Beau Bassin,. Palmarium academic publishing, 2019. 330 p.
8. Gubenko S.I. Physics of steel fracture near non-metallic inclusions. - Dnepropetrovsk, NMetAU, Information Technology Systems Technologies, 2014. - 301 p.
9. Gubenko S. I. Plasticity Origin of Heterophase Inclusions at Steel Forming. - Steel in Translation. – 2020. - Vol. 50. - No. 10. - p. 730-739.
10. Gubenko S.I. Inclusion-matrix interfaces in steels. Germany-Mauritius, Beau Bassin: Palmarium academic publishing, 2017, 506 p.
11. Губенко С.И., Иськов М.В. Структура и сопротивление разрушению межфазных границ неметаллическое включение-матрица стали. Theory and Practice of Metallurgy, 2004. - No 5. - p. 30-38
12. Gubenko S. I. Team dislocation effects or phase transformations in ‘nonmetallic inclusion–matrix’boundaries in steel]. - Fizika Metallov i Metallovedenie. – 1990. - No 6. – p. 184-188
13. Gubenko S. Role of Inclusion–Matrix Steel Interphase Boundaries in the Development of Relaxation Processes near Nonmetallic Inclusions. *Metal Science and Heat Treatment*. 2020, Vol. 62. No. 5. pp. 299–305.
14. Gubenko S.I. Slipping along the boundaries of the non-metallic inclusion-matrix of steel. - Metallurgy and heat treatment of metals. - 1990. - No. 11. - p. 2-5
15. Gubenko S.I. The nature of bursts of micro-inhomogeneous deformation in steel with non-metallic inclusions. - Physical and chemical mechanics of materials. - 1999. - No 2. - p. 53-59.
16. Gubenko S.I. Influence of interphase boundaries "non-metallic inclusion-matrix" on the cohesive strength of stee - Metallurgy and heat treatment of metals]. - 2006. - No 1. - p. 11-17.
17. Gubenko Influence of slippage along the boundaries of a non-metallic inclusion-matrix on the distribution of local micro-inhomogeneous deformation in armco iron and steel. - Physics of metals and metal science. - 1996 .-- v. 82. - No 3. - p. 167-175.
18. Gurland J., Plateav J. The mechanism of ductile rupture of metals containing inclusions // Transaction ASM. – 1963. – v. 56. - № 1. P.442-448.

ГРАНИЧНІ СТАНИ СТАЛЕВИХ ВЕРТИКАЛЬНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ РЕЗЕРВУАРІВ: АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ

Проф., докт. техн. наук Є. А. Єгоров, доц., канд. техн. наук Ю. В. Івченко, асп. М.С. Нікіфоров, асп. О.М. Івченко
УДУНТ, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», м. Дніпро, Україна

Вступ. Сучасні інженерні та будівельні конструкції проєктуються з урахуванням методу граничних станів, які формулюються відповідно до змін у поведінці конструкції під впливом зовнішніх навантажень. Так, у нормативному документі [1] для сталевих оболонок граничний стан за міцністю визначається таким чином, щоб приведені напруження в будь-якій точці оболонки не перевищували розрахунковий опір сталі, який відповідає межі її пружної роботи. Граничний стан за стійкістю обмежується умовою:

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{cr}, \tag{1.1}$$

де σ_{max} – максимальні напруження від сумарної дії зовнішніх навантажень; σcr – критичне значення напружень.

Практика експлуатації споруд у вигляді сталевих оболонок (резервуари, силоси, газгольдери тощо) свідчить, що чинні норми не охоплюють всі можливі сценарії роботи конструкцій, особливо в умовах дії складних та екстремальних навантажень. Основною причиною цього є фізична й геометрична нелінійність при деформуванні тонкостінних оболонок, а також специфіка зовнішніх впливів. Такі ефекти можуть значно впливати на надійність конструкції, але вони не можуть бути враховані в інженерних розрахунках. На сьогодні найефективнішим підходом для аналізу є чисельне моделювання дійсної роботи оболонкових конструкцій, як показано, наприклад, у [2-4].

Мета роботи – виявлення додаткових граничних станів та уточнення нормативних граничних станів оболонкових конструкцій розглянутого типу шляхом їх чисельного моделювання при дії різних типів навантажень.

Матеріали та результати досліджень. Розрахунки проводились на скінченно-елементних моделях тонкостінних оболонок при дії вітрового, гідростатичного, надлишкового внутрішнього тиску та дії ударної вибухової хвилі. Результати досліджень напружено-деформованого стану оболонок дозволили виявити відрив днища циліндричного резервуару від основи, який проявляється за наявності надлишкового тиску в газовому просторі резервуару. Такий відрив може посилюватися при дії вітрового навантаження. У звичайних умовах експлуатації сталевих резервуарів цей ефект має локальний характер та невеликий вплив. Проте з часом він може призводити негативних явищ внаслідок накопичення пластичних деформацій і зниження довговічності резервуару.

Окрему увагу приділено аналізу стійкості циліндричної стінки резервуара під дією внутрішнього вакууму та зовнішнього вітрового тиску. Розрахунки, виконані в програмних середовищах «ЛІРА», дозволили виявити ряд ефектів, що не враховуються нормативними документами. Отримані результати у цілому добре відповідають розрахунковим формулам [5] і підтверджують той факт, що чинні приписи [6] щодо представлення вітрового тиску можуть не гарантувати необхідного рівня надійності споруди.

Особливої уваги потребує аналіз граничних станів циліндричних оболонок за дії ударно-вибухової хвилі. Отримані результати дозволили сформулювати критерії граничних станів залежно від рівня надлишкового тиску, вибухового імпульсу та характеру руйнування, а також сформулювати умови для граничних станів резервуарних конструкцій з різним рівнем надійності. Це закладає основу для проєктування резервуарів із підвищеною стійкістю до екстремальних впливів.

Висновки

1. Чисельне моделювання тонкостінних оболонкових конструкцій дозволяє виявити ефекти, які суттєво впливають на їх експлуатаційну надійність і не враховуються у інженерних методиках розрахунку за чинними нормами.
2. На підставі отриманих результатів доцільно запропонувати додаткові умови граничних станів, які доповнюють нормативну базу та підвищують безпеку і надійність експлуатації розглянутих споруд.
3. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на серії чисельних експериментів для виведення спрощених розрахункових моделей з метою отримання спрощених умов відповідних граничних станів.

Посилання

1. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. Вид. офіц. Київ. Мінрегіон України, 2014. 199 с. (Державні будівельні норми України).
2. Єгоров Є.А., Івченко Ю.В., Ковтун-Горбачова Т.А. Особливості напружено - деформованого стану вертикальних циліндричних резервуарів при вітровому навантаженні / Металознавство та термічна обробка металів, 2023. – №2. – С. 56 - 62.
3. Krivenko, O. P., & Vorona, Yu. V., & Kozak, A. A. (2021). Finite element analysis of nonlinear deformation, stability and vibrations of elastic thin-walled structures. Strength of Materials and Theory of Structures, (107), 20-34.
4. Yegorov, Y., & Kucherenko, O. (2023). Computer modelling of thin-walled shell structures with geometric imperfections. Strength of Materials and Theory of Structures, (111), 205-213.
5. CEN/TC 250/SC3/PT4 Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-6: General Rules: Supplementary Rules for Shell Structures. – Brussels: Centr. Secr. 1999. 83 p.
6. ВБН В.2.2-58.2-94. Резервуари вертикальні сталеві для зберігання нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа. Вид. офіц. Київ. Держкомнафтогаз, 1994. 98 с. (Відомчі будівельні норми України).

СУЧАСНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВДУВАННЯ ЗЕРНИСТОГО МАГНІЮ В КІВШ З РІДКИМ ЧАВУНОМ

Канд. техн. наук В.Г. Кисляков[1,2], канд. техн. наук, ст. досл. І.О. Маначин[1,2], канд. техн. наук. О.Л. Руденко[1]
[1]Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України, м. Дніпро, Україна
[2] Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна

У світовій практиці сучасного конвертерного переділу, що характеризується зростанням обсягів виплавки сталей з низьким і особливо низьким вмістом сірки, широко використовують позапічну десульфурацію чавуну, що забезпечує істотне зниження витрат на виробництво високоякісної металопродукції.

Широкого застосування в промисловій практиці набула розроблена фахівцями Інституту чорної металургії технологія десульфурації чавуну зернистим магнієм, що інжектується в розплав без добавок, із застосуванням якої виробляється близько 90 млн тонн/рік низькосірчистого та глибоко знесірчаного чавуну.

Для реалізації цієї технології застосовуються способи і пристрої, на які є 67 патентів і авторських свідоцтв різних країн (Німеччина, США, Японія, КНР, Україна, Франція, Швеція та ін.).

Основною перевагою української технології десульфурації чавуну вдуванням зернистого (гранульованого) магнію є забезпечення найвищого (порівняно з усіма іншими технологіями) засвоєння знесірчувального реагенту та застосування магнію без різноманітних добавок. Це забезпечує такі практичні переваги [1]:

– найменша витрата реагенту (0,2-0,8 кг/т чавуну);
- найменше додаткове шлакоутворення (0,4-1,5 кг/т чавуну);
- найменші втрати чавуну (0,16-0,6 кг/т чавуну);
- найменше зниження температури (4-10 ^{o} С/хв.);
- найкоротша тривалість обробки чавуну (2-10 хв);
- низька собівартість обробки (2-2,5 дол./т чавуну);
- найменші капітальні витрати;

Процес обробки чавуну гранульованим (зернистим) магнієм здійснюється технологічно і стійко, забезпечуючи дуже високе засвоєння магнію чавуном (аж до 95 %). Виділення диму - мінімальне через мале споживання знесірчувального реагенту та інжекційного газу, а також високого засвоєння магнію (рис. 1).

Рисунок 1 - Установка десульфурації чавуну гранульованим магнієм і викачування шлаку в 350-тонних заливальних ковшах

Останні дослідження і напрацювання Інституту чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України були спрямовані на виконання комплексу розрахунково-теоретичних, експериментальних, дослідних і дослідно-промислових розробок у галузі позапічної десульфурації чавуну для підвищення ефективності процесу десульфурації, скорочення собівартості обробки, в т.ч. зменшення питомих витрат реагенту.

Проведені дослідження особливостей взаємодії реагентів із розплавом чавуну засвідчили, що найбільшу площу поверхні реагенту, що вводиться, із сіркою чавуну забезпечують під час застосування багатосоплових фурмових пристроїв (рис. 2).

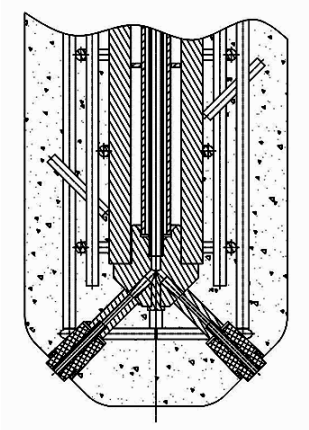


Рисунок 2 - Компонування оголовка фурменного пристрою для вдування реагентів для видалення сірки із дільником потоків

Були продовжені дослідження з вивчення фізико-хімічних властивостей ковшових шлаків при десульфурації чавуну магнієм.

Встановлено, що стабілізація ковшових шлакових режимів шляхом коригування складу шлаку введенням відсівів CaO-вмісних матеріалів підвищує сульфідну місткість шлаку, стабільність результатів, що досягаються, а також сприяє збільшенню ступеня десульфурації чавуну.

Для реалізації вдосконаленого процесу моноінжекції зернистого магнію використовуються розроблене унікальне нестандартне обладнання - модулі-дозатори реагенту, які забезпечують гарантовану рівномірність видачі магнію (похибка дозування не більше 2%).

Технологія та обладнання десульфурації чавуну моноінжекцією зернистого магнію дають змогу отримувати вміст сірки в чавуні з будь-якого вихідного до кінцевого ≤ 0,001 % [2].

Починаючи з 2000 року і дотепер на 41-м сталеплавильних заводах металургійних комбінатів Китаю і Тайваню за українською технологією було побудовано й успішно експлуатується понад 70-ти установок десульфурації чавуну (УДЧ) гранульованим магнієм без добавок сумарною потужністю близько 90 млн т/рік знесірченого чавуну (Табл. 1).

Таблиця 1 - Перелік УДЧ гранульованим магнієм

	Підприємство	№ комплексу десульфурації	Типорозмір ковша	Потужність комплексу, млн.т чавуну/рік
ЗДАНІ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ				
1	Уханьский меткомбинат, стальзавод № 2	№1 №2	Заливний, 100-150 т	1,2 1,2
2	Тайюаньский меткомбинат	№1 №2 №3	Заливний, 90 т	0,9 1,0 1,0
3	Пекинский меткомбинат, стальзавод № 2	№1 №2	Заливний, 200 т	1,4 1,4
4	Сянтаньский меткомбинат, стальзавод № 2	№1 №2	Заливний, 85-95 т	2,4
5	Сянтаньский меткомбинат, Новый стальзавод	№1 №2	Заливний, 120-150 т	2,1
6	Ханданский меткомбинат	№1	Заливний, 120 т	1,0
7	Тангшаньский меткомбинат, стальзавод № 1	№1 №2	Заливний, 160 т	3,0
8	Тангшаньский меткомбинат, стальзавод № 2	№1 №2	Заливний, 50-55 т	1,0
9	Тянцзинский меткомбинат	№1	Заливний, 100 т	0,8
10	Циньянский меткомбинат	№1 №2	Заливний, 220 т	4,0
11	Циндаоский меткомбинат, стальзавод № 1	№1 №2	Домений, 50–60 т	0,5 0,5
12	Циндаоский меткомбинат, стальзавод № 2	№1 №2	Заливний, 90 т	0,5 0,5

Підприємство		№ комплексу десульфурації	Типорозмір ковша	Потужність комплексу, млн.т чавуну/рік
13	Линьюанський меткомбинат	№1	Домений, 60 т	0,8
14	Тонгхуанський меткомбинат	№1	Заливний, 120–145 т	1,44
15	Саньминський меткомбинат	№1	Заливний, 75–95 т	1,0
16	Уханьський меткомбинат, стальзавод № 3	№1	Заливний, 300 т	3,8
17	Дачжоуський меткомбинат	№1 №2	Домений/ Заливний 80 т	2,3
18	Лючжоуський меткомбинат	№1 №2	Заливний 100-110 т	2,3
19	Ханчжоуський меткомбинат	№1 №2	Домений, 100 т	2,6
20	Линьюаньський меткомбинат	№2	Домений, 45-60 т	1,2
21	Сининський меткомбинат	№1	Заливний, 60-65 т	0,74
22	Баотоуський меткомбинат	№1 №2	Заливний, 90-110 т	2,2
23	Шаганський меткомбинат	№1 №2 №3	Заливний, 170 т	3,8
24	Циньянський меткомбинат	№3	Заливний, 220 т	2,0
25	Тайюаньский меткомбинат	№1	Заливний, 200 т	2,1
26	Жичжаоський меткомбинат. Новий стальзавод	№1 №2	Домений, 110-130 т	2,88
27	Юаньлийський меткомбинат	№1	Домений, 40-60 т	2,0
28	Тонгхуанський меткомбинат	№2	Заливний, 120–145 т	1,44
29	Жичжаоський меткомбинат. Старий стальзавод	№1 №2 №3 №4	Домений, 65 т	3,7
30	Хуайганський меткомбинат	№1 №2	Заливний, 80-90	3,0
31	Гуофэнський меткомбинат	№1	Заливний, 120-140	1,34

Підприємство		№ комплексу десульфурації	Типорозмір ковша	Потужність комплексу, млн.т чавуну/рік
		№2	Заливний, 120-140	1,34
32	Лэншуйцзянський меткомбинат	№1 №2	Домений, 60 т	1,8
33	Дзиньсийський меткомбинат, старый стальзавод	№1 №2	Заливний, 50 т	1,2
34	Наньчанський меткомбинат	№1 №2	Заливний, 80 т	1,5
35	Дзилиньський меткомбинат	№1 №2	Заливний, 160 т	1,5
36	Тайваньський меткомбинат CSC, Стальзавод №2, м. Каосюн	№1 №2	Заливний, 300 т	6,5
37	Саньминський меткомбинат	№1 №2	Заливний, 95-120 т	2,3
38	Тяньцзинь-Ляньхэський меткомбинат	№1 №2 №3	Домений, 100 т	4,05
39	Чуаняньський меткомбинат	№1 №2	Заливний, 120 т	1,35
40	Циндаоський меткомбинат, новий стальзавод	№1 №2	Заливний, 110 т	2,0
41	Ляньюньган-Ясинський меткомбинат	№1	Заливний, 150 т	1,5

Висновки

1. Технологія десульфурації чавуну гранульованим магнієм без добавок і устаткування для її здійснення гарантують високий науково-технічний рівень на теперішній час і в тривалій перспективі.
2. Вирішення та реалізація технологічних прийомів десульфурації дасть змогу збільшити ступінь засвоєння реагенту, зменшити питому витрату, забезпечити глибшу десульфурацію, збільшити швидкість знесірчування та скоротити тривалість операції десульфурації, скоротити втрати чавуну та знизити витрати на знесірчування.

Посилання

1. Шевченко А.П., Большаков В.І., Башмаков О.М. Технологія та обладнання десульфурації чавуну магнієм у великовантажних ковшах. Київ. Наукова думка. 2011. - 205 с .
2. Шевченко А.П., Маначин І.О., Вергун О.С. та ін. Позапічна десульфурація чавуну в ковшах. Технологія, дослідження, аналіз, удосконалення. Дніпро – VAL. 2017 - 252 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРОЗМІЦНЕННЯ ТРУБНОГО ІНСТРУМЕНТУ З ШТАМПОВИХ СТАЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ІОННО – ПЛАЗМОВОГО АЗОТУВАННЯ З ПОДАЛЬШИМ НАНЕСЕННЯМ БАГАТОШАРОВИХ ПОКРИТТІВ В ЄДИНОМУ ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ

PhD (Матеріалознавство), викладач[1] *Л.С. Кривчик,*
здобувач[2]*, викладач-методист*[1] *В.Л. Пінчук*
[1]***ВСП «Нікопольський фаховий коледж УДУНТ»***
Зав. каф.[2]*, докт. техн. наук, професор Л.М. Дейнеко,*
Ст. наук. співр.[3]*, аспірант*[2] *А.О. Тараненко*
[2]Кафедра матеріалознавства і термічної обробки металів
Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)
[3]***ДП «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут трубної промисловості ім. Я.Ю. Осади***
м. Дніпро, Україна

Ст. наук. співр.[4]*, пров. наук. співр.*[5]*,*
докт. техн. наук, професор[6] *В.О. Столбовий*
[4]***Національна академія наук України***
[5]***Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут»*** [6]***Харківський національний автомобільно-дорожній ун-т***
м. Харків, Україна

В процесі виробництва труб використовують велику кількість трубного інструменту, вартість якого становить до 25% від вартості переробки всього трубопресового цеху. Від якості пресового інструменту залежить якість труб при пресуванні. Тому він в першу чергу повинен мати точні розміри і високий клас чистоти поверхні. Крім того, він повинен бути зносостійким, володіти достатньою твердістю в поєднанні з пружністю і в'язкістю [4].

Стійкість матричних кілець 5-7 пресовок при пресуванні високолегованих корозійностійких сталей, а стійкість експандерів 80-100 пресовок. Заміна інструменту потребує зупинок пресів і зниження їх продуктивності роботи.

Для інтенсифікації технологічного процесу і забезпечення максимальної ефективності процесу пресування, при інших рівних умовах, поряд з раціональною калібруванням, необхідно підібрати необхідні параметри зносостійкості робочої поверхні експандера, матриці і контейнера, які забезпечать стабільне функціонування осередку деформації при пресуванні [5].

При виготовленні штампів для гарячого деформування використовують теплостійкі сталі підвищеною в'язкості, які забезпечують не тільки високі міцність і опір деформації інструмента при нагріванні, але й необхідний опір динамічним навантаженням і гарну розгаростійкість. Це важлива властивість

штампової сталі досягається при достатніх в'язкості й пластичності. Крім того, сталі для штампів, поверхневий шар яких сильно нагрівається (вище 600°С), повинні мати високі температури критичних крапок.

Штампові сталі легують такими елементами як хром, вольфрам, молібден, ванадій, кремній і кобальт. В останні роки з'явилися сталі з добавками титану, цирконію, ніобію й ін.[6].

Традиційна технологія термозміцнення інструменту з штампових сталей уявляє собою загартування з наступним відпуском. Загартування проводиться для розчинення значної частини карбідів і одержання високолегованого мартенситу [7], а наступний відпуск викликає додаткове зміцнення внаслідок дисперсійного твердіння. Оскільки при нагріванні для відпуску в структурі зберігається багато аустеніту, доцільне проведення дворазового відпуску. Температура другого відпуску може бути на 10 ÷ 20^{0}С нижче, а його тривалість на 20 ÷ 25% меншою, ніж першого відпуску. Охолодження після відпуску проводиться на повітрі. Відпуск сталі 4Х5МФ1С при 530 ÷ 550^{0}С сприяє збільшенню вторинної твердості внаслідок виділення карбідів легуючих елементів.

В результаті проведення загартування з відпуском, значно зростають показники міцності і знижуються показники в’язкості і пластичності внаслідок утворення мартенситної структури і дисперсійного твердіння мартенситу у зв’язку з виділенням при відпуску карбідів легуючих елементів [8].

Структури зразків досліджуваних сталей, загартованих, загартованих та відпущених, наведені на рис.1 і 2.

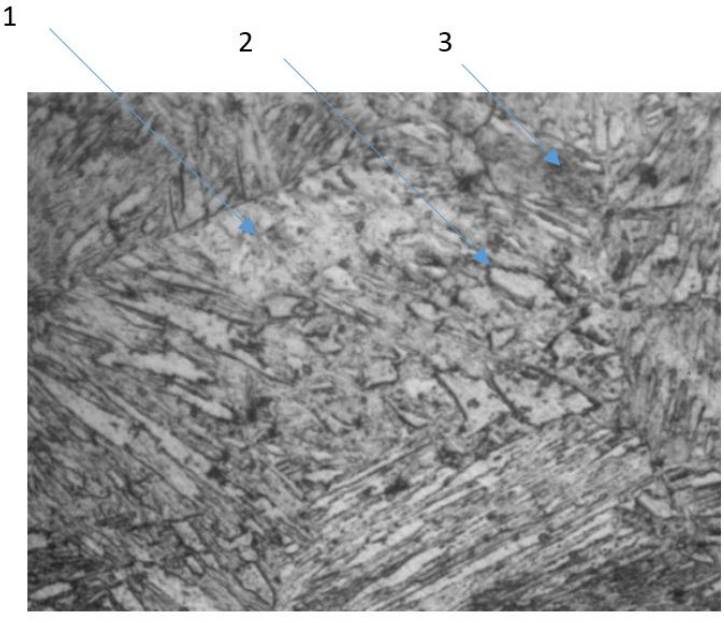


Рисунок 1 – Мікроструктура сталі 4Х5МФ1С після загартування від 1070°С (мартенсит голчастий, (1), аустеніт залишковий (2) і карбіди, (3)), х500

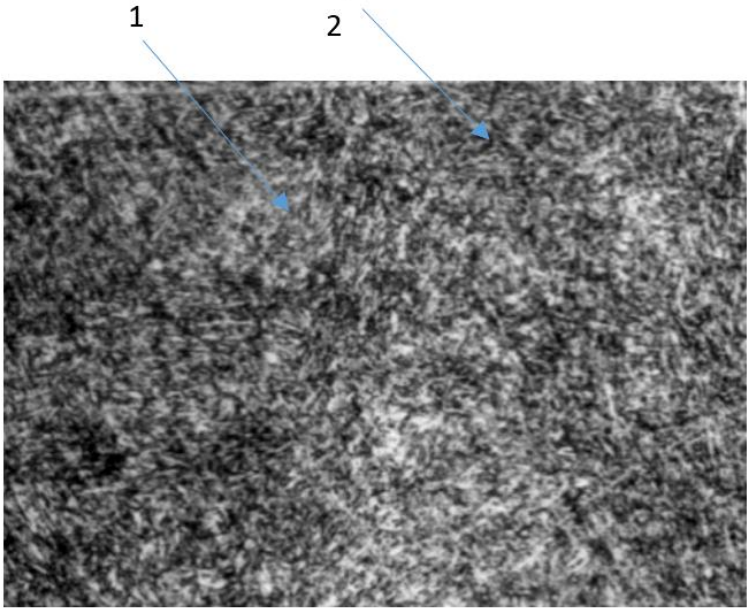


Рисунок 2 – Мікроструктура сталі 4Х5МФ1С після загартування від 1070°С і відпущеної при 550° ÷ 570°С (1 відпуск), 530° ÷ 550°С (2 відпуск) (мартенсит відпущений (1)та карбіди (2)), х500

Твердість інструменту після загартування з відпусками складає HRC 54-55. Але існуючі матеріали і методи зміцнення (загартування з відпуском) не забезпечують жорсткі умови роботи трубного інструменту і його високі експлуатаційні властивості.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Ефективним способом зміни складу поверхневого шару штампового інструмента, що забезпечують необхідний комплекс властивостей його робочої поверхні, є хіміко-термічна обробка. У результаті змінюються структура й властивості поверхневого шару, підвищуються міцність, зносо- і теплостійкість сталі. Найбільш поширеним способом зміцнення штампових сталей є використання азотування [9].

Азотування широко застосовується в різних галузях промисловості для підвищення довговічності і надійності деталей і інструментів. В даний час на підприємствах використовують в основному як газове азотування, так і нову прогресивну технологію – іонно-плазмове (вакуумно-дугове) азотування. При такому азотуванні дифузійне насичення поверхні азотом відбувається з використанням низькотемпературної плазми [10]. Спосіб дифузійного насичення поверхні азотом з використанням низькотемпературної плазми якісно відрізняється від класичних схем хіміко-термічної обробки значно більшою швидкістю дифузії, можливістю зниження температури процесу і екологічною чистотою. У процесі насичення під дією іонного бомбардування в сталі виникає збільшена концентрація структурних дефектів, що сприяє підвищенню інтенсивності процесів дифузії і, в тому числі, масопереносу азоту і створює можливість для появи нових фаз, які не утворюються в

умовах звичайного насичення. Термічна обробка викликає зміну структури матеріалу та покращення властивостей поверхневого шару металу виробу без зміни його хімічного складу. Хіміко-термічна обробка поверхні призводить до зміни хімічного складу, структури та властивостей матеріалу поверхневого шару виробу, більшою мірою, в порівнянні з термічною обробкою [11].

Нанесення функціональних покриттів дозволяє отримувати на поверхні матеріалу виробу нові хімічний склад та структуру, що забезпечує найбільш сильну зміну властивостей деталей під час експлуатації.

Дослідження показали, що відмінною рисою мікроструктури азотованого шару після іонно-плазмового азотування є наявність дрібнодисперсної дуже міцної Ɛ-фази. Завдяки наявності в шарі цієї фази поверхнева твердість деталей, що азотуються, вище, ніж при газовому азотуванні майже на HV 200 [12]. Завдяки цьому, можливо отримання дифузійного шару з розвинутою нитридною зоною, що надає високу зносостійкість виробів і антикорозійні властивості. Азотований шар при електронному дослідженні наведений на рисунку 3 [13]. В роботі [14] показано, що після іонного азотування межа витривалості при згибі в середньому на 130 МПа вище, чим після газового азотування, а межа контактної витривалості поверхні вище на 300 МПа. Тому саме іонне азотування використовується для виробів, які працюють в умовах значних знакозмінних навантажень і сильного тертя. Після іонного азотування деформації інструменту низькі, тому його фінішна шліфовка виключається.

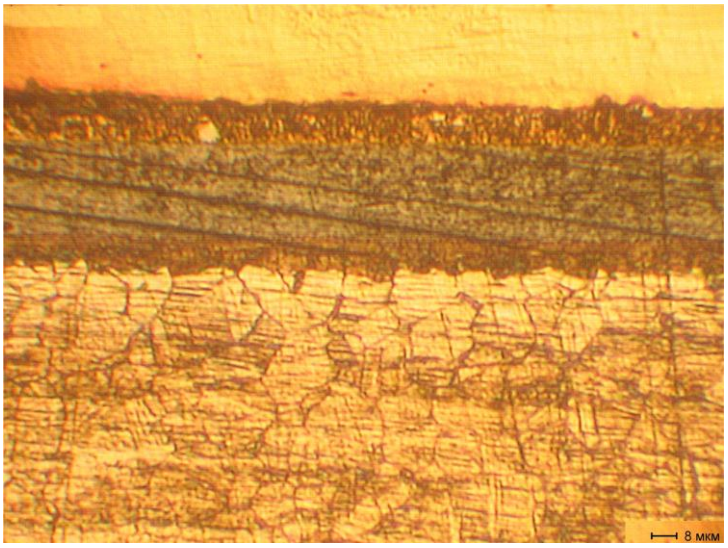


Рисунок 3 – Структура азотованого шару, х800

При азотуванні легованих сталей утворюються леговані ε- і γ-фази. Легуючі елементи Al, Mo, B, Ti, V, W підвищують розчинність азоту в α-фазі й утворюють спеціальні нітриди типу MN, M_2N (наприклад VN, TiN, Cr_2N та інші).

Виділяючись у дрібнодисперсному стані, ці нітриди підвищують твердість азотованого шару й термічну стійкість. Відомо, що нітридний шар твердіший і більш крихкий, ніж шар з твердим розчином азоту в залізі. Нітридний шар містить γ' - і ε - фази (γ' – фаза - це нітрид Fe_4N з гранецентрованими кубічними гратками, а ε-фаза - це нітрид $Fe_{2-3}N$ з гексагональними гратками). Шар, що складається з ε–фази, більш твердий і крихкий, порівняно з шаром з γ^1 – фази [15].

Азотування застосовують для підвищення твердості, зносостійкості (твердість насиченого шару металу азотом вища, ніж у цементованої або загартованої, при цьому ще виникають додаткові напруження стиснення в металі 600-800 МПа). А тонкий шар ε-фази добре захищає вироби від корозії у вологому та інших середовищах [16].

Сучасний метод іонного азотування в газовій плазмі вакуумно-дугових установок при температурах від 450 до 600 °С дозволяє скоротити час азотування до 1-2 годин, регулюючи фазовий склад, змінюючи співвідношення робочих газів у суміші, для досягнення необхідного ефекту, а також дозволяє позбавитися від шкідливого впливу аміаку, при розкладанні якого виділяється водень та провокує підвищення крихкості сталі. Нагрів виробів, що обробляються, у вакуумі проводиться за рахунок використання іонів газу або електронів.

На рис.4 показана принципова схема вакуумно-дугової установки із застосуванням двоступінчастого розряду для азотування (ННЦ ХФТІ).

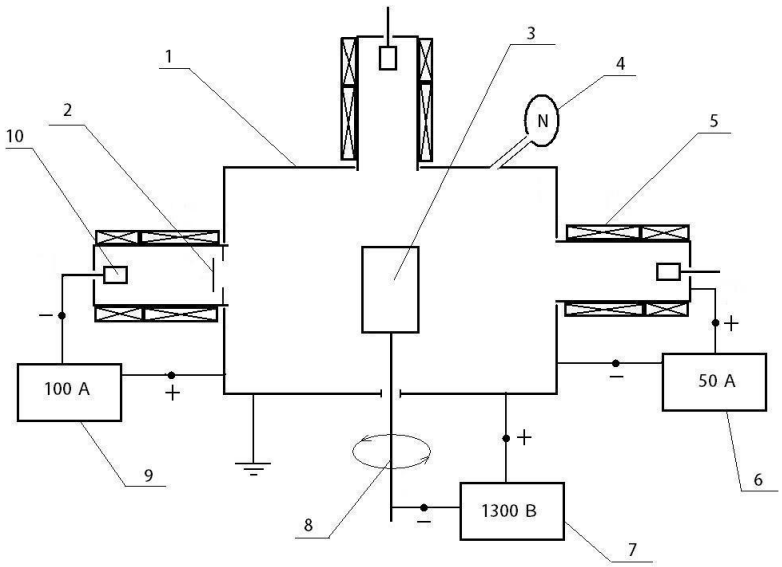


Рисунок 4 - Принципова схема вакуумно-дугової установки типу «БУЛАТ-6» для іонного азотування:

1 - вакуумна камера, 2 - кільцевий екран, що не пропускає металеві іони в камеру, 3 - деталь, що піддається азотуванню, 4 - газ азот, 5 - водоохолоджувана фокусуюча котушка, що виступає в якості анода, 6 - джерело живлення анода, 7 - високовольтне джерело живлення підкладки, 8 - поворотний пристрій підкладкотримача, 9 - джерело живлення катода, 10 - катод

Двоступінчастий вакуумно-дуговий розряд (ДВДР) є розрядом, в якому позитивний стовп дуги розділений на два ступені, перший з яких являє собою вакуумну дугу з холодним катодом -10, а другий ступінь - позитивний стовп дугового розряду в самій камері -1 в плазмі робочого газу азоту низького тиску -4. Плазма ДВДР застосовується для азотування, та іонного очищення (нагріву) поверхонь деталей. У ДВДР існує дві різнорідні області: газометалева плазма закрита кільцевим екраном -2, що не пропускає металеві іони з боку катода -10 і газової плазми поблизу анода -5. Деталь, що азотується -3 знаходиться в області газової плазми, для рівномірного нагріву деталь обертається за допомогою поворотного пристрою -8. Вакуумно-дугове азотування у плазмі двоступеневого розряду відбувається таким чином. Розпорошені з поверхні катода -10 частинки металу не проникають у робочу частину вакуумного об'єму -1, а залишаються обсягом перед екраном -2. Екран являє собою два диски, що пропускають іони іонізованого газу, і затримують іони та атоми металу. А з іншого боку камери подається потенціал на водоохолоджуваний анод -5. У цьому випадку це магнітна котушка, що фокусує і стабілізує, електрично відірвана від корпусу камери. На неї подається плюс джерела дуги. Всередину камери подається газ (азот) $p = 4 \cdot 10^{-3}$ Торр. Магнітні котушки є анодом для газової плазми і у вакуумній камері запалиться так званий двоступінчастий розряд. А при подачі на поворотний пристрій -8, на якому знаходиться азотована деталь -3 негативного потенціалу -1300В від високовольтного джерела -7, буде призводити до швидкого нагрівання деталі - 3. При досягненні температури деталі, що нагрівається, 470-550°С відбуватиметься процес азотування. Нагрів деталі, що азотуються, регулюється анодним струмом, тиском у вакуумній камері і потенціалом на поворотному пристрої. Приклад садки з інструментом (пуансони, ролики) після проведення процесу азотування в газовій плазмі дугового розряду наведено на рис. 5.

Рисунок 5 - Фотографія садки з інструментом після проведення процесу азотування [17]

Швидкість і глибина азотованого шару буде залежити від температури деталі, іонного струму на деталі та від щільності газової плазми ДВДР, а також від самого азотованого матеріалу. Температура деталі, що нагрівається, залежить від прикладеного потенціалу. Характер осцилограми при потенціалі -1300В в процесі азотування наведено на рис.6. Зразки розташовують на металевому плоскому підкладкотримачі, що знаходиться у центрі вакуумної камери, як приклад (рис.7). Після процесу азотування (відразу на гарячу деталь) проводиться осадження наноструктурного покриття TiN в єдиному технологічному циклі. Струм дугового розряду на катоді Ті 100 А. Відстань від катода до деталей 500 мм. Осадження покриттів здійснювалося при негативному потенціалі – 200 В (9) при безперервному обертанні обертального механізму. Час нанесення покриття 90 хв.[18].

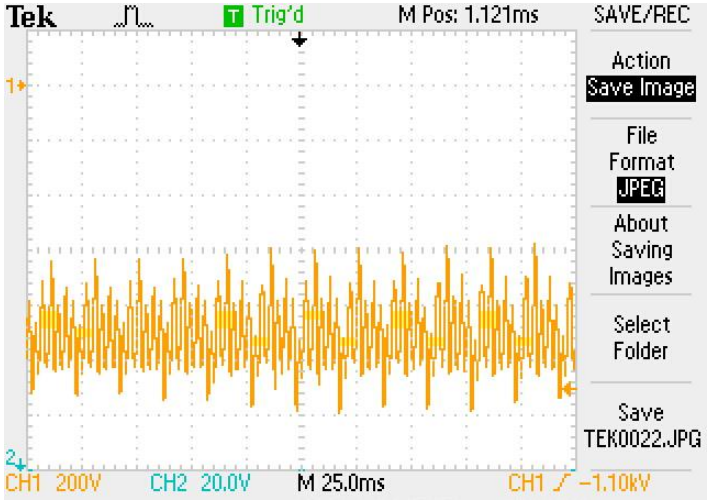
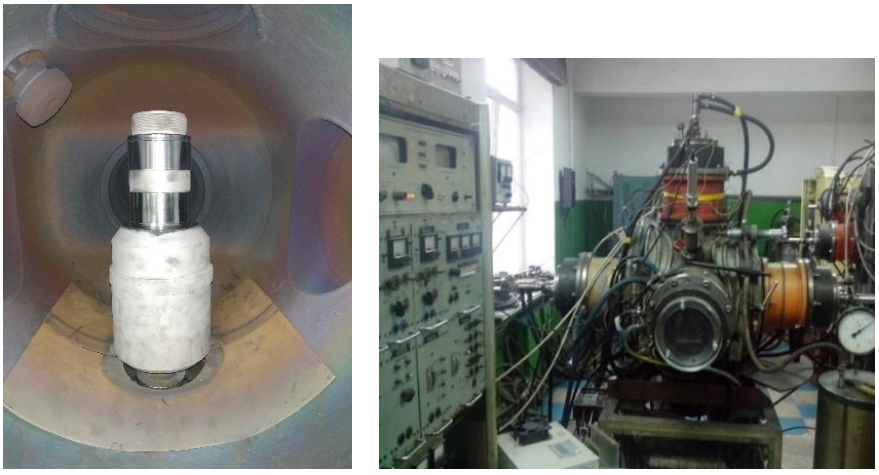


Рисунок 6 - Осцилограма постійного потенціалу -1300 В в процесі азотування в газовій плазмі двоступеневого вакуумно-дугового розряду



а) б)

Рисунок 7 - Фотографія розташування зразків на підкладкотримачі (а) та загальний вигляд установки «БУЛАТ-6» (б)

4. Результати досліджень

Іонно-плазмове азотування матричних кілець і експандерів для пресування труб була проведена в ННЦ ХФТІ (м. Харків).

Після процесу азотування проводиться осадження покриття. Струм дугового розряду на катоді TiZr = 100 А (8), струм дуги катоду Nb = 125 А (13). Відстань від катодів до зразків 500 мм. Командоконтролером (11) регулюється тривалість нанесення кожного шару, зокрема, в роботі обертання здійснювалось безперервно. Осадження покриттів здійснювалося при негативному потенціалі – 270 В (10) при тиску азоту P_N = 0,66 Па. Час осадження - 1 година. Тобто, в попередній проміжок часу відбувалось азотування на глибину 50 ÷ 60 мкм за одну годину, а зверху наносилось наноструктурне вакуумно-дугове покриття TiZrN/NbN товщиною ~ 5 мкм (1 година). При випробуванні на тертя знос вакуумно-дугових покриттів відбувається пошарово, що забезпечує збільшення їх стійкості в десятки разів. Найбільш широко використовують покриття з нітриду титану завдяки його високим фізико-механічним, антикорозійним, декоративним характеристикам, відносній дешевизні і нешкідливості у виробництві, а також універсальності. Широко використовують покриття TiZrN, яке має більші термостійкі властивості, більшу стійкість до окислення. [19-23].

Для проведення рентгеноструктурного дослідження були взяті зразки сталі 4Х5МФ1С після різних видів обробки:

1) 4Х5МФ1С; іонне азотування; центр; 20,5х11,5х7,3мм;
2) 4Х5МФ1С; іонне азотування; поверхня; 22х13х8мм;
3) сталь 4Х5МФ1С в початковому стані до азотування;
4) 4Х5МФ1С; іонне азотування + покриття TiN; Ø22мм h = 12 мм.

На рис.8 показаний типовий енергодисперсійний спектр з поверхні багатошарового покриття Mo_2N/CrN. Співвідношення металів Mo і Cr в покритті залежить від періоду шарів. Зокрема, кількість молібдену більша, що пов'язано з присутністю верхнього шару Mo_2N [24].

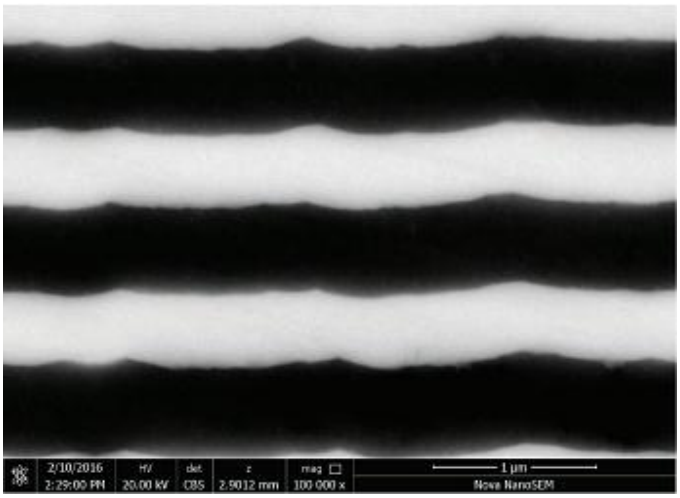


Рисунок 8 - Фотографія поперечного зрізу багатошарового покриття MoN/CrN [25]

Діфрактограми зразків 2,4 показані на рис. 9,10.

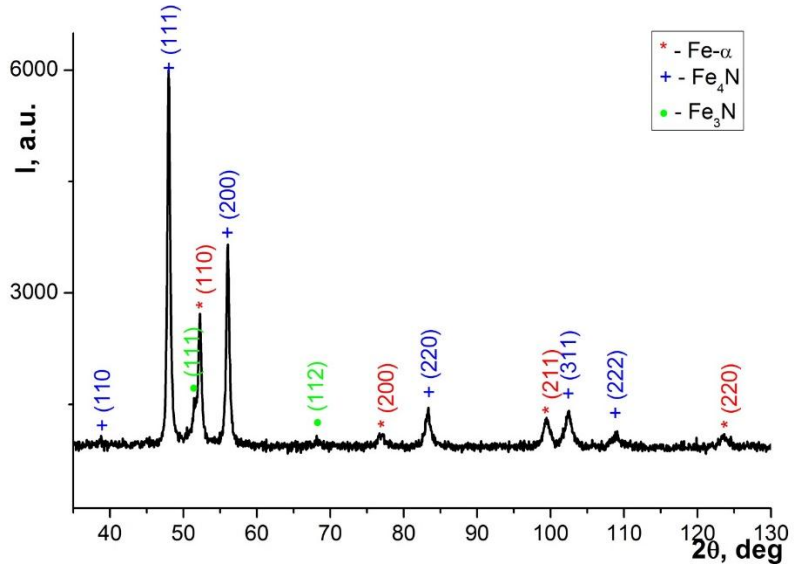


Рисунок 9 - Дифрактограма зразку №2

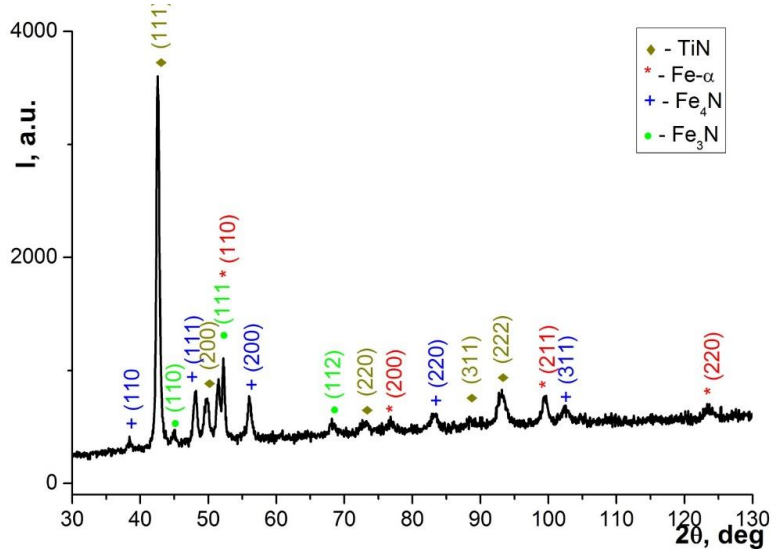


Рисунок 10 - Дифрактограма зразку №4

Збільшення кількості шарів в покритті призводить до збільшення міцності і твердості інструменту, оскільки міжшарові границі перешкоджають зсуву дислокацій і знижують пластичну деформацію [26-29].

Результати заміру мікротвердості зразків сталі 4Х5МФ1С після іонного азотування і нанесення покриття TiN показані в табл. 1.

В заводських умовах традиційна технологія термозміцнення інструменту представляє собою загартування з наступним трикратним відпуском для отримання твердості 54–55 HRC. Проведення комбінованої обробки матричних кілець, що включає азотування з наступним осадженням керамічних покриттів в єдиному технологічному процесі з використанням ДВДР в вакуумно-дугових установках типу «Булат» (ННЦ ХФТІ) значно підвищує стійкість інструменту внаслідок високих показників поверхневої твердості.

Таблиця 1 – Результати заміру мікротвердості зразків сталі 4Х5МФ1С після іонного азотування і нанесення покриття TiN (значення мікротвердості на поверхні покриття 23000 – 25000 МПа) [30]

№	Зона відстань від поверхні мкм	Діаметр відбитка мкм	Середній діаметр відбитка, мкм	Наванта ження,Г	Значення мікротвер дості МПа	Середнє значення мікротвердості	
						МПа	Кг/мм^2
1	30	12	12,87	100	11200		
2	30	13	13,45	100	11400		
3	30	12	12,78	100	11600		
4	30	12	12,184	100	11340	11350	1135
5	50	13	13,024	100	10560		
6	50	14	14,872	100	10500		
7	50	14	14,332	100	10340		
8	50	14	14,64	100	10350	10350	1035
9	150	15	15,096	100	8790		
10	150	15	15,764	100	8700		
11	150	15	15,764	100	8600		
12	150	15	15,182	100	8400	8500	850
13	250	16	16,96	100	7344		
14	250	16	16,96	100	7344		
15	250	16	16,86	100	7348		
16	250	16	16,717	100	7365	7300	730
17	центр	18	18,196	100	5983		
18	центр	18	18,712	100	5664		
19	центр	19	19,176	100	5519		
20	центр	20	20,196	100	4994	5040	504

Якщо стійкість матричних кілець зі сталі 5Х3В3МФС (ДІ-23) після звичайного термозміцнення складає 4 – 6 пресувань, то кільця з більш економнолегованої безвольфрамової сталі 4Х5МФ1С, додатково піддані хіміко-термічній обробці (іонному азотуванню в плазмі ДВДР) і послідуючим нанесенням комбінованих покриттів показали стійкість 12 – 13 пресувань, внаслідок більш високої твердості, теплостійкості, утворення особливої структури на поверхні внаслідок проведення іонного азотування і нанесення зносостійкого покриття TiN, TiZrN/NbN та ін. Досягнення такого ефекту стало можливим завдяки формуванню на поверхні складних багатофазових композицій на основі хімічних сполук атомів азоту з легуючими елементами [31-32]

Випробування інструменту після зміцнюючої обробки виконано на пресовій дільниці ТОВ «ВО ОСКАР» (м. Дніпро) (Рис.11)

Рисунок 11 - Випробування трубного інструменту на ТОВ «ВО ОСКАР» (м. Дніпро)

Висновки:

1. Іонне азотування в газовій плазмі дугового розряду є найбільш швидким і перспективним процесом зміцнення сталевих виробів в порівнянні із азотуванням в тліючому розряді і термічним азотуванням.

2. Розроблено методику азотування сталей з наступним нанесенням багатошарових захисних покриттів. Матеріал покриття вибирається в залежності від проблем і завдань, які треба вирішити.

3. Методика азотування і нанесення покриттів в єдиному технологічному режимі дає можливість досягти найкращих адгезійних властивостей покриття до підкладки.

Посилання

1. Мельник В.С., Сабол С.Ф., Бородій Ю.П., Кліско А.В. Інструмент для пресування труб. Тези доповідей загальноуніверситетської науково-технічної конференції молодих вчених та студентів, присвяченої дню Науки. Секція «Машинобудування», 2010. С. 51-52.
2. Друян В. М., Гуляєв Ю.Г., Чукмасов С.О. Теорія та технологія трубного виробництва: підручник. Дніпро: VAL, 2000. 587 с.
3. Кузьмич В. О., Косенко В.М., Бузенко Л.В. Технологія виробництва сталевих труб методом гарячого пресування: підручник. Київ : НТУУ «КПІ», 2011. 224 с.
4. Гавриленко О. В. Основи технології виробництва труб методом гарячого пресування : навчальний посібник. Харків : ХНАДУ, 2017. 144 с.
5. Кривцун М.М. Хіміко-термічна обробка металів та сплавів: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014.
6. Чуйко С.В. Хіміко-термічна обробка металів і сплавів: навчальний посібник. К.: Логос, 2008.
7. Козинець І.М. Хіміко-термічна обробка металів та сплавів: навчальний посібник. Львів: ЛНТУ, 2007.
8. Л.С. Кривчик Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії PhD за спеціальністю 132 - «Матеріалознавство». - Український державний університету науки і технологій. – Дніпро, 2023.

9. Ломино С., Овчаренко В.Д., Полякова Г.Н.,Андреев А.А., Шулаев А.М. Межэлектродная плазма вакуумной дуги в атмосфере азота . Сб. докл. 5-го Межд. симпозиума «Вакуумные технологии и системы», ISVTE-5. Харьков, 2002. С. 202-222.
10. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Пінчук В.Л., Дейнеко Л.М., Столбовий В.О. Дослідження структури і властивостей штампових сталей для виготовлення трубного інструменту після проведення зміцнюючої термічної і хіміко-термічної обробки і нанесення зносостійких покриттів, Металургійна та гірничорудна промисловість. 2021. №2, С. 71-88.
11. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Дейнеко Л.М., Пінчук В.Л., Столбовий В.О. Зміцнення трубного інструменту для виробнцтваа корозійностійких труб з метою покращення його механічних і трибологічних властивостей», V-а міжнародна конференція «Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід», 29 листопада 2022 р.
12. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Пінчук В.Л., Дейнеко Л.М., Столбовий В.О. Зміцнення трубопресового інструменту для виробництва корозійностійких труб шляхом нанесення зносостійких нанопокриттів. Збірник наукових праць «Наносистеми, нанотехнології і наноматеріали», Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України. 2022. №3, т.20., С.693-714.
13. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Дейнеко Л.М., Пінчук В.Л., Столбовий В.О. Іонно-плазмове азотування трубопресового інструменту з штампових сталей для виготовлення корозійностійких труб з метою покращення його експлуатаційних характеристик, XVIII-а міжнародна конференція «Стратегія якості в промисловості і освіті», 3-6 червня 2024 р. м. Варна /Болгарія/ - м. Дніпро /Україна/.
14. Столбовий В.О. Фізико-технологічні основи формування багатошарових наноструктурних вакуумно-дугових покриттів на основі нітридів тугоплавких металів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра тех. наук: 01.04.07. Харків, 2021, 36 с.
15. Саблев Л.П., Ломино Н.С., Ступак Р.И., Андреев А.А., Чикрыжов А.А. Двухступенчатый вакуумно-дуговой разряд: характеристики и методы создания. Сб. докл. 6-й Межд. конф. «Оборудование и технологии термической обработки металлов и сплавов». Харьков, 2005, ч. 2, С. 159 – 169.
16. Brading H.J., Morton P.H, Earweaker G. Plasma-nitriding with nitrogen, hydrogen and argon gasmixtures: Structure and composition of coating // Surf. Eng. 1992. v.8. №3. P 206-211.
17. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Дейнеко Л.М., Пінчук В.Л., Столбовий В.О. Зміцнення трубного інструменту для виробнцтваа корозійностійких труб з метою покращення його механічних і трибологічних властивостей, V-а міжнародна конференція «Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід», 29 листопада 2022 р.
18. Кривчик Л.С., Пінчук В.Л., Столбовий В.О., Думенко К.О., Перчун Г.І. Спосіб термічної обробки виробів з легованих інструментальних сталей: пат. 151611 Україна: МПК C21D 9/22, C23C 8/24; заяв. 14.04.2022 р., опубл. 18.08.2022 р.
19. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Дейнеко Л.М., Пінчук В.Л. Сучасні шляхи зміцнення трубного інструменту для виробництва корозійностійких труб» Proceedings of the 12th International Scientific and Practical Conference SCIENTIFIC RESEARCH IN XXI CENTURY OTTAWA, CANADA 16-

18.07.2022. С. 368-380
20. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Пінчук В.Л., Дейнеко Л.М., Столбовий В.О. Дослідження структури і властивостей штампових сталей для виготовлення трубного інструменту після проведення зміцнюючої термічної і хіміко-термічної обробки і нанесення зносостійких покриттів, Металургійна та гірничорудна промисловість. 2021. №2, С. 71-88.
21. Стефановський Ю.В. Технологія термічної обробки металів і сплавів: підручник. К.: Вища школа, 2008. 384 с.
22. Косенко В.А., Кадомський С.В. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство: підручник. Київ: Університет «Україна», 2012 р. 267 с.
23. Логойда І. О. Хіміко-термічна обробка сталей: навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2017. 292 с.
24. Матвієнко І.І. Технологія хіміко-термічної обробки сталей. К.: Вища школа, 2003. 416 с.
25. Павленко Р. М. Технологія хіміко-термічної обробки металів: навчальний посібник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2014. 319 с.
26. Азаренков С.І., Бойко Л.В., Боровик В.В. та ін. Хіміко-термічна обробка сталей: навчальний посібник. К.: НТУУ "КПІ", 2015.
27. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С. Використання хіміко-термічної обробки для покращення експлуатаційних властивостей трубопресового інструменту // Матеріали Всеукраїнської конференції «Молодь і наука. Практика інноваційного пошуку» Національна металургійна академія України, м. Дніпро, 18 грудня 2019 р. С. 72-76.
28. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Дейнеко Л.М., Пінчук В.Л. «Хіміко-термічна обробка трубопресового інструменту для виробництва корозійностійких труб – ефективний сучасний засіб термозміцнення з метою покращення експлуатаційних властивостей інструменту» // IX International Scientificand Practical Conference INTERNATIONAL FORUM: PROBLEMS AND SCIENTIFIC SOLUTIONS Australia. Melbourne, February 6-8, 2022 С.583-597
29. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С. Використання хіміко-термічної обробки з метою покращення експлуатаційних властивостей інструмента для пресування нержавіючих труб // XI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Сучасний рух науки» м. Дніпро. 8-9 жовтня 2020 р., С. 347-353
30. Кривчик Л.С., Пінчук В.Л., Хохлова Т.С. «Шляхи зміцнення трубопресового інструменту для виробництва корозійностійких труб з метою покращення його експлуатаційних характеристик» // V Международная научно- практическая конференция THEORY AND PRACTICE OF SCIENCE: KEY ASPECTS. Рим. Італія. 7-8 ноября, 2021, С. 349-371
31. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Дейнеко Л.М., Пінчук В.Л. Сучасні шляхи зміцнення трубного інструменту для виробництва корозійностійких труб» Proceedings of the 12th International Scientific and Practical Conference SCIENTIFIC RESEARCH IN XXI CENTURY OTTAWA, CANADA 16-18.07.2022. С. 368-380
32. Кривчик Л.С., Пінчук В.Л., Хохлова Т.С. Вибір зміцнюючої технології трубопресового інструмента для виробництва нержавіючих труб // VIII Міжнародна науково-практична конференція «Modern problems in science», Прага, Чехія, 9-12 листопада 2020 р., С. 699-707.

ДО МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ГРАНИЧНИХ ВИТРАТ ПИЛОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА

Доц., канд. техн. наук Г.Ю. Крячко, проф., докт. техн. наук Є.М. Сігарьов, аспірант І.М. Матина, магістрант В.В. Філіп'єв
Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна

Питання збереження газопроникності стовпа шихти та рівності ходу при вдуванні пиловугільного палива (ПВП) та зменшенні частки коксу у шихті доменної плавки залишаються найбільш актуальними. Однією з причини обмеження питомих витрат ПВП є неповне перетворення вугільного пилу в горні. У такому випадку напівкокс з ПВП, що не прореагувало, надходить в колошниковий пил, і утворюються так звані зони «пташиних гнізд» (відкладення дрібнодисперсного вугілля по краях мертвої зони). Умовою виникнення «пташиного гнізда» стає тривала робота повітряної фурми, коли у результаті сегрегації та недопалення коксу, а також вловлювання стінками прифурменної порожнини вуглецевого пилу утворюється характерне скупчення коксового дрібняку, що насичений розплавами.

Критичні явища у шарі, який названо газодинамічним порогом, розташованим у бортовій частині «пташиного гнізда», виникають внаслідок посиленого локального відновлення кремнію та утворення тугоплавких шлаків основністю до двох та більше одиниць, втрачаючих текучість та затриманих у шарі коксового дрібняка. Це погіршує газопроникність шихти по висоті печі та стає причиною зсуву потоку крапельно-рідких продуктів плавки, що призводить до низки негативних явищ.

Вплив зміни інтенсивності збагачення дуття киснем на газопроникність та можливість розплавлення утвореної шлакової кірки раніше оцінили із використанням високотемпературної моделі горна доменної печі (А.Г. Чернятевич зі співавторами, 2015 р.).

Оскільки головною метою застосування ПВП в доменній плавці є максимально можлива заміна коксу, то як правило, технологи встановлюють раніше випробуваний дуттьовий режим з максимальною витратою ПВП, за яким піч працює визначений відрізок часу до перших ознак порушення рівного ходу печі. Затим витрата ПВП скорочується і застосовуються традиційні засоби досягнення рівності ходу. У подальшому слідує чергова спроба підняття витрати ПВП. Тобто на нестаціонарність доменного процесу, обумовлену періодичністю випусків чавуну (Ю.Н. Овчинников та ін., 1989 р.), накладається нестаціонарність, що створюється технологами в пошуках оптимізації вдування ПВП. Це, в свою чергу, призводить до зниження як результативності, так і ефективності плавки.

ПВП подається в горн доменної печі разом із дуттям, тому його витрата є важливим параметром дуттьового режиму. Зазвичай використовують

відносну витрату замінника до одиниці виплавленого чавуну [1], до одиниці дуття (Є. Ф. Вєгман та ін., 2004 р.) або кисню (Є.В. Овчинникова і А.Н. Шаповалов, 2013 р.). Також використовують величину витрати ПВП у часі [2].

У дослідженні з метою оцінки інформативності і придатності широко використовуваних критеріїв для ведення доменної печі проаналізували ступінь узгодженості витрати ПВП з витратою дуття на трьох доменних печах ПАТ «ДМК» на основі отриманих [3] в період 2015-2018 рр. даних.

В якості параметрів вдування ПВП прийняли відносну витрату до тони чавуну, до м^3 дуття і до одиниці часу (год). Інформативність критеріїв оцінювали за сумою кореляційних відношень, що характеризують тісноту зв'язків між досліджуваними параметрами по трьом печам (ΣR^2).

Результати аналізу наведено на рис. 1. Найменш інформативним виявився критерій, віднесений до м^3 дуття (ΣR^2 = 0,53; рис. 1, *а*), що обумовлено різною якістю дуття за температурою, тиском і вмістом кисню. Найбільш інформативним для ведення печі виявилася часова витрата ПВП (ΣR^2 = 1,26; рис. 1, *б*).

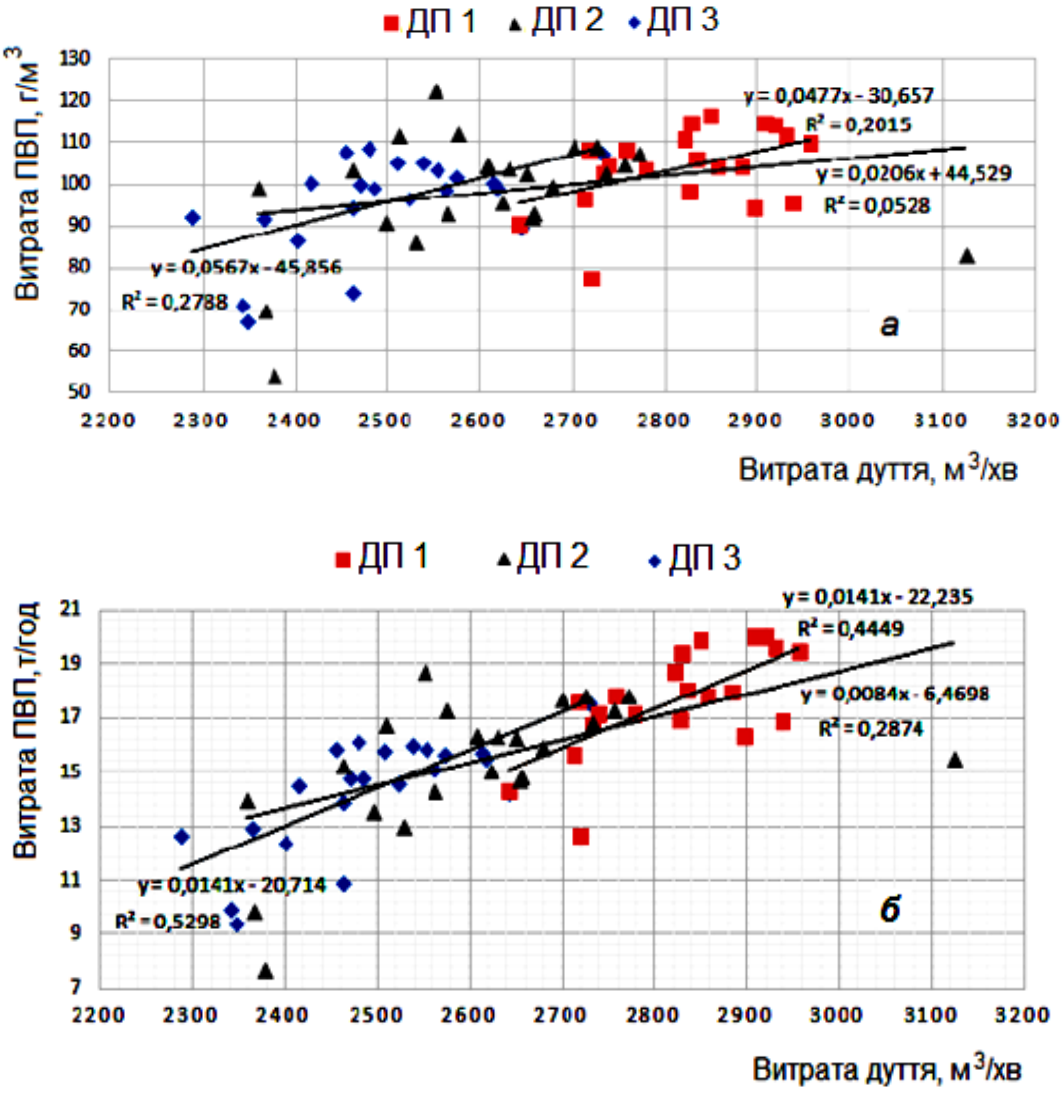


Рис. 1. Зв'язок між витратами дуття і пиловугільного палива

Необхідно відмітити, що часова витрата ПВП без прив'язки до інтенсивності дуття певного складу не дозволяє повноцінно врахувати зміну дуттьового режиму. Для збільшення інформативності оцінки було запропоновано критерій відносної витрати пилу до кубічного метру дуття - г/м^3·с.

Однак невідомою при цьому прагненні залишається межа, за якою додавання вугільного пилу в дуття буде порушувати рівний хід печі. Запропонована нами методика [4] вибору дуттьового режиму базується на спробі визначення цієї межі.

Так, для перевірки реакції доменної печі, більш конкретно — зміни газопроникності стовпа шихти, при зміні витрат ПВП в якості критерію газопроникності використали відношення витрати дуття $Q_д$ до його тиску $P_д$. Новим в підході до перевірки було наступне. Оскільки і витрата, і тиск дуття залежать в значній мірі від наповнення горна розплавами, то відношення їх величин фіксували для всіх вимірів в момент відкриття чавунної льотки: $(P_д/Q_д)_{вчл}$, в одиницях виміру кПа/м^3·с.

Було проведено виміри на випусках продуктів плавки на ДП при різних рівнях форсування її ходу. Момент вимірів був визначений як той, що відповідає найбільш напруженому періоду роботи печі перед випуском продуктів плавки, коли різко погіршуються умови розвитку прифурменної порожнини і відповідно горіння коксу і ПВП. В період дослідження діапазон змін витрати дуття перед випуском складав в залежності від сировинних та експлуатаційних умов 1400-3100 м^3/хв, а витрати вугільного пилу 8-24 т/год.

В якості показника витрати ПВП застосована густина потоку, відносна витрата ПВП до м^3 дуття, що подавалося в горн печі за одну секунду в одиницях г/м^3·с.

На відміну від широко вживаного критерію відносної витрати ПВП в часі [2] запропонований показник враховує часову густину пилового потоку в одиниці дуття, що подається в горн в одиницю часу. Тобто запропонований критерій пов'язує витрату ПВП з інтенсивністю дуття.

У сировинних та експлуатаційних умовах досліджуваної печі витрата ПВП до 110 г/м^3·с не викликала значних змін відносного опору. Подальше зростання витрати ПВП до 150 г/м^3·с викликало різке збільшення опору з 5 до 8 кПа/ м^3·с, тобто на 60 %. Можливо, що цьому збільшенню сприяли процеси в об'ємі прифурменних порожнин і їх «оболонках» — надмірна газифікація пилу, зашлакування золою ПВП міжкускових пустот на межі порожнини із сипучим коксом, тощо.

Запропонована методика [4] визначення критичного опору стовпа шихти при варіюванні витрат дуття і ПВП з дотриманням рівного ходу є універсальною для будь-якої доменної печі і умов її експлуатації.

Посилання

1. Нові наукові і прикладні результати досліджень ефективності використання пиловугільного палива при виробництві чавуну і випалі вапняку. Ю. С. Семенов, О. Л. Подкоритов, В. В. Горупаха та ін.

2020. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/339201589
2. Шотт Р. Стратегии оптимизации процесса вдувания пылеугольного топлива в доменную печь. *Черные металлы*, 2016, №8, 15-24.
2. Визначення витрати пиловугільного палива при збереженні рівного ходу доменних печей. Г.Ю. Крячко, М.С. Кузнецов, О.А. Чубіна, С.М. Степанченко. *Збірник наукових праць ДДТУ (технічні науки)*, 2020, № 1(36), 9-13.
4. Робота доменних компресорів і фурменної зони доменних печей : монографія. Крячко Г. Ю., Сігарьов Є. М. *Кам'янське: ДДТУ*, 2024. 256 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ В КРІОГЕННОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Проф., док. тех. наук Т.А. Манько, аспірант. В.В. Мурашко
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
м. Дніпро, Україна

Розробка та виготовлення виробів ракетно-космічної техніки з використанням полімерних композитів вимагає комплексного підходу, що включає не лише аналіз фізико-механічних характеристик матеріалів, але й врахування технологічних особливостей виготовлення. Це зумовлено тим, що матеріали, технологія виготовлення та конструктивні особливості є взаємопов'язаними.

В роботі буде розглянуто вимоги, що пред'являються до одного із найбільш розповсюджених компонентів ракетно-космічної техніки: композиційного кріогенного трубопроводу. В залежності від конструкції, вони поділяються на лейнерні і безлейнерні.

Лейнерні трубопроводи містять металічний або полімерний лейнер, що відповідає за герметичність. Такі трубопроводи можуть бути частково або повністю посилені композитною оболонкою[1].

Безлейнерні трубопроводи не містять лейнера як окремої складової. У них силова оболонка відповідає і за герметичність і за стійкість до механічних навантажень.

У даній статті, в якості матеріалу наповнення для композитного **фланця** обрано вуглепластик на основі рівноміцної **вуглецевої тканини** з плетінням типу twill 1-3K GG-240. В якості матеріалу **силової оболонки** обрано вуглепластик на основі високоміцного **вуглецевого волокна** марки Tenax®-E IMS65 E23 24K 830tex. Як сполучне в обох випадках використовуватиметься однакова система на основі епоксидної смоли Araldite LY 1135-1 A / Aradur 917 CH / Accelerator 960-1 (Huntsman).

Критичну важливість для кріогенних трубопроводів має стійкість їх у діапазоні температур від кріогенної до номінальної планової: від -196°С до +50°С. Також важлива стійкість до багаторазових заправок і спустошень, адже зі збільшенням кількості циклів, підвищується загальна проникність матеріалу [2].

Для матеріалів, що вказані вище, було досліджено вплив температури на такі механічні властивості як руйнівна напруга, модуль пружності, відносне подовження, КЛТР та коефіцієнт Пуассона.

Визначення коефіцієнта лінійного температурного розширення (КЛТР) здійснювалось за допомогою автоматичного кварцового дилатометра ДКВ-5А, призначеного для аналізу дилатометричних характеристик твердих тіл.

Дилатометр оснащений кварцовим тримачем для зразка та штовхачем, що передає зміни його довжини. Штовхач підвішений на пласких пружинах для усунення тертя, що значно підвищує точність і чутливість вимірювання. Контроль змін довжини здійснювався за допомогою високочутливого механотрону, який характеризується стабільною лінійністю.

Випробування зразків на **розтяг та стиснення** проводилися у кількох температурних режимах. Перед початком випробувань зразки витримували у відповідному середовищі до досягнення необхідної температури:

- Температура -196 °С. Досягалася в середовищі рідкого азоту.
- Температура -40 °С. Досягалася в середовищі етилового спирту та рідкого азоту.
- 20±5 ºС. Атмосферне середовище.

Дослідження механічих властивостей зразків при розтягуванні та зрушенні виконували на універсальній випробувальній машині Instron 1126.

Результати замірів руйнівної напруги та модуля пружності для вуглецевої тканини при розтягненні та стисненні продемонстровано на графіках нижче.

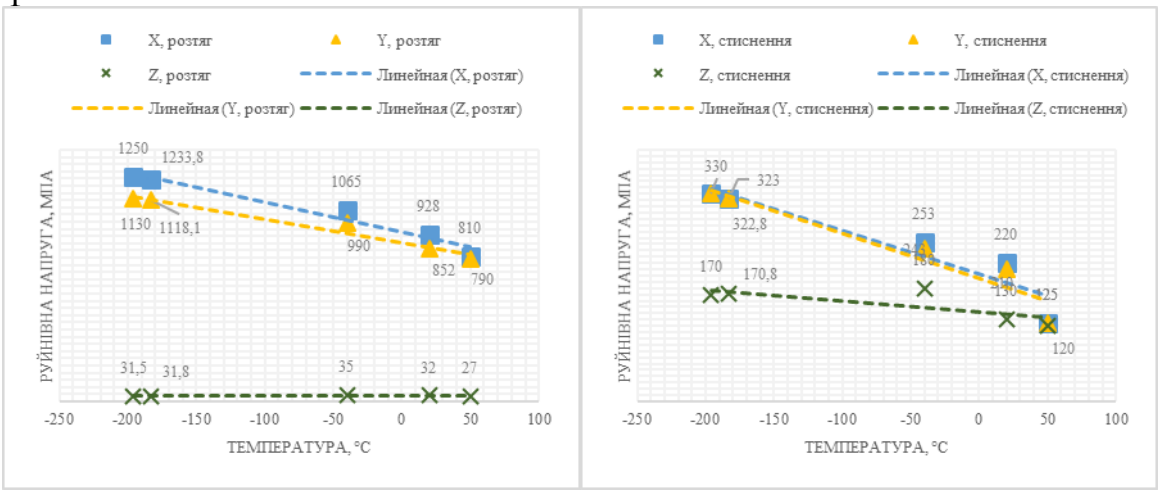


Рисунок 1 – Вуглецева тканина. Залежність руйнівної напруги від температури. Графік для напруги розтягу та стиснення

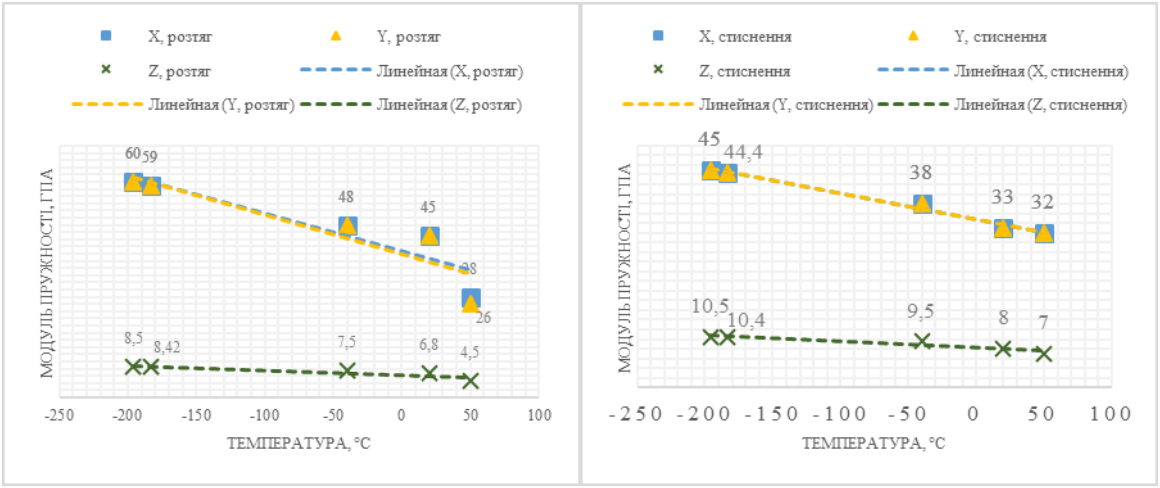


Рисунок 2 – Вуглецева тканина. Залежність модуля пружності від температури. Графік для пружності розтягу та стиснення

Таблиця 1 – Фланець. Характеристики вуглепластику на основі рівноміцної вуглецевої тканини з плетінням типу twill

Параметр композиту	Температура, °С	X	Y	Z
Відносне подовження при розтягуванні (стисненні), %	-196	1,4	1,4	0,24
	-183	1,4	1,4	0,25
	-40	1,42	1,42	0,4
	20	1,45	1,45	0,5
	50	1,45	1,45	0,5
КЛТР, $10^{-6}\cdot К^{-1}$	-196 – +20	0,3	0,3	10
	-183 – +20	0,3	0,3	10
	-40 – +20	0,3	0,3	10
	+20 – +150	0	0	25

Таблиця 2 – Фланець. Пружні характеристики композитного матеріалу в трьох ортогональних площинах

Параметр композиту	Температура, °С	XY	XZ	YZ
Коефіцієнт Пуассона	-196	0,09	0,01	0,09
	-183	0,09	0,01	0,09
	-40	0,09	0,01	0,09
	20	0,09	0,01	0,09
	50	0,09	0,01	0,09

Для значень у температурній точці -183 °С, що використовуються в розрахунках міцності, значення оцінювалися за допомогою лінійної інтерполяції. Експериментальні значення близькі до значень у температурній точці -196 °С у межах розкиду (можна вважати значення однаковими).

Із графіків і таблиць помітно характерну поведінку властивостей **вуглецевої тканини**. Її властивості очікувано ідентичні у двох ортогональних напрямках плетіння волокна і відрізняються в напрямі перпендикулярному до площини плетіння [3]. Також простежується значне

низькотемпературне зміцнення матеріалу: до 50% підвищення руйнівної напруги і модуля пружності. Це підвищення стосується випробувань і на стиснення і на розтяг при охолодженні до кріогенних температур.

Подібне явище спостерігалося і в інших дослідженнях. Причиною цього є зменшення рухливості полімерних ланцюгів, що призводить до зростання сил зв'язку між молекулами, а отже — до підвищення міцності матеріалу [4].

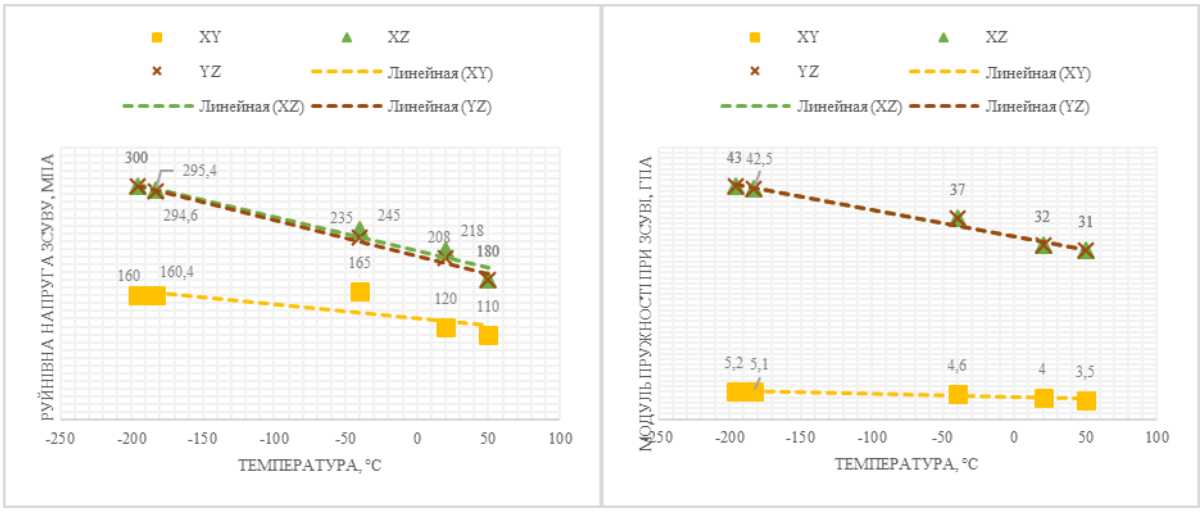


Рисунок 3 – Вуглецева тканина. Залежність руйнівної напруги та модуля пружності зсуву від температури

Для напруження зсуву також простежується значне низькотемпературне зміцнення матеріалу: до 40% підвищення руйнівної напруги і до 28% модуля пружності.

В якості матеріалу силової оболонки трубопроводу використовувалося односпрямоване вуглецеве волокно. Далі в роботі наведено результати досліджень на цьому наповнювачі.

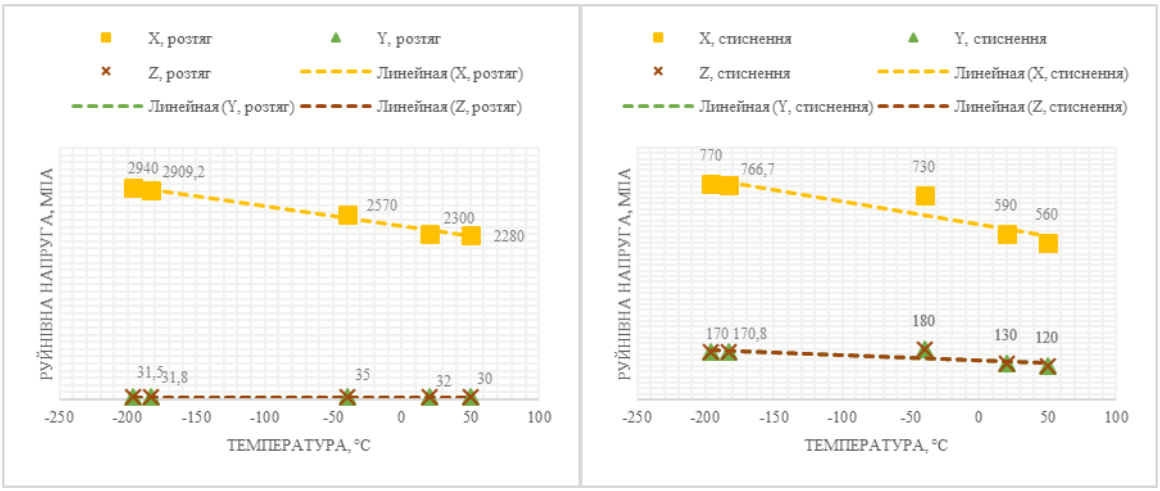


Рисунок 4 – Вуглецеве волокно. Залежність руйнівної напруги від температури. Графік для напруги розтягу та стиснення

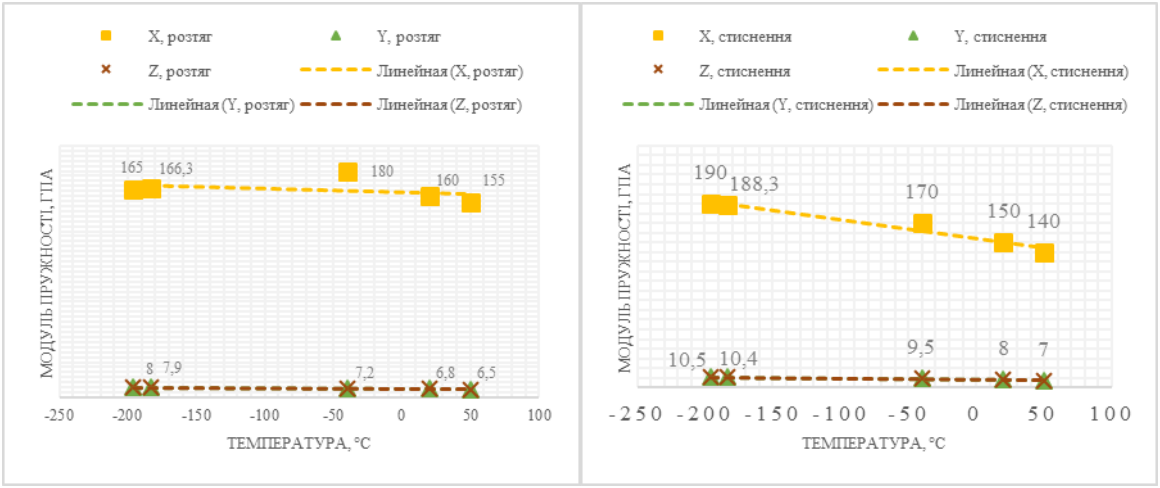


Рисунок 5 – Вуглецеве волокно. Залежність модуля пружності від температури. Графік для пружності розтягу та стиснення

Таблиця 3 – Силова оболонка трубопроводу. Характеристики односпрямованого вуглепластику на основі вуглецевого волокна

Параметр композиту	Температура, °С	X	Y	Z
Відносне подовження при розтягуванні (стисненні), %	-196	1,1	0,24	0,24
	-183	1,1	0,24	0,24
	-40	1,2	0,29	0,29
	20	1,1	0,43	0,43
	50	1,12	0,45	0,45
КЛТР, $10^{-6}\cdot К^{-1}$	-196	0,05	0,2	0,2
	-183	0,05	0,23	0,23
	-40	0,06	0,5	0,5
	20	0,33	3,13	3,13

Таблиця 4 – Силова оболонка трубопроводу. Пружні характеристики в трьох ортогональних площинах

Параметр композиту	Температура, °С	XY	XZ	YZ
Коефіцієнт Пуассона	-196	0,30	0,01	0,3
	-183	0,30	0,01	0,3
	-40	0,30	0,01	0,3
	20	0,32	0,01	0,32
	50	0,32	0,01	0,32

Для значень у температурній точці -183 °С, використовується температурна інтерполяція

Із графіків встановлено характерну анізотропію властивостей **вуглецевого волокна**. Для нього простежується висока міцність в напрямку вздовж волокна і значно нижча міцність в інших ортогональних напрямках. Як і для тканини, виражене значне низькотемпературне зміцнення матеріалу: до 30% підвищення руйнівної напруги і на стиснення і на розтяг при

охолодженні до кріогенних температур. Ріст модуля пружності – не такий виразний: 7-10%.

Даний результат можна пояснити характерною поведінкою вуглецевих волокон за кріогенних температур. Молекулярна структура волокон є неоднорідною, і внаслідок високотемпературної термообробки, що застосовується під час виробництва, рівень їх кристалічності та молекулярної орієнтації вже наближений до оптимального. Тому подальше покращення за рахунок дії кріогенних температур практично неможливе. А їхній модуль пружності зростає лише незначною мірою [5]. Через утворення тріщин на поверхні вуглецевих волокон за кріогенних температур, міцність окремого волокна зменшується зі зниженням температури.

Ущільнення повинні бути стійкими до екстремальних умов, зокрема до одночасного впливу низьких температур, механічних навантажень на поверхні, агресивного середовища та взаємодії всіх цих чинників.

Композити широко застосовуються в умовах кріогенних температур завдяки їхнім сприятливим характеристикам міцності, температурного розширення та стійкості до навантажень. Особливо цінним у цьому контексті є політетрафторетилен (PTFE) [6].

В якості матеріалу **ущільнення**, обрано **фторопласт PTFE T105-G.** Фторопласт PTFE T105-G – це політетрафторетилен, із 15% наповненням із скла та 5% дисульфіду молібдену (MoS_2). Завдяки наповненню, матеріал має підвищену стійкість до текучості при кріогенних температурах і забезпечує необхідні властивості для використання як композитного ущільнення для роботи за високих тисків.

Термомости, що застосовуються в оснащенні для проведення нормативного відпрацювання, виготовляються з фторопласту марки фторопласт-4.

Висновки

1. У результаті дослідження було визначено, що для фланців та силової оболонки суцільнокомпозитного кріогенного трубопроводу варто використовувати один вид сполучного і 2 споріднені матеріали армування. Для виготовлення фланця буде використовуватися вуглепластик на основі рівноміцної **вуглецевої тканини** з плетінням типу twill 1-3K GG-240. Для силової оболонки буде використано вуглепластик на основі високоміцного **вуглецевого волокна** марки Tenax®-E IMS65 E23 24K 830tex
2. В якості сполучного в обох випадках використовуватиметься система на епоксидній основі Araldite LY 1135-1 A / Aradur 917 CH / Accelerator 960-1 (Huntsman). Використання єдиного сполучного дає такі переваги як уніфікація матеріалів та однаковий КЛТР. Це зменшує ризики формування внутрішніх напружень всередині конструкції та розтріскування сполучної матриці.
3. В результаті досліджень, було оцінено механічні властивості композиційних вуглецевих композиційних матеріалів: руйнівну напругу та

модуль пружності, КЛТР та коефіцієнт Пуассона. Для обох видів армування: і тканини і волокна простежується висока міцність на розтяг і стиснення в напрямку паралельному до волокна і нижча міцність в перпендикулярному напрямку.

4. Було виявлено значне низькотемпературне зміцнення матеріалів при охолодженні їх до кріогенних температур (до -196°C). Для матеріалу **фланця** (тканини) зафіксовано підвищення на величину до 50% руйнівної напруги і модуля пружності при розтягу і стисненні. Для напруження зсуву тканини, зміцнення руйнівної напруги становить до 40%, а підвищення модуля пружності до 28%. Для матеріалу **силової оболонки труби** (волокна) теж спостерігалося низькотемпературне зміцнення руйнівної напруги і на стиснення і на розтяг: до 30%. Проте ріст модуля пружності – не такий виразний, хоча і помітний: 7-10%.

5. Було досліджено вплив кріогенних температур на матеріал фторопластового ущільнювача. Підтверджено придатність фторопласту PTFE T105-G до роботи в кріогенних умовах і його сумісність із композиційним матеріалом трубопроводу.

Посилання

1. A. Air, M. Shamsuddoha, and B. G. Prusty, "A review of Type V composite pressure vessels and automated fibre placement based manufacturing," *Composites Part B: Engineering*, Feb. 2023.
2. Flanagan M, Grogan DM, Goggins J, Appel S, Doyle K, Leen SB, et al. Permeability of carbon fibre PEEK composites for cryogenic storage tanks of future space launchers. Compos Part A Appl Sci Manuf 2017;101:173–84. https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2017.06.013.
3. Джур Є.О., Кучма Л.Д., Манько Т.А. Полімерні композиційні матеріали в РКТ. К.: Вища школа, 2003. 25 с.
4. Li F, Hua Y, Qu CB, Xiao HM, Fu SY. Greatly enhanced cryogenic mechanical properties of short carbon fiber/polyethersulfone composites by graphene oxide coating. Compos Part A Appl Sci Manuf 2016;89:47–55. https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2016.02.016.
5. Zhang Y, Xu F, Zhang C, Wang J, Jia Z, Hui D, et al. Tensile and interfacial properties of polyacrylonitrile-based carbon fiber after different cryogenic treated condition. Compos Part B Eng 2016;99:358–65. https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.05.056.
6. Theiler G, Gradt T. Friction and wear of polymer materials at cryogenic temperatures. Polym. Cryog. Temp., Springer 2013:41–59. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35335-2_3

ВПЛИВ ЛЕГУВАННЯ НА РЕКРИСТАЛІЗАЦІЮ ЕВТЕКТИЧНОГО ЦЕМЕНТИТУ В ПРОЦЕСІ ПІСЛЯДЕФОРМАЦІЙНОГО ВІДПАЛУ

Проф., докт. техн. наук Т.М. Миронова,
доц., канд. техн. наук О.А. Ремез, магістр І.В. Комеристий
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна

Вступ. Позитивний вплив пластичної деформації на властивості білих чавунів та сталей ледебуритного класу вже давно широко відомий [1…3]. Первинна структура цих сплавів, що утворилася при кристалізації, при обробці тиском істотно змінюється. Евтектичні аустенітно-карбідні колонії під дією напружень формозмінюються: згинаються, сплющуються, дробляться, витягаються. Природно, що зміни залежать від морфології колоній, їх орієнтування, ступеня деформації і, нарешті, від властивостей і природи самих евтектичних фаз. Поведінка карбідних складових, головним чином, і визначає зміну структури колоній при деформуванні. Однією з проблем в залізовуглецевих сплавах евтектичного типу, які піддаються обробці тиском, є карбідна неоднорідність в розташуванні евтектичних карбідів і навіть волокнистість, які призводять до анізотропії властивостей поздовжніх і поперечних зразків. Термічна обробка, яка застосовується після пластичної деформації або на проміжних стадіях обробки тиском може суттєво вплинути на структуру, що утворюється, і відповідно властивості. Звичайно, експлуатаційні властивості формуються в процесі остаточної термічної обробки, але винятково важливе значення має структура, яка буде вихідною для такої обробки (загартування, відпустку і т.д.)

Застосування пластичного деформування білого чавуну стало можливим завдяки використанню фазових перетворень у найбільш крихкій структурній складовій – ледебуриті, а точніше в евтектичному цементиті [3…5]. В процесі гарячої деформації в легованому ванадієм цементиті виділяються карбіди ванадію, при цьому змінюється його тонка структура. Результатом комплексного впливу фазових та структурних змін є пластифікація цементиту – карбід заліза деформується без руйнування.

Метою даної роботи є дослідження впливу легування хромом та ванадієм на процеси зміцнення та знеміцнення в евтектичному цементиті при деформації та в процесі відпалу для прогнозування його поведінки при гарячій прокатці.

Матеріали дослідження. В роботі досліджували білі чавуни (2,91…3,01% С) з різним вмістом хрому від 0,5 до 8% за масою і ванадію від 0,5 до 2,5%. При такому легуванні кількість спеціальних евтектичних карбідів цих елементів не перевищує 10%. Основною евтектичною складової в експериментальних чавунах є ледебурит, тобто хром і ванадій здебільшого розчинялися в карбіді заліза і аустеніті. Хімічний склад евтектичного цементиту показано у таблиці1.

Таблиця1 - Хімічний склад евтектичного цементиту дослідних сплавів

№ сплаву	Fe	Cr	V	Mn
1	92,45	1,05	-	0,15
2	86,03	7,98	-	0,24
3	79,9	15,1	-	0,18
4	90,48	0,86	2,08	0,22
5	87,45	0,78	4,76	0,17
6	86,95	1,05	4,83	0,19

Гарячу деформацію чавунних заготовок здійснювали прокаткою на лабораторному двохвалковому стані з гладкою поверхнею валків діаметром 300 мм. Діапазон досліджуваних обтискань становив 17-65%. Температура початку деформації становила 1050ºС. Після виходу з валків зразки загартовувалися у воді.

Для вивчення рекристалізаційних процесів використовували вимірювання мікротвердості, рентгеноструктурний та мікроструктурний аналіз.

Результати досліджень. Дослідження показали, що гаряча пластична деформація призводить до зміцнення цементиту. Відомо, що хром посилюючи ковалентну складову міжатомних зв'язків у цементиті сприяє підвищенню його твердості [6,7]. У роботі встановлено, що у вихідному стані легування, як хромом, так і ванадієм, підвищує мікротвердість цементиту.

У сплавах (№1-3) у евтектичному цементиті, що легований хромом, не виявлено утворення нових фаз ні при відпалі, ні при гарячій деформації. При збільшенні ступеня деформації «хромистий» цементит зміцнюється, але несуттєво. Причому не за рахунок розвитку динамічних процесів зневміцнення, а скоріше через зниження здатності до пластичної течії, а значить і до деформаційного наклепу. При збільшенні концентрації хрому в карбіді заліза його пластичність та пластичність сплаву загалом зменшуються.

Напроти в легованому ванадієм цементиті спостерігається карбідне перетворення $(Fe,V)_3C \rightarrow VC+Fe_3C+A$, де А – аустеніт (рис.1) [3…5]. Розвиток даного карбідного перетворення у пересиченому ванадієм цементиті, викликаючи підвищену пластичність і сприйнятливість до пластичної течії, сприяє його наклепу у процесі гарячого деформування. Утворення кристалів VC, що служать бар'єрами для дислокацій, які рухаються при деформації, призводить до локального збільшення щільності дислокацій в прилеглих до частинок VC мікрооб'ємах цементиту, який при цьому інтенсивно зміцнюється. Дисперсні частинки карбідів ванадію блокують процеси динамічної рекристалізації та полігонізації в цементиті, а точніше пригнічують їх за рахунок генерування дефектів кристалічної будови. При нагріванні гарячедеформованих легованих ванадієм сплавів № 5,6 (табл. 1), відбувається статичне повернення та рекристалізація.

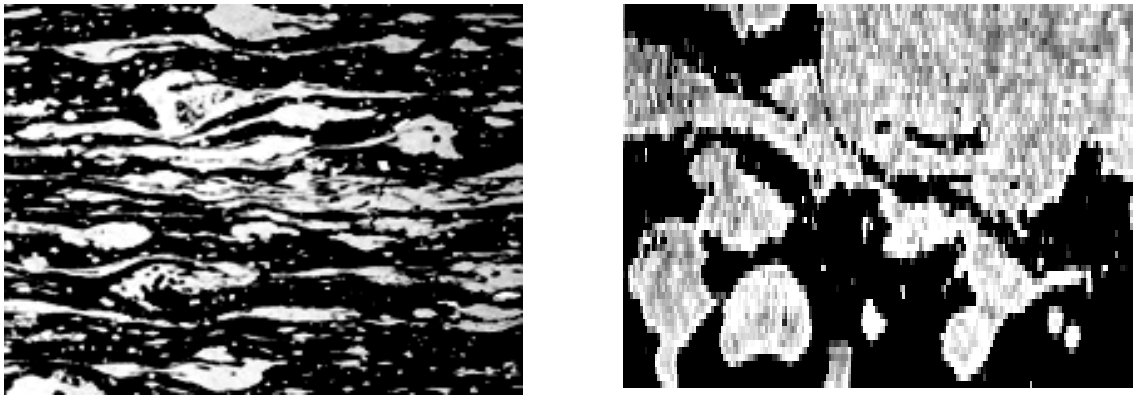


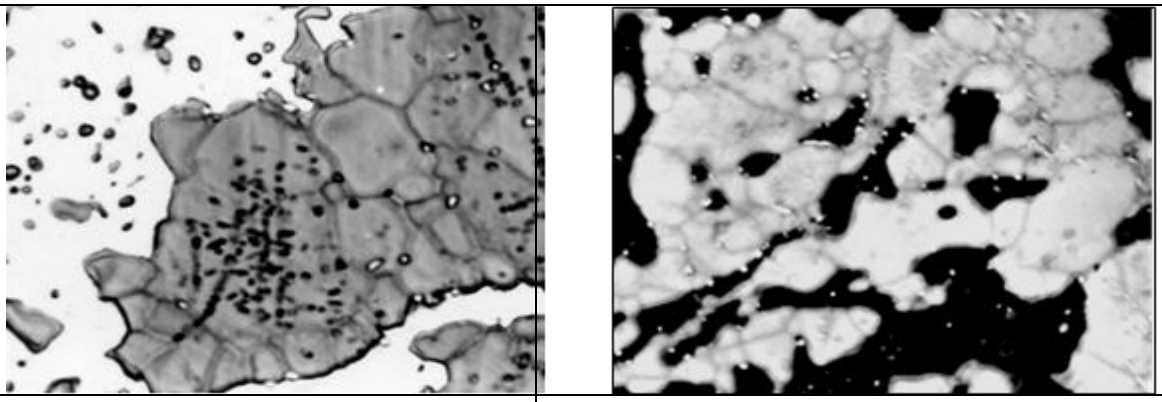
Рисунок 1 – Структура ледебуритного чавуни , легованого ванадієм:

а - формозміна колоній ледебуриту, $800^{x;}$ *б* – утворення карбідів ванадію в цементиті в процесі деформування, 1500^{x}

У процесі відпалу при температурі 1050°С в зразках, прокатаних зі ступенем деформації 65%, спостерігається різке зменшення мікротвердості після деякого інкубаційного періоду (рис. 2).

Рисунок 2 - Залежність мікротвердості цементиту від температури та тривалості відпалу для сплаву № 6 після деформації з різним ступенем:
1 –1050 °С, ε = 65%; 2 - 950 ° С, ε = 65%; 3 - 1050 ° С, ε = 25%

Цей факт також свідчить про перебіг рекристалізації у зразках після прокатки. На дебаєграмах перші ознаки статичної рекристалізації – поява точкових рефлексів на рентгенівських інтерференціях Fe_3C – виявлено після 20-хвилинної витримки. Збільшення тривалості витримки сприяє розвитку рекристалізації – кількість точкових рефлексів на інтерференціях цементиту збільшується. Однак мікротвердість цементиту, незважаючи на оновлену структуру рекристалізації, знову починає зростати. Це пояснюється розвитком карбідного перетворення – йому сприяє формування нових міжзеренних кордонів, на яких відбувається виділення карбідів ванадію, що в свою чергу зміцнюють цементит (рис. 3).



а ***б***

Рисунок 3 - Виділення карбідів ванадію в цементиті в процесі відпалу після прокатки:
а - травлення в хромовому ангідриді; *б* - теплове травлення,1200^{x}

В результаті рентгеноструктурного аналізу сплаву, в цементиті якого при прокатці спостерігається карбідне перетворення (сплав № 6), вдалося визначити температуру початку його статичної рекристалізації в залежності від ступеня деформації зразків (рис. 4).

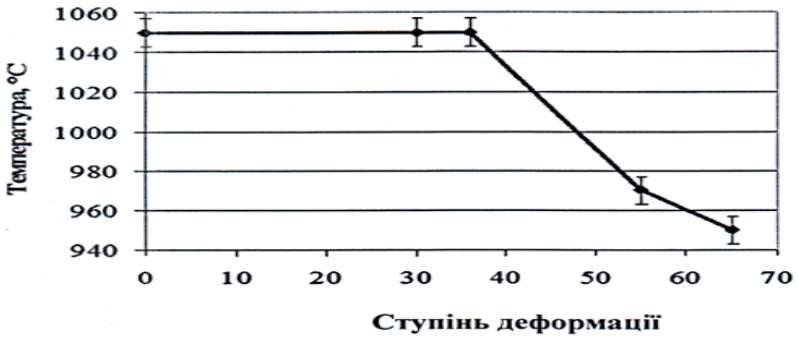


Рисунок 4 - Вплив ступеня деформації (%) на температуру початку рекристалізації

При зниженні температури відпалу до 950°С інкубаційний період початку статичної рекристалізації цементиту збільшується. Значне зміцнення цементиту спостерігається при двогодинній витримці (рис.2, крива 2). Його значення перевищує за величиною максимальне збільшення мікротвердості при 1050°З (рис. 2, крива 1). Справа в тому, що при 950°С утворення VC відбувається менш інтенсивно, ніж при 1050°С, і меншою мірою компенсує рекристалізаційне зниження. При збільшенні тривалості відпалу та розвитку рекристалізації цементиту відбувається збільшення кількості карбідів ванадію, які виділяються на межах зерен, що утворилися.

При зменшенні ступеня деформації (до 25%) зміцнення при післядеформаційному нагріванні відбувається значно слабше. Після витримки 1÷3 години рівень мікротвердості цементиту майже не змінюється і тільки при подальшому високотемпературному впливі спостерігається зміцнення, викликане виділенням карбідів VC (рис. 2, крива 3). Як і в зразках, що

продеформовані з більшим ступенем, кристали МС утворюються переважно на межах рекристалізованих зерен, іноді повністю їх декоруючи (рис. 3). Спостерігається також упорядковане розташування частинок VC, яке може бути пов'язане з їх орієнтаційним зародженням по певних кристалографічних площин цементиту в процесі деформування, або з виділенням по полігональних стінках. Поява нових меж у цементиті полегшує дифузію атомів ванадію та компенсує невідповідності, викликані об'ємним ефектом виділення кристалів VC.

Формування зеренної структури при статичній рекристалізації може сприяти розділенню цементитних кристалів та рівномірному розподілу карбідних частинок у процесі подальшої обробки тиском при температурі нижче за початок рекристалізації. В цьому випадку ефект від карбідного перетворення знижується. При більш високій температурі інтенсивніше проходить карбідне перетворення і тому переважає пластична течія цементиту, що призводить до утворення волокнистої структур

Висновки.

1. При легуванні хромом зменшується схильність карбіду $(Fe,Cr)_3C$ зміцнюватися при деформації, що спричинено посиленням ковалентної складової в карбідних кристалах, а також в легованому хромом цементиті не спостерігається карбідне перетворення, що впливає на його дефектність.

2. При легуванні ванадієм після гарячої деформації в карбіді заліза $(Fe,V)_3C$ при температурі вище 950°С відбувається статична рекристалізація, яка характеризується наявністю інтервалу інерційності (інкубаційного періоду) від 0,25 до 2год. залежно від температури відпалу та ступеня деформації. За більш низьких температур у цементиті відбувається полігонізація.

3. Температури, при яких у легованому ванадієм цементиті відбувається статична рекристалізація збігаються з температурним інтервалом, при якому розвивається карбідне перетворення.

4. В процесі післядеформаційного відпалу знеміцнення легованого ванадієм цементиту в результаті рекристалізації на перших етапах витримки змінюється зміцненням за рахунок виділення дисперсних карбідів ванадію на новоутворених межах, тобто, при деформуванні випереджаючим і превалюючим процесом є утворення частинок VC, при цьому динамічна рекристалізація гальмується, а в процесі відпалу відбувається рекристалізація, а потім утворення карбідів ванадію на межах нових зерен.

Посилання

1. Nipper H. Giesserei / H. Nipper, E. Piwowarsky //. - 1941. – №28, 305 p.
2. Сато Ю. Тецу то хаганэ / Iron and Steel, Inst Jap, 1971. – №5, 57. - P. 739 – 751.
3. Миронова Т. М. Структура и свойства деформируемых чугунов / Т.М.Миронова, В.З. Куцова. – Днепропетровск: Дриант, 2009. -190 с.

4.Миронова Т. М Можливість отримання листового прокату з білого чавуну з підвищеною пластичністю. Вісник ХНАДУ. 2023. Том 1 № (103). С.53-58. DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2023.103.0.53.
5. Myronova T. White Cast Iron Plasticity Increasing Using the Method of Phase Transformations Initiation in Eutectic Cementite//New Technologies And Achievements In Metallurgy And Materials Engineering: Acollective monographeditedby Henryk Dyja, AnnaKawalek // - Czestochowa. -Series: Monographs,2012, №24.- P. 252-256.
6. Inoue A. Effects of Alloying Elements (Cr, Mn, Ni, Co) on the Deformation Behavior of Cementite in Steel / A. Inoue, T. Masumoto // Trans. of the Iron and Steel Institute of Japan, 1977. – v. 7. - №3. - P. 143 – 149.
7. Таран Ю.Н. О микротвердости цементита / Ю.Н. Таран, В.И. Новик // МиТОМ.- 1979. - №10.- С. 11 – 13.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВІЗУАЛЬНОЇ КАРТИНИ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТА ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУВКИ КОНВЕРТЕРНОЇ ВАННИ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕРХНЬОЇ ОДНОСОПЛОВОЇ ФУРМИ

Канд. техн. наук Л.С. Молчанов, проф., докт. техн. наук А.Г. Чернятевич, канд. техн. наук Т.С. Голуб
Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України
м. Дніпро, Україна

На сучасному світовому економічному ринку сталеплавильна галузь не втрачає своїх високих показників, бо являється важливою базою для інших галузей економіки розвинутої країни. Вона забезпечує конструкційними матеріалами, а саме сталлю різного сортаменту. Відповідно до поточних світових тенденцій [1] киснево-конвертерне виробництво сталі зберігає передові позиції щодо виробництва, що зумовлене постійним розвитком й вдосконаленням цього процесу у технологічному так екологічному напрямку. При цьому кожне створене нововведення має пройти етап випробування, яке, з відомих причин, складно провести в промислових умовах. Це зумовлює активний розвиток різнопланового моделювання як окремих ланок киснево-конвертерного процесу так і процесу загалом. Наразі використовуються три напрями моделювання: фізичне на низькотемпературних, частіше, водяних моделях, фізичне високотемпературне із використанням реальних металевих розплавів, та математичне моделювання, яке повністю базується на отриманих результатах двох попередніх видів моделювання [2-3]. Відповідно фізичне моделювання являє собою невід’ємне джерело інформації про процеси, що супроводжують виготовлення сталі.

При проведенні фізичного моделювання для адекватної інтерпретації отриманих результатів та можливості їх використання щодо реальних промислових об'єктів використовують критерії подоби [4]. Вони дозволяють оцінити необхідні для проведення моделювання технологічні показники проведення процесу відповідно до наявних аналогічних показників у реальному промисловому агрегаті, який моделюється. Однак, навіть із урахуванням критеріїв подоби, отримані, наприклад, за результатами низькотемпературного моделювання данні потребують правильного розуміння, яке можна отримати завдяки пошуку залежностей та відповідностей однакових чи схожих процесів, які відбуваються за умов низькотемпературного та високотемпературного моделювання одного й того ж реального промислового об'єкту. Відповідно до цього в роботі було проведено співставлення низькотемпературного та високотемпературного моделювання процесу верхньої продувки у кисневому конвертері.

Співставлення проведено за результатами високотемпературного та низькотемпературного моделювання, яке передбачало використання однієї й тієї ж продувної фурми (1 сопло, критичний діаметр $2{,}3 \cdot 10^{-3}$ м). узагальнені дані проведення високотемпературного та низькотемпературного моделювання наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Співвідношення основних фізичних показників при низькотемпературному та високотемпературному моделюванні процесу продувки металу у кисневому конвертері

№	Параметр	Значення для моделювання	
		низькотемпера-турного	високотемпера-турного
1.	**Рідина, що імітує рідку фазу**	вода	рідка сталь
1.1	температура, °С	25	1550
1.2	щільність, кг/м^3	1000	7000
1.3	в'язкість, Па·с	0,001	0,005
1.4	поверхневий натяг, Н/м	0,073	1,4
2.	**Газ для продувки**	повітря	кисень
2.1	щільність, кг/м^3	1,23	1,43
2.2	тиск, Па	200 – 3200	200 – 3200
2.2	витрата, м^3/год.	0,23 – 4,6	1 – 11
2.3	температура, °С	20	1500
2.4	атомна будова	двоатомний*	двоатомний

* - *враховуючи складну будову з декількох газів, умовно прийнято, що повітря є двоатомним газом*

Модельна продувна фурма була побудована з урахуванням подібності до промислової продувної фурми з п'ятьма соплами (критичний діаметр $41 \cdot 10^{-3}$ м). Низькотемпературна модель складалася з прозорої ємності, в яку заливали 8 л води кімнатної температури, яку підфарбовували водорозчинним барвником червоного кольору для отримання більшого оптичного контрасту.

Високотемпературна установка складалася з 60 кг моделі кисневого конвертера з верхньою продувкою. Фурма на обох моделях встановлювалася в стаціонарний режим відносно поверхні ванни на висоті 40 калібрів від поверхні спокійного металу.

Продувку на низькотемпературній моделі здійснювали повітрям від компресора. На високотемпературній моделі – технічним киснем з балонів. Витрата продувного газу на моделях контролювалася витратомірами. Відео фіксація поверхні ванни здійснювалася зі швидкістю 200 кадрів за секунду під певним однаковим для обох моделей кутом до поверхні ванни. Для дослідження був обраний етап продувки до початку інтенсивного окислення вуглецю та наведення шлаку, який у варіанті високотемпературного моделювання характеризується можливістю візуальної фіксації лунки взаємодії газового струменя з рідкою ванною. Моделювання цього періоду є важливим щодо встановлення такого положення фурми, щоб окислення вуглецю відбувалося швидше та при цьому через розбризкування металу втрати та заметалювання фурми та горловини агрегату були меншими.

Найчастіше для проведення фізичного низькотемпературного моделювання використовують модифікований критерій Фруда:

$$Fr = \frac{\rho_г \cdot u^2}{g \cdot (\rho_p - \rho_г) d} \quad , \qquad (1)$$

де $\rho_г$ та ρ_p - густина газу у газовому струмені та рідини, яка продувається, відповідно, кг/м^3; d – діаметр продувного сопла, м; u – середня швидкість газу на виході з сопла, м/с. Відповідно до рівності цих критеріїв реального об’єкта та моделі витрата продувного газу на низькотемпературній моделі складає 0,00004 від витрати на промисловому об’єкті а для високотемпературних досліджень – 0,0001 (тобто співвідношення витрат при високотемпературному моделюванні та низькотемпературному складає 2,5).

Результати розкадровки відеозапису однакових етапів продувки за однакових умов співставляли шляхом порівняння геометричних розмірів лунки занурення (з діаметром d1) та периферійного гребню хвиль, що виникає на її краю (з діаметром d2) та визначенням глибини лунки за рахунок обробки у програмному продукті Bmp2Cnc. Відповідно до програми за фото визначалася глибина відповідно до інтенсивності кольору кожної чарунки, на які ділилося фото, і відмінності між відтінками кольору чарунок. Для прикладу представлений рис. 1.

На рисунку витрата продувного газу для високотемпературного моделювання складає 1 м^3/год, а для низькотемпературного – 0,4 м^3/год. Положення продувної фурми 40 калібрів.

По-перше, слід відмітити, що при положенні продувної фурми на висоті 40 калібрів видима лунка як результат взаємодії газового струменя з рідкою ванною з’являлася при витраті 1,38 м^3/год. При витраті 1,84 м^3/год на поверхні ванни з’являлися концентричні хвилі, що розповсюджувалися від центра до стінок моделі. А при збільшенні витрати до 3,22 м^3/год з кромки

лунки заглиблення газового струменя спочатку починали зриватися краплі рідини й на краю лунки з'являлися білі «гребінці» - рідина на кромці спінювалася. При максимально дослідженій витраті стисненого газу на рівні 4,6 м^3/год при вказаному положенні фурми видиму продувну лунку неможна було розрізнити через сильні сплески рідини.

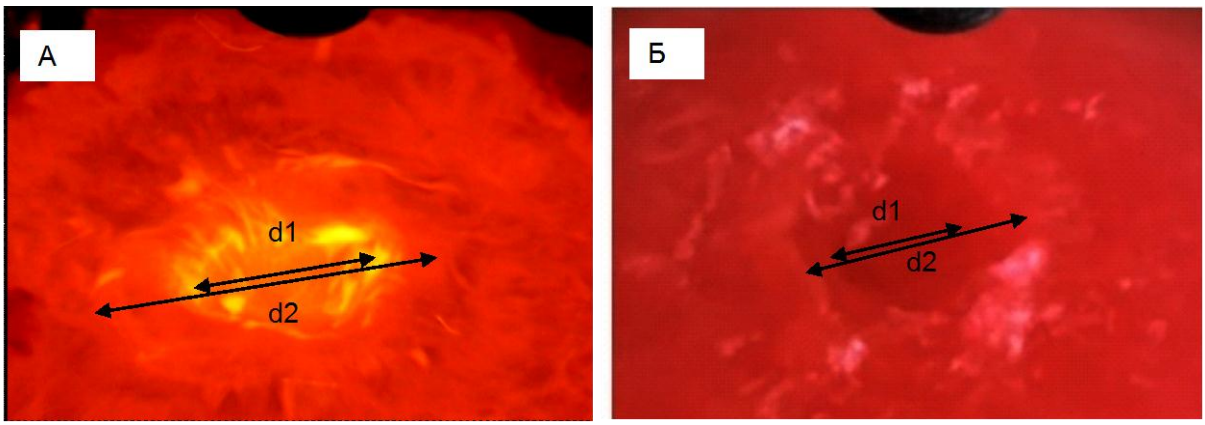


Рисунок 1 – Приклад співставлення результатів високотемпературного (А) та низькотемпературного (Б) моделювання (позначення в тексті)

Відповідно до прикладу на рисунку 1 та проведеного аналізу за різних співставляємих витрат продувного газу при високотемпературному моделюванні утворюється кратер який при збільшенні витрати з 2,3 до 2,76 м^3/год відрізняється співвідношенням діаметру до глибини на рівні 5 – 2, а для низькотемпературного – на рівні 1 – 0,7. Різниця у отриманих даних пов'язана, в першу чергу, з фізичними властивостями модельного середовища (рідкої сталі та води). Так відповідно до критеріїв подоби, які згруповують у собі основні фізичні характеристики середовищ, відношення критеріїв Фруда (Fr) модифікованого при однаковій швидкості продувного газу (що задовольнялося однаковими продувними фурмами та тиском газу):

$$\frac{Fr_н}{Fr_в} = \frac{\rho_{пов} \cdot (\rho_{сталі} - \rho_{кисню})}{\rho_{кисню} \cdot (\rho_{води} - \rho_{пов})} = 6{,}15\,, \qquad (2)$$

де індекси біля критеріїв Фруда «н» та «в» позначають відношення до низькотемпературної моделі та високотемпературної моделі у даному випадку, $\rho_{пов}$, $\rho_{кисню}$, $\rho_{води}$, $\rho_{сталі}$ – густини повітря, кисню, води та рідкої сталі відповідно.

За співвідношенням критеріїв Вебера (We), який враховує поверхневий натяг середовищ маємо:

$$\frac{We_н}{We_в} = \frac{\sigma_{води} \cdot \rho_{сталі}}{\sigma_{сталі} \cdot \rho_{води}} = 0{,}36 \qquad (3)$$

де $\sigma_{сталі}$ та $\sigma_{води}$ – поверхневий натяг сталі та води відповідно.

Відповідно з урахування цих двох критеріїв можна зробити висновок, що при проаналізованих витратах газу головним чином на лунку занурення впливає не тільки густина середовища, але й поверхневий натяг.

Таким чином, можна зробити висновок, що для високотемпературної моделі лунка відрізняється більшим діаметром та меншою глибиною, ніж отримані за відповідних умов на низькотемпературній моделі, що пов'язано з фізичними властивостями модельних рідин. Для переносу результатів, які можуть бути отримані на низькотемпературній моделі, на реальний промисловий об'єкт необхідно враховувати особливості рідкої фази, що використовується для моделювання та вводити поправочний коефіцієнт до отриманих результатів.

Посилання

1. Cappel J. 70 Years of LD-Steelmaking—Quo Vadis? / J. Cappel, F. Ahrenhold, M.W. Egger, H. Hiebler, J. Schenk // Metals. – 2022. – V. 12 . – P. 912 – 936.
2. Physical and mathematical models of gas-liquid fluid dynamics in LD converters / O.Olivares, A.Elias, R.Sanchez, M.Diaz-Cruz, R.D.Morales // Steel Res., 2002. – v. 73(2). – P. 44 – 51
3. Чернятевич А.Г. Высокотемпературное моделирование продувки конвертерной ванны с использованием двухъярусной кислородной фурмы / А.Г. Чернятевич, В.В. Вакульчук, Л.С. Молчанов, П.О. Юшкевич, Е.Н. Сигарев, К.И. Чубин, Е.А. Чубина // Теория и практика металлургии. – 2017. – № 3-4. – С. 79-85.
4. Яковлев Ю.Н. Теория подобия. Уч.пособие / Ю.Н. Яковлев. – Днепропетровск: НМетаУ. – 2004. – 32 с.

ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ПЕРЕБІГУ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ ВІДНОВЛЕННЯ КРЕМНІЮ З КРЕМНЕЗЕМУ ЗА ЛІТЕРАТУРНИМИ ДАНИМИ

Доц., канд. техн. наук С.П. Пантейков
Дніпровський державний технічний університет
м. Кам'янське, Україна

Кремній *Si* – найважливіший компонент чавуну і сталі.

У доменну піч кремній потрапляє з шихтою у вигляді діоксиду SiO_2 (кремній у вигляді кремнезему (SiO_2) завжди присутній в усіх компонентах доменної шихти – в золі коксу, в порожній породі рудного матеріалу, у вапняку), який є важковідновлювальним оксидом кремнію з високою теплотою дисоціації:

$$SiO_2 = Si + O_2 - 872{,}63 \text{ МДж}$$

У зв'язку з цим відновлення кремнію з кремнезему завжди перебігає за високих температур і супроводжується значним поглинанням тепла.

Сучасна точка зору передбачає, що відновлення кремнію з кремнезему перебігає ступінчасто, подібно процесам відновлення заліза з гематиту [1] і марганцю з його діоксиду [2], тобто із утворенням (відновленням) проміжного продукту відновлення – монооксиду кремнію (*SiO*):

$$SiO_2 \rightarrow SiO \rightarrow Si \qquad (А)$$

Раніше припускалося, що кремній відновлюється безпосередньо з кремнезему за одностадійною схемою:

$$SiO_2 \rightarrow Si, \qquad (Б)$$

тобто без утворення проміжного оксиду кремнію *SiO*.

При цьому вважається, що кремній не може відновитися з кремнезему за рахунок взаємодії останнього з газом–відновником *CO* за наступними хімічними реакціями: (1а) і (2а) (для схеми (А)), (3а) (для схеми (Б)):

$$SiO_2 + CO = SiO + CO_2; \qquad (1а)$$

$$SiO + CO = Si + CO_2; \qquad (2а)$$

$$SiO_2 + 2CO = Si + 2CO_2, \qquad (3а)$$

що також було підтверджено термодинамічними дослідженнями [3, 4] автора.

Також вважається, що водень теж не може відновлювати *Si* з SiO_2.

Таким чином, кремній відновлюється за рахунок взаємодії кремнезему з твердим вуглецем (*C*), тобто лише прямим шляхом, у дві стадії (за схемою (А)):

$$SiO_2 + C = SiO + CO; \qquad (1)$$

$$SiO + C = Si + CO \qquad (2)$$

Розглянемо термодинамічні умови перебігу зазначених хімічних реакцій (1) і (2), а також хімічної реакції карботермічного відновлення кремнію з кремнезему в одну стадію (за схемою (Б)):

$$SiO_2 + 2C = Si + 2CO \qquad (3)$$

з метою порівняння термодинамічних умов перебігу зазначених реакцій відновлення кремнію.

Стосовно температури початку карботермічного процесу відновлення кремнію з кремнезему не існує єдиної думки. Так, у літературних джерелах зазначаються різні числові значення цієї температури: 905°C, близько 1400°C, 1427°C, 1427–1691°C, 1540°C, 1540–1675ºC, 1607°C, 1669ºC, 1775ºC, 2911ºC тощо, при цьому значення температури плавлення самого кремнію за даними різних джерел також є різним і складає від 1410 до 1415°C.

Крім того, відновлений кремній може отримувати (відновлювати) монооксид кремнію з кремнезему, тому додатково розглянемо термодинамічні умови перебігу хімічної реакції утворення *SiO* з SiO_2 за допомогою відновленого кремнію (по аналогії з хімічною реакцією Белла–Будуара)

$$SiO_2 + Si = SiO \qquad (4)$$

внаслідок можливості її існування.

Таким чином, метою даної роботи є знаходження істинних числових значень граничних (рівноважних) температур $T_{гр}$ перебігу хімічних реакцій відновлення кремнію *Si* (двоступінчастого та одноступінчастого) з

кремнезему SiO_2 твердим вуглецем C і отримання SiO з SiO_2 відновленим кремнієм Si шляхом використанням прямого методу, який передбачає знаходження числових значень вільної енергії Гіббса ΔG_T^o безпосередньо для зазначених відновних карботермічних хімічних реакцій (1)–(3) утворення SiO і Si з SiO_2 та силікотермічної хімічної реакції (4) утворення SiO з SiO_2 в залежності від температури T із застосуванням для розрахунку відомих з різних джерел формул, при цьому значеннями граничних температур $T_{гр}$ кожної хімічної реакції (1)–(4) будуть значення температур у точках перетину розрахункових ліній вільної енергії Гіббса ΔG_T^o цих реакцій з віссю абсцис, тобто при $\Delta G_T^o = 0$ для кожної відновної реакції (1)–(4).

В ході виконання даної роботи для розрахунку числових значень ізобарно–ізотермічного потенціалу (вільної енергії Гіббса) ΔG_T^o в залежності від температури T були використані вирази, що наявні в різних інформаційних і літературних джерелах, при цьому частина з них була перетворена автором для можливості знаходження ΔG_T^o; для здійснення розрахунків і обробки отриманих результатів була задіяна комп'ютерна програма MS Excel 2013.

Так, в роботах М. І. Гасіка, джерелі [5] та Інтернеті наявні формули для визначення числового значення вільної енергії Гіббса ΔG_T^o залежно від температури T (у К) для хімічних реакцій (1)–(4) відповідно:

$\Delta G_T^o(1) = 660050 - 324{,}59 \cdot T$ при T=1700÷2000 К, Дж/моль CO; (1.1)
$\Delta G_T^o(1) = 159600 - 77{,}94 \cdot T$, Дж/моль CO; (1.2)
$\Delta G_T^o(2) = 44400 - 37{,}67 \cdot T$ при T=1690÷3000 К, Дж/моль CO; (2.1)
$\Delta G_T^o(3) = 709870 - 365{,}44 \cdot T$ при T=1700÷2000 К, Дж/моль CO,
$\Delta G_T^o(3) = 683470 - 352{,}42 \cdot T$ при T=2000÷2700 К, Дж/моль CO; (3.1)
$\Delta G_T^o(3) = 669730 - 366{,}60 \cdot T$, Дж/моль CO; (3.2)
$\Delta G_T^o(3) = 697390 - 359{,}07 \cdot T$, Дж/моль CO; (3.3)
$\Delta G_T^o(4) = 615650 - 286{,}92 \cdot T$ при T=1690÷1996 К, Дж/моль CO,
$\Delta G_T^o(4) = 596810 - 277{,}50 \cdot T$ при T=1996÷2700 К, Дж/моль CO (4.1)

У роботах Є. Ф. Вегмана наведені термодинамічні формули для визначення числових значень констант рівноваги K_P хімічних реакцій (3) і (4), з яких автором роботи, використовуючи рівняння ізотерми Вант–Гоффа (А. Г. Стромберг)

$$\Delta G_T^o = -2{,}3 \cdot R \cdot T \cdot \lg K_P = -R \cdot T \cdot \ln K_P,$$

були отримані вирази для знаходження числових значень вільної енергії Гіббса ΔG_T^o хімічних реакцій (3) і (4) залежно від температури T (у К):

$\Delta G_T^o(3) = 657458 + 14{,}73 \cdot \lg T \cdot T - 393{,}37 \cdot T$, Дж/моль CO; (3.4)
$\Delta G_T^o(3) = 693027 + 17{,}40 \cdot \lg T \cdot T - 431{,}61 \cdot T$, Дж/моль CO; (3.5)
$\Delta G_T^o(4) = 348426 + 26{,}96 \cdot \lg T \cdot T - 258{,}93 \cdot T$, Дж/моль CO, (4.2)

при цьому формула (3.4) застосовується у розрахунках для твердої фази, формула (3.5) – для рідкої фази.

Залежність числових значень вільної енергії Гіббса ΔG_T^o від температури T (в °С) ілюструє рис. 1, що побудований згідно з проведеними розрахунками за наведеними вище формулами (1.1), (1.2), (2.1), (3.1)–(3.5), (4.1), (4.2), що взяті з літератури та Інтернету для хімічних реакцій (1)–(4).

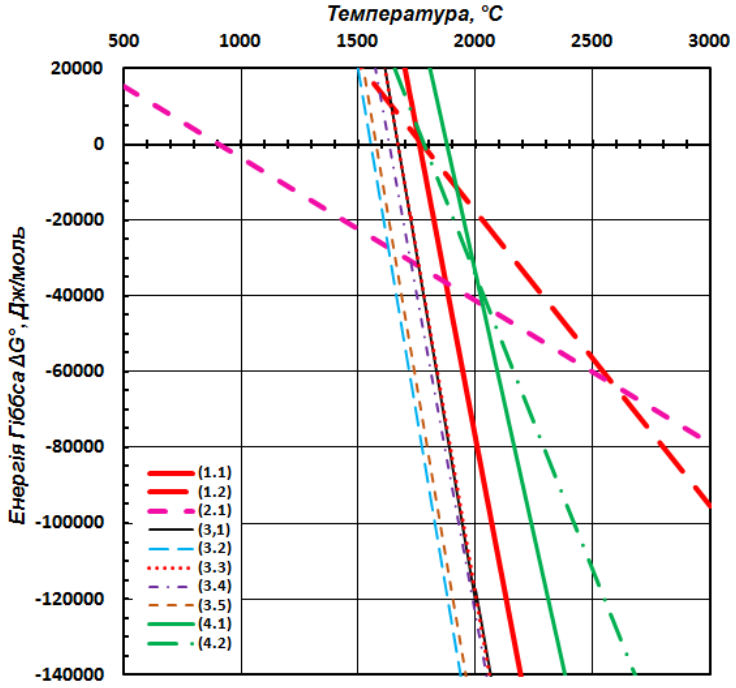


Рисунок 1 – Залежність значень вільної енергії Гіббса ΔG_T^o від температури T для хімічних реакцій (1)–(4)
/розраховані за виразами (1.1), (1.2), (2.1), (3.1)–(3.5), (4.1), (4.2) з літератури/

Проаналізуємо дані, що отримані за наведеними виразами (1.1), (1.2), (2.1), (3.1)–(3.5), (4.1), (4.2) з різних джерел.

Відповідно до цих формул, що наявні в літературних джерелах:

– хімічна реакція (1) теоретично (термодинамічно) може перебігати у діапазоні температур, які вищі за її граничну температуру $T_{гр}$ (тобто $T_{пр} > T_{гр}$), значення якої становить 1761°С (за формулою (1.1)) або 1775°С (за формулою (1.2)), при цьому для формули (1.1) некоректно зазначений (див. вище) діапазон температур T=1427÷1727°С;

– хімічна реакція (2) теоретично може перебігати у діапазоні температур, які вищі за її граничну температуру $T_{гр}$ (тобто $T_{пр} > T_{гр}$), значення якої становить 906°С (за формулою (2.1)), при цьому для формули (2.1) некоректно зазначений (див. вище) діапазон температур T=1417÷2727°С;

– хімічна реакція (3) теоретично може перебігати у діапазоні температур, які вищі за її граничну температуру $T_{гр}$ (тобто $T_{пр} > T_{гр}$), значення якої становить 1670°С або 1666°С (за формулами (3.1)), або 1554°С (за формулою ((3.2)), або 1669°С (за формулою (3.3)), або 1632°С (за формулою (3.4)), або 1576°С (за формулою (3.5)), тобто діапазон $T_{гр}$ значно коливається – від 1554°С до 1670°С, при цьому для формул (3.1) некоректно зазначені

(див. вище) діапазони температур T=1427÷1727°С у першому випадку і T=1727÷2427°С у другому;

– хімічна реакція (4) теоретично може перебігати у діапазоні температур, які вищі за її граничну температуру $T_{гр}$ (тобто $T_{пр} > T_{гр}$), значення якої становить 1873°С або 1878°С (за формулами (4.1)), або 1781°С (за формулою (4.2)), при цьому по Є. Ф. Вегману реакція (4) може перебігати при T=1327–1727ºС (по І. І. Борнацькому зворотна реакція (4) може перебігати при T<1500ºС, по П. В. Гельду і С. Й. Попелю – при T<1250ºС), при цьому для формул (4.1) некоректно зазначені (див. вище) діапазони температур T=1417÷1723°С у першому випадку і 1723÷2427°С у другому.

ВИСНОВКИ. Незважаючи на відсутність збігу розрахункових даних, що отримані за виразами з літературних джерел та Інтернет–ресурсів для відновних хімічних реакцій (1)–(4), і некоректні діапазони температур, які зазначені для деяких розрахункових формул, всі ці дані свідчать про наступне:

1. Твердий вуглець *C* є єдиним відновником кремнію з кремнезему, адже відновний газ *CO* не може відновити кремній *Si* з його діоксиду SiO_2, що підтверджується також роботами [3, 4] автора.

2. Перебіг хімічних реакцій (1)–(4) можливий при температурах *T* реального відновного процесу у доменних та інших відновних печах, хоча істинне числове значення температури початку відновлення *Si* з SiO_2 за літературними даними встановити неможливо через їх розбіжність.

Через те, що істинне значення температури початку відновлення кремнію з кремнезему за даними літературних джерел встановити неможливо, адже всі отримані граничні температури для реакцій (1)–(4) відрізняються одна від одної своїми числовими значеннями, необхідно застосувати інший метод розрахунку. Цей метод заснований на визначенні ступеня хімічної спорідненості кожного реагенту (*Si, SiO, C*) до кисню в залежності від температури *T*, що характеризується обчисленими за розрахунковими формулами з літературних джерел числовими значеннями вільної енергії Гіббса ΔG_T° для певних пар реакцій окислення *Si* до *SiO, SiO* до SiO_2, *C* до *CO* газоподібним киснем O_2. Цей метод застосував британський фізик і хімік Г. Еллінгем при побудові своєї всесвітньо відомої діаграми [5], яку часто застосовують для передбачення термодинамічних умов перебігу відновних процесів, в яких метал може бути відновлений з його оксиду або сульфіду, що міститься у руді, за допомогою певного відновника.

Посилання

1. Пантейков С. П. Розрахунок термодинамічних температур перебігу хімічних реакцій процесу ступінчастого відновлення заліза з гематиту твердим вуглецем / С. П. Пантейков, А. А. Романенко, Я. І. Бондаренко, О. М. Осташко // Збірник наукових праць ДДТУ: (тематичний випуск) «До 95-річчя кафедри металургії ім. проф. В. І. Логінова ДДТУ» / Кам'янське: ДДТУ, 2024. – С. 53–62.
2. Пантейков С. П. Термодинамічний аналіз умов перебігу хімічних реакцій ступінчастого відновлення марганцю з його діоксиду твердим вуглецем за

літературними даними / С. П. Пантейков, Я. І. Бондаренко, І. І. Узунов // Матеріали XV Всеукраїнської конференції молодих вчених «Молоді вчені 2025 – від теорії до практики», м. Дніпро, 20 березня 2025 р. – Дніпро: Журфонд, 2025. – С. 110–115.
3. Пантейков С. П. Про можливість перебігу реакцій відновлення кремнію з кремнезему газом CO з позицій термодинаміки / С. П. Пантейков // Литво. Металургія. 2025: Матеріали XXI Ювілейної Міжнародної науково-практичної конференції і XIV Міжнародної науково-практичної конференції (27–29 травня 2025 р., м. Харків–м. Київ) / Під заг. ред. д.т.н., проф. Пономаренко О. І. – Харків, НТУ «ХПІ». – С. 441–444.
4. Пантейков С. П. Термодинамічні дослідження за літературними даними впливу ступеня хімічної спорідненості речовин до кисню на можливість перебігу реакцій відновлення кремнію з кремнезему газом CO / С. П. Пантейков // Литво. Металургія. 2025: Матеріали XXI Ювілейної Міжнародної науково-практичної конференції і XIV Міжнародної науково-практичної конференції (27–29 травня 2025 р., м. Харків–м. Київ) / Під заг. ред. д.т.н., проф. Пономаренко О. І. – Харків, НТУ «ХПІ». – С. 444–447.
5. Павелко А. Є. Аналітичні дослідження процесу виплавки феросилікомарганцю та шляхи підвищення вилучення марганцю і кремнію / А. Є. Павелко, І. В. Дерев'янко // Збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих учених «Молода академія – 2018». – Дніпро, НМетАУ, 2019. – С. 20.
6. Ellingham Diagrams. URL: https://web.mit.edu/2.813/www/readings/Ellingham_diagrams.pdf

ТЕРМОДИНАМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПЕРЕБІГУ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ ВІДНОВЛЕННЯ КРЕМНІЮ З КРЕМНЕЗЕМУ ЗА ХІМІЧНОЮ СПОРІДНЕНІСТЮ РЕЧОВИН ДО КИСНЮ (ЛІТЕРАТУРНІ ДАНІ)

Доц., канд. техн. наук С.П. Пантейков
Дніпровський державний технічний університет
м. Кам'янське, Україна

При відновлення заліза у металургійних печах продуктами відновлення у отримуваних чавуні та залізній криці також є марганець і кремній.

Відновлення кремнію (*Si*) з кремнезему (SiO_2), як відомо, перебігає ступінчасто, подібно процесам відновлення заліза з гематиту і марганцю з його діоксиду, тобто із утворенням (відновленням) проміжного продукту відновлення – монооксиду кремнію (*SiO*):

$$SiO_2 + C = SiO + CO; \quad (1)$$

$$SiO + C = Si + CO \quad (2)$$

Раніше вважалося, що кремній відновлюється безпосередньо з кремнезему за одностадійною схемою:

$$SiO_2 + 2C = Si + 2CO, \quad (3)$$

тобто без утворення проміжного оксиду кремнію *SiO*.

Таким чином, кремній може відновлюватися лише за рахунок взаємодії кремнезему з твердим вуглецем (*с*), тобто лише прямим шляхом.

Крім того, відновлений кремній може відновлювати монооксид кремнію з кремнезему:

$$SIO_2 + SI = 2SIO \quad (4)$$

Метою даної роботи є знаходження значень граничних (рівноважних) температур $T_{гр}$ перебігу хімічних реакцій (1)–(4) відновлення *Si* з SiO_2 твердим вуглецем *C* і отримання *SiO* з SiO_2 відновленим кремнієм *Si* шляхом розрахунку за формулами з різних джерел числових значень вільної енергії Гіббса ΔG_T^o в залежності від температури *T* для певних хімічних окислювальних реакцій взаємодії з газоподібним киснем пари тих речовин, що приймають участь у кожній із зазначених відновних реакцій (1)–(4): відновника до продукту окислення і відновлюваного продукту реакції до початкового оксиду (метод Г. Еллінгема або непрямий метод). При цьому граничною $T_{гр}$ температурою для кожної реакції (1)–(4) буде температура у точці перетину двох ліній енергії Гіббса ΔG_T^o, що відповідають двом окислювальним реакціям, у яких окислюються ті ж самі речовини, що характерні для кожної реакції (1)–(4).

Це такі окислювальні хімічні реакції (5)–(8), для яких вирази для розрахунку вільної енергії Гіббса ΔG_T^o знайдені у різних літературних джерелах (Шаповалов О. М. Попель С. Й. Борнацький І. І. Турчанін М. А. Гасік М. І., Гавриш П. А.) та на деяких Інтернет–ресурсах:

$$2Si + O_2 = 2SiO \quad (5)$$

ΔG_T^o = – 208502 – 165,120·T, Дж/моль O_2; (5.1)

ΔG_T^o = – 196400 – 221,400·T, Дж/моль O_2; (5.2)

$$2SiO + O_2 = 2SiO_2 \quad (6)$$

ΔG_T^o = – 922990 + 211,840·T, Дж/моль O_2, T=298÷1986 K,

ΔG_T^o = – 905418 + 202,970·T, Дж/моль O_2, T=1986÷2173 K,

ΔG_T^o =– 157720 + 493,67·T, Дж/моль O_2, T=2173÷2500 K,

ΔG_T^o = – 805002 – 200,79·T, Дж/моль O_2, T>2500 K; (6.1)

$$Si + O_2 = SiO_2 \quad (7)$$

ΔG_T^o = – 906442 + 175,640·T, Дж/моль O_2, при 298÷1685 K; (7.1)

ΔG_T^o = – 936000 + 192,800·T, Дж/моль O_2, при 1883÷2000 K; (7.2)

ΔG_T^o = – 908690 + 175,650·T, Дж/моль O_2, при 298÷1690 K,

ΔG_T^o = – 946250 + 197,880·T, Дж/моль O_2, при 1690÷1996 K,

ΔG_T^o = – 927410 + 188,460·T, Дж/моль O_2, при 1996÷3000 K; (7.3)

ΔG_T^o = – 775670 + 198,000·T, Дж/моль O_2; (7.4)

ΔG_T^o = – 906555 + 174,050·T, Дж/моль O_2; (7.5)

ΔG_T^o = – 912237 + 180,740·T, Дж/моль O_2, T=298÷848 K,

ΔG_T^o = – 906555 + 174,050·T, Дж/моль O_2, T=848÷1298 K,
ΔG_T^o = – 902536 + 170,950·T, Дж/моль O_2, T=1298÷1690 K,
ΔG_T^o = – 911803 + 205,350·T, Дж/моль O_2, T=1690÷1986 K,
ΔG_T^o = – 902363 + 200,770·T, Дж/моль O_2, T=1986÷2500 K,
ΔG_T^o = – 536263 + 54,33·T, Дж/моль O_2, T=2500÷2560 K,
ΔG_T^o = – 912823 + 87,77·T, Дж/моль O_2, T>2560 K; (7.6)

$$2C + O_2 = 2CO \quad (8)$$

ΔG_T^o = – 221120 – 179,750·T, Дж/моль O_2; при 773÷2273 K; (8.1)
ΔG_T^o = – 236000 – 168,800·T, Дж/моль O_2 при 1500÷2000 K; (8.2)
ΔG_T^o = – 204200 – 178,600·T, Дж/моль O_2 (8.3)

Залежність значень вільної енергії Гіббса ΔG_T^o від температури *T* (у °C) для окислювальних хімічних реакцій (5)–(8) ілюструє рис. 1, що характеризує залежність від температури *T* ступеня хімічної спорідненості до кисню зазначених у лівій частині наведених реакцій (5)–(8) початкових речовин (елементів і сполук), які відповідно є продуктами відновлення і відновниками у відновних хімічних реакціях (1)–(4).

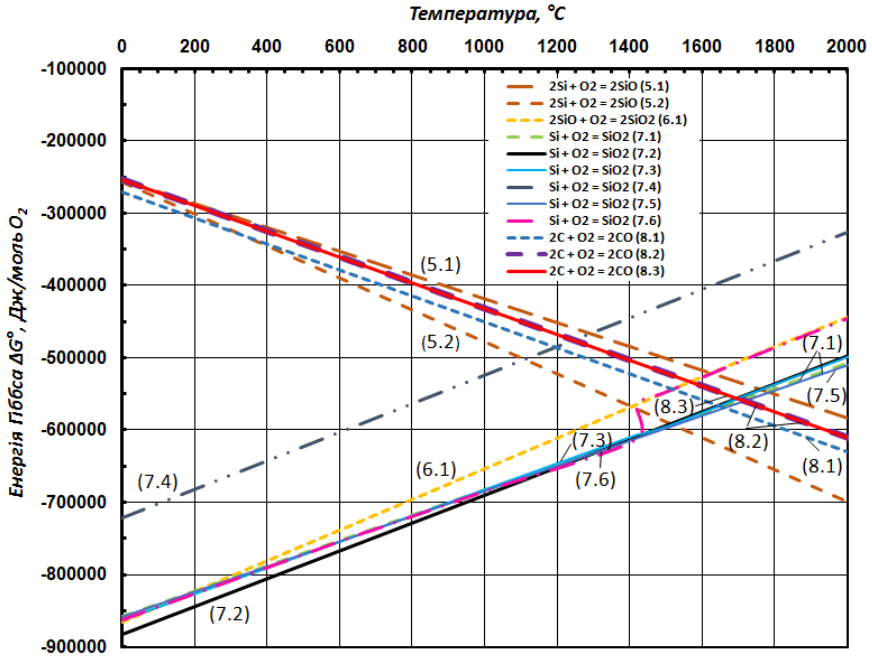


Рисунок 1 – Залежності значення вільної енергії Гіббса ΔG_T^o від температури *T* для хімічних реакцій (5)–(8)
/розраховані за виразами (5.1), (5.2) (6.1), (7.1)–(7.6), (8.1)–(8.3) з літератури/

Температура у кожній точці даного графіка, в якій перетинаються дві лінії температурозалежних значень енергії Гіббса ΔG_T^o (одна із яких є лінією однієї з окислювальних хімічних реакцій (5)–(7) утворення оксидів *SiO і* SiO_2, а друга – лінія окислювальної хімічної реакції (8) утворення газу *CO* з твердого вуглецю *C,* кожна пара з яких характеризує відновні реакції (1)–(3), а також ліній окислювальних хімічних реакцій (5) і (6), що характеризують реакцію (4)), відповідає однаковому значенню ступеня хімічної спорідненості

до кисню відновлювальної речовини (кремнію *Si* або його оксиду *SiO*) та відновника (твердого вуглецю *C* або кремнію *Si*), при цьому має дотримуватися умова рівності числових значень вільної енергії Гіббса ΔG_T^o для кожної з цих пар хімічних реакцій – (5) і (8), (6) і (8), (7) і (8), (5) і (6), тобто: $\Delta G_T^o(5) = \Delta G_T^o(8)$, $\Delta G_T^o(6) = \Delta G_T^o(8)$, $\Delta G_T^o(7) = \Delta G_T^o(8)$, $\Delta G_T^o(5) = \Delta G_T^o(6)$. Таким чином, зазначені точки перетину ліній окислювальних хімічних реакцій (5)–(7) з лінією окислювальної хімічної реакції (8) і точка перетину ліній окислювальних реакцій (5) і (6) відповідають тим значенням граничної температури $T_{гр}$, при яких у кожному окремому випадку досягається рівновага відновних хімічних реакцій (1)–(4), при цьому реакції (1)–(4) термодинамічно (теоретично) можуть перебігати при температурах перебігу $T_{пр}$, що є вищими за $T_{гр}$ (тобто $T_{пр} > T_{гр}$).

Проаналізуємо теоретичні дані, що отримані розрахунком за наявним виразами з літературних джерел за непрямим методом.

Реакція (1) може перебігати у діапазоні температур $m_{пр}$, які вищі за граничну температуру $m_{гр}$ (тобто $m_{пр} > m_{гр}$), значення якої становить:

–1136°с за формулами (5.1) і (8.1), тобто $m_{пр} > 0$°с;

–7745°с за формулами (5.1) і (8.2), тобто $m_{пр} > 0$°с;

46°с за формулами (5.1) і (8.3);

321°с за формулами (5.2) і (8.1);

480°с за формулами (5.2) і (8.2);

–91°с за формулами (5.2), (8.3), тобто $m_{пр} > 0$°с.

Реакція (2) може перебігати у діапазоні температур $m_{пр}$, які вищі за граничну температуру $m_{гр}$ (тобто $m_{пр} > m_{гр}$), значення якої становить:

1519°с за формулами (6.1) і (8.1);

1532°с за формулами (6.1) і (8.2);

1568°с за формулами (6.1) і (8.3).

Реакція (3) може перебігати у діапазоні температур $m_{пр}$, які вищі за граничну температуру $m_{гр}$ (тобто $m_{пр} > m_{гр}$), значення якої становить:

1655°с за формулами (7.1) і (8.1);

1674°с за формулами (7.1) і (8.2);

1709°с за формулами (7.1) і (8.3);

1646°с за формулами (7.2) і (8.1);

1663°с за формулами (7.2) і (8.2);

1697°с за формулами (7.2) і (8.3);

1647°с за формулами (7.3) і (8.1);

1664°с за формулами (7.3) і (8.2);

1698°с за формулами (7.3) і (8.3);

1195°с за формулами (7.4) і (8.1);

1198°с за формулами (7.4) і (8.2);

1245°с за формулами (7.4) і (8.3);

1664°с за формулами (7.5) і (8.1);

1683°с за формулами (7.5) і (8.2);

1719°с за формулами (7.5) і (8.3);

1521°с за формулами (7.6) і (8.1);
1533°с за формулами (7.6) і (8.2);
1570°с за формулами (7.6) і (8.3).

Реакція (4) може перебігати у діапазоні температур $m_{пр}$, які вищі за граничну температуру $m_{гр}$ (тобто $m_{пр} > m_{гр}$), значення якої становить:

1622°с за формулами (5.1) і (6.1);
1404°с за формулами (5.2) і (6.1).

Таким чином, наведені формули, що взяті з різних джерел літератури і мережі інтернет, дають різні числові значення граничних температур (навіть такі, що не можуть існувати у природі), що свідчить про відсутність надійних розрахункових формул для знаходження істинних числових значень температур початку процесів відновлення кремнію за хімічними реакціями (1)–(4).

Висновки. Незважаючи на значну розбіжність отриманих результатів за наведеними формулами, взятих з різних джерел, всі вони свідчать про можливість перебігу реакцій (1)–(4) при температурах реального процесу у сучасних відновних печах. Це також підтверджує, що тільки твердий вуглець є відновником кремнію, адже газ *CO* не може відновити кремній з кремнезему.

Через те, що отримані у даній роботі непрямим методом граничні температури $T_{гр}$ для кожної з реакцій (1)–(4) своїми числовими значеннями відрізняються одна від одної, а також відрізняються від значень температур, що отримані прямим методом за виразами з літератури (див. тези «Термодинамічний аналіз умов перебігу хімічних реакцій відновлення кремнію з кремнезему за літературними даними»), необхідно провести аналогічні дослідження за власними термодинамічними рівняннями і за обома (прямим і непрямим) методами, порівнявши отримані значення між собою та із всіма значеннями, що були отримані за формулами з літератури та Інтернету.

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИК ОЦІНКИ ЗДАТНОСТІ ВУГЛЕЦЕВОЇ КАТАНКИ ДО ВОЛОЧІННЯ

Доц., канд. техн. наук Г.І. Перчун, аспірант О.С. Якушев
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна

У процесі холодного волочіння дроту відбувається не лише зміна форми дротової заготовки, а і формування комплексу механічних властивостей отриманого дроту. Основний внесок у формування механічних властивостей дроту роблять: хімічний склад металу, механічні властивості та структура заготовки — катанки, стан її поверхні, наявність, вид і розподіл неметалевих включень, якість технологічних мастильних матеріалів і,

безумовно, режими холодної пластичної деформації дроту. Усі перелічені параметри впливають як на технологічність подальшої переробки, так і на споживчі властивості готової продукції.

У сучасному дротовому виробництві прогнозування механічних властивостей кінцевої продукції здебільшого ґрунтується на емпіричному досвіді. Одним зі способів попереднього оцінювання деформованості катанки є визначення при одноразовому волочінні максимальної витяжки за один прохід (μ_{max}), за якої відсутнє додаткове (менше діаметра волоки) зменшення діаметра дроту на виході з волоки [1]. Проведені дослідження показали [1], що зростання μmax спостерігається зі збільшенням розміру зерна фериту в низьковуглецевій сталі та для більш дисперсної структури в перлітній сталі. Так, для катанки Ст 0м (С = 0,11 %) у гарячекатаному стані максимальна витяжка за перехід становить 2,70; після одностадійного прискореного охолодження з температурою змотування (Тсм, ºС) катанки в бунт 800 ºС максимальна витяжка становить 2,60; після одностадійного прискореного охолодження з температурою змотування 700 ºС - 2,55 та при температурі змотування 600 ºС максимальна витяжка становить.

Так, показник ступеню деформаційного зміцнення при волочінні $\mathbf{n_в}$ у виразі

$$\sigma_в = \sigma_в^*(\ln\mu)n_в, \qquad (1)$$

де σв – тимчасовий опір розриву;

σв* – коефіцієнт міцності, що дорівнює $\sigma_в$ при lnμ = 1;

lnμ–істинний ступінь деформації при волочінні, зростає відповідно з 0,14; 0,19; 0,21 до 0,30 для катанки в гарячекатаному стані.

У цьому випадку підвищення деформованості катанки зі зростанням розміру зерна фериту (5–6-ий бал для гарячекатаного стану, 7–8-ий бал (для Тсм=800ºС), 8–9-ий бал (для Тсм=700ºС) і 10–11-ий бал (для Тсм=600 ºС) зумовлено збільшенням здатності металу до деформаційного зміцнення.

Для перлітної сталі марки 70 спостерігається наступна залежність властивостей від мікроструктури катанки: максимальна витяжка катанки за один прохід становить μ_{max} = 2,30 після патентування і 2,0 після відпалу на грубопластинчастий перліт. У випадку з перлітною сталлю основним чинником зростання максимальної витяжки за перехід виступає пластичність металу - відносне звуження (ψ), пов’язане з морфологією карбідної фази: для патентованого стану (структура пластинчастого перліту 1-го балу) ψ=46 %, а після відпалу (структура пластинчастого перліту 4–5-го балу) ψ=22 %, незважаючи на збільшення показника деформаційного зміцнення $n_в$ з 0,096 до 0,175 для відпаленого стану. Таким чином, ефективність прямого методу контролю деформованості за допомогою максимальної витяжки за перехід очевидна, однак отримані результати також залежать і від умов волочіння.

У роботі [2] для катанки з високовуглецевої сталі встановлено високу чутливість здатності до волочіння від структурних змін. При цьому механічні характеристики не є єдиним критерієм здатності металу до волочіння, а

найбільш надійними є дані електронно-мікроскопічних досліджень. Однак, проведення таких досліджень для оцінки деформованості перлітної сталі в умовах виробництва — завдання непросте. Тому розробка критерію деформованості катанки з вуглецевої сталі на основі стандартних механічних випробувань на розтяг і визначення технологічних підходів до призначення оптимального сумарного обтиснення до проміжної термообробки для вуглецевої катанки — актуальна тема.

Враховуючи різний вплив параметрів деформаційного зміцнення та показників пластичності на деформованість низьковуглецевої і перлітної сталі, розглянуто можливість використання універсального показника деформаційної здатності катанки до волочіння у вигляді [3]:

$$Пдс = Yσв + Yψ, \quad (2)$$

де $Yσв = (σв – σт) / σт$ — показник ступеню відносного приросту міцності (інтенсивність деформаційного зміцнення);
$Yψ = (Fo – Fк) / Fк$ — показник ступеню відносного зменшення площі перерізу при розтягуванні (інтенсивність звуження).

Проведені дослідження [3] показали, що Yσв і Yψ є більш чутливими до структури металу характеристиками порівняно з показником ступеня деформаційного зміцнення при волочінні та відносним звуженням. Тому на практиці рекомендовано використовувати цей універсальний показник для оцінки потенційного деформаційного зміцнення катанки в процесі холодного волочіння і прогнозування рівня механічних властивостей дроту.

Повертаючись до проблеми відсутності залежностей, які пов'язували б механічні властивості дроту з режимами його волочіння, слід відзначити необхідність подальшого вивчення процесу формування механічних властивостей дроту та керування ними через швидкісні режими процесу волочіння. Через особливості процесу волочіння спостерігається нерівномірність напружень по перерізу дроту, яка зумовлена дією контактних сил тертя. Нерівномірність напружень призводить до нерівномірності деформації, а отже — до нерівномірного зміцнення і нерівномірного розподілу механічних властивостей по перерізу дроту. Це явище знижує якість дроту, що проявляється у зростанні обривності під час волочіння.

Відомо, що на властивості дроту впливають наступні основні деформаційні режими: сумарна деформація, швидкість волочіння, температура дроту під час волочіння. Можна припустити, що зміна деформаційних режимів волочіння суттєво впливає на характер зміцнення і механічні властивості дроту. Сумарна деформація визначає ступінь деформаційного зміцнення металу. Швидкість волочіння впливає на температуру дроту під час обробки. Температура дроту залежить не лише від швидкості, але й від контактних умов між дротом і волокою. Підвищена температура дроту з високим вмістом вуглецю викликає додаткове зміцнення за рахунок деформаційного старіння та виділення мартенситу на поверхні. Характер деформаційного зміцнення впливає на співвідношення рівня міцності та пластичності дроту.

***Висновки*:** З огляду на існуючі методики оцінки деформативності вуглецевої катанки виникає необхідність розробки комплексної методики оцінки здатності вуглецевої катанки до волочіння, яка буде враховувати всі технологічні параметри: хімічний склад металу, механічні властивості та структуру заготовки, стан її поверхні, наявність, вид і розподіл неметалевих включень, якість технологічних мастильних матеріалів і, безумовно, режими холодної пластичної деформації дроту.

Посилання

1. Фетісов В. П. Деформаційне зміцнення вуглецевої сталі. — М.: Мир, 2005. — 200 с.
2. Moroz P., Donald F., James J. The role of optical and electron microscopy in evaluating lead patented high-carbon steel rods // Wire. 1974, №1. — P. 51–59.
3. В. П. Фетісов. Контроль здатності до волочіння вуглецевої сталі // Ливарне виробництво і металургія*, №3, 2021. С. 61–64.*

КОНТАКТНІ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ ФІНІШНОМУ АЛМАЗНОМУ ШЛІФУВАННІ КОМПОЗИТНИХ ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВІ ВІДХОДІВ ЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ

Доц., канд. техн. наук Ю. В. Рижков
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна

Вступ. В сучасних умовах режими роботи обладнання значно інтенсифікуються, коли машини, їх вузли та деталі працюють у жорстких умовах експлуатації. Так, деталі вузлів тертя термічного і металургійного обладнання, високошвидкісної друкарської техніки тощо експлуатуються за температур 400–600ºС, тисках 3,0–5,0 МПа, швидкостях обертання до 500 об./хв. в умовах дії агресивного середовища – повітря [1–3]. Для таких умов роботи останнім часом науковці створили спеціальні композитні матеріали, які виготовлені на основі шліфувальних відходів низки легованих сталей [4–6].

З метою забезпечення високих параметрів зносостійкості та довговічності деталей з нових композитів їх робочі поверхні формують надтонкими методами абразивного оброблення (тонке шліфування, магнітно-абразивна обробка, суперфінішування та доводка, хонінгування) [1, 2, 7].

В останні роки були виконані всебічні дослідження впливу складу алмазного інструменту та режимів різання при тонкому шліфуванні на параметри шорсткості R_a поверхонь оброблення нових композитів [1, 2, 7].

Достатньо детально вивчено закономірності утворення параметрів якості поверхонь тертя магнітно-абразивним обробленням [7].

На жаль, всебічних досліджень температурних факторів тонкого алмазного шліфування нових композиційних матеріалів досі не вистачає, а існуючі відомості є вкрай обмеженими. Це стало причиною того, що відсутня реальна можливість оптимізувати технологічні процеси тонкого алмазного шліфування поверхонь тертя деталей з нових композиційних матеріалів, що ілюструє актуальність і затребуваність означених досліджень.

Відомо [7–11], що параметри якості поверхонь при шліфуванні формуються в умовах одночасної дії силового та температурного полів, що виникають при зрізанні стружки загостреною вершиною кожного ріжучого зерна шліфувального інструменту. Складові сил різання утворюють залишкові напруження у поверхневому шарі оброблюваних деталей. При цьому одночасно виникають температури внаслідок пластичних деформацій зрізання стружки та тертя абразивного зерна в зоні шліфування. Ці миттєві контактні температури обумовлюють процеси відпочинку поверхневого шару композиту, що попередньо був зміцненим через пластичне деформування.

Накладання одночасних процесів зміцнення та відпочинку поверхневого шару оброблюваного композиту обумовлює формування остаточних значень параметрів шорсткості поверхні R_a та фізичних властивостей шару, таких, як залишкові напруження, глибина та ступінь залягання наклепу.

Постановка задачі. ***Метою*** статті є дослідження температурного поля у поверхневій зоні тонкого алмазного шліфування нових композитів, а також вивчення впливу складу алмазного інструменту (матеріал зерна, зернистість шліфувального кругу, матеріал зв’язки) та режимів різання на рівень миттєвих контактних температур.

Задачами дослідження було:

1.Дослідити закономірності утворення контактних температур при тонкому алмазному шліфуванні нових композитів на основі шліфувальних відходів інструментальних сталей 4ХВ2С та 6Х3МФС з домішками твердого мастила MoS_2.

2.Визначити які характеристики алмазного шліфувального кругу (марка алмазу, зернистість, матеріал зв’язки інструменту) суттєво впливають на температурне поле при тонкому алмазному шліфуванні нових композитів.

3.Сформувати рекомендації для промисловості з вибору режимів тонкого алмазного шліфування нових композитів для оптимізації температурних показників, що виникають при тонкому фінішному обробленні деталі.

Результати досліджень та їх обговорення. Експериментальні дослідження температурного поля при алмазній обробці нових композитів виконувались згідно з методикою, наведеною у роботах [1–3, 8].

Дослідження виконувались при зрізанні надтонких перерізів стружки, коли глибина шліфування перебуває у межах 0,001 – 0,005 мм.

Для досліджень використовувались зразки з нових композиційних матеріалів 4ХВ2С + 7% MoS_2 та 6Х3МФС + 7% MoS_2.

Для встановлення оптимальних режимів шліфування, що забезпечують отримання максимальної якості поверхні, були досліджені залежності величини миттєвої контактної температури, усередненої за шириною кругу, залежно від режимів різання при тонкому плоскому алмазному шліфуванні.

У процесі досліджень перед кожним вимірюванням температур круг правився, потім деталь (зразок) шліфувалась начисто і виходжувалась протягом 3 – 5 проходів, тобто всі круги мали приблизно однаковий ступінь затуплення.

Враховуючи, що зерна алмазу синтетичного (АС) мають найгострішу ріжучу кромку у порівнянні з зернами інших абразивів, насамперед, карбіду кремнію зеленого (63С), електрокорунду білого (23А) [2, 7, 9–11], у всіх експериментах використовувались шліфувальні круги з синтетичного алмазу (АС).

У табл. 1, 2 наведені результати досліджень з визначення контактних температур при алмазному нових композитів.

Таблиця 1 - Миттєві контактні температури при шліфуванні зразків з композиту 4ХВ2С + 7% MoS_2

Глибина шліфування по лімбу верстата $t_л$, мм	Характеристика шліфувального кругу		
	АСМ14Бр1 100%	АСМ14М1 100%	АС5Бр1 100%
	Т, °С		
0,005	76	87	115
0,01	117	139	156
0,02	155	186	294
0,03	177	263	372
0,05	224	383	458

Примітка: Шліфувальний верстат FF – 250 «Abawerk» (ФРН); швидкість кругу $V_к$ – 22 м/с; швидкість виробу $V_в$ – 2 м/хв.; охолодження – 4% розчин содової емульсії.

Таблиця 2 - Миттєві контактні температури при шліфуванні зразків з композиту 6Х3МФС + 7% MoS2

Глибина шліфування по лімбу верстата tл, мм	Характеристика шліфувального кругу		
	АСМ14Бр1 100%	АСМ14М1 100%	АС5Бр1 100%
	Т, °С		
0,005	88	119	138
0,01	117	173	209
0,02	162	201	318
0,03	180	285	488
0,05	269	404	617

Примітка: Шліфувальний верстат FF – 250 «Abawerk» (ФРН); швидкість кругу Vк – 22 м/с; швидкість виробу Vв – 2 м/хв.; охолодження – 4% розчин содової емульсії.

Аналіз табл. 1, 2 показує, що тонке шліфування нових композитів кругами з синтетичного алмазу (АС) на бакелітно-гумовій зв'язці (Бр1) при швидкості обертання шліфувального кругу 22 м/с та глибинах шліфування до 0,005 мм обумовлює виникнення в зоні оброблення мінімальних температур. Це створює сприятливі умови для виникнення мінімальних спотворень фізичних властивостей поверхневого шару детали, таких, як залишкові напруження, глибина та ступень наклепу у поверхневій зоні.

При цьому використання алмазних кругів на еластичній зв'язці Бр1 дає кращі результати, ніж кругів на металевій зв'язці М1. Це можна пояснити тим, що бакелітно-гумова зв'язка – найбільш еластична. Тому сили різання, які утворюються при зрізанні стружки з поверхні оброблення, зменшують фактичну глибину врізання ріжучого зерна у поверхневий шар детали. Це, відповідно, змінює умови різання, а саме, суттєво зменшує переріз стружки, що і викликає зниження миттєвих контактних температур та сприяє перерозподілу напружень. При цьому одночасно покращуються умови формування рельєфу поверхні оброблення з забезпеченням необхідних показників шорсткості R_a.

Дуже важливим для технологів–практиків є результати виконаних досліджень з оптимізації вибору зернистості алмазного інструменту. Попередніми експериментами було доведено, що шліфування нових композитних сплавів забезпечують дрібнозернисті шліфувальні круги з огляду на формування найкращих параметрів шорсткості поверхні [1–3, 7, 9–11].

У зв’язку з цим доцільним було визначення впливу зернистості алмазного кругу на миттєві контактні температури у зоні різання. Результати дослідження наведені у табл. 3.

Таблиця 3 - Вплив розміру зерна А при тонкому плоскому шліфуванні зразків з нових композитів на основі відходів інструментальних сталей на миттєві контактні температури

Розмір зерна А алмазного інструменту, мкм	Матеріал зразків	
	4ХВ2С + 7% MoS_2.	6Х3МФС + 7% MoS_2
	Т, °С	
50	113	167
28	105	153
20	94	135
14	73	108

Примітка: Шліфувальний верстат FF – 250 «Abawerk» (ФРН); швидкість кругу Vк – 22 м/с; швидкість виробу Vв – 2 м/хв.; глибина різання t = 0,005 мкм; охолодження – 4% розчин содової емульсії, матеріал зерна кругу – алмаз синтетичний (АС); зв'язка кругу – бакелітно-гумова (Бр1).

Аналіз табл. 3 показує, що зменшення зернистості шліфувального кругу (розміру зерна А) суттєво (майже у 1,5 рази) знижує величини миттєвих контактних температур Т, °С . Це дозволяє зробити висновок, що з точки зору

мінімізації температурного поля у зоні оброблення для тонкого алмазного шліфування нових композитів на основі шліфувальних відходів інструментальних легованих сталей необхідно застосовувати дрібнозернисті інструменти з зернистістю у межах 14 – 20 мкм.

Висновки. Вперше досліджені закономірності утворення миттєвих контактних температур при алмазному обробленні нових композитів на основі шліфувальних відходів інструментальних сталей 4ХВ2С та 6Х3МФС з домішками твердого мастила MoS_2.

Виявлено, що на миттєві контактно температури при шліфуванні суттєво впливають матеріал алмазного зерна, зернистість інструменту та матеріал зв'язки шліфувального кругу.

Продемонстровано, що для мінімізації температурних полів в зоні оброблення необхідно застосовувати шліфувальні круги на основі синтетичного алмазу (АС) на бакелітно-гумовій зв'язці Бр1 із зернистістю у межах 14–20 мкм.

За температурними показниками найкращі результати отримані з використанням таких режимів тонкого алмазного шліфування: швидкість кругу $V_{кр}$ – 22 м/с, швидкість виробу $V_в$ – 2 м/хв., глибина різання t = 2 5 мкм, охолодження – 4 % розчин содової емульсії, що може бути рекомендовано для використання технологами-практиками при обиранні найефективних режимів тонкого алмазного шліфування.

Посилання

1. Киричок П. О. Прогресивні технології синтезу і тонкої обробки нових антифрикційних композитних деталей для вузлів друкарських машин. Ч. 1: Монографія/П. О. Киричок, Т. А. Роїк, О. А. Гавриш, Ю. Ю. Майстренко, В. Г. Олійник. – К.: Видавничий дім «АртЕк, 2024.– 268 с. ISBN 978-617-8043-81-0. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/65033
2. Киричок П. О. Прогресивні технології синтезу і тонкої обробки нових антифрикційних композитних деталей для вузлів друкарських машин. Ч. 2: Монографія/П. О. Киричок, Т. А. Роїк, О. А. Гавриш, Ю. Ю. Майстренко, В. Г. Олійник. – К.: Видавничий дім «АртЕк, 2025.– 281 с. – ISBN 978-617-8543-04-4. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/72196
3. Гавриш А. П. Шліфування і доводка зносостійких антифрикційних композитних деталей друкарських машин: Ч. 3.- Монографія/ А. П. Гавриш, Т. А. Роїк, О. А. Гавриш, П. О. Киричок, Ю. Ю. Віцюк, В. Г. Олійник. – К.: Видавничий дім „АртЕк", 2021.–202с., ISBN 978-617-7814-80-0. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41909
4. Roik T. A., Gavrysh O. A., Vitsiuk Iu. Iu., Kholiavko V. V. Wear-resistant composites produced from tool steel waste for contact joints of high-speed printing machines//J. Powder Metallurgy and Metal Ceramics, Springer Science + Business Media, LLC, Springer Nature, 2023.-New York: Vol. 62, Nos. 3-4, July, 2023, pp. 215-224. https://doi.org/10.1007/s11106-023-00385-2

5. Roik T. A., Gavrysh O. A., Vitsiuk Iu. Iu. Structural Features and Properties of Antifriction Composites Produced from R6AM5 Steel Waste for Printing Equipment Parts// Powder Metallurgy and Metal Ceramics, Springer Science + Business Media, LLC, Springer Nature 2022.-New York: Volume 61, Nos. 5-6, 2022.-pp. 278-286. DOI10.1007/s11106-022-00315-8, https://link.springer.com/article/10.1007/ s11106-022-00315-8
6. Roik Tetiana, Gavrysh Oleg, Rashedi Ahmad, Khanam Taslima, Raza Ali, Jeong Byongug. New Antifriction Composites Based on Tool Steel Grinding Waste for Units of Printing Machines' Offset Cylinders//MDPI Journal "Sustainability", Section "Sustainable Materials", Special Issue "Materials for Sustainability", Vol. 14, Issue 5, 27.02.2022, pp.1-11, Website online, Sustainability 2022, 14, 2799, https://doi.org/10.3390/su14052799
7. Гавриш А. П. Фінішна алмазно-абразивна обробка магнітних матеріалів: Монографія /А. П. Гавриш, П. П. Мельничук: Житомир: Житомир. держ. технол. ун-т., 2004. – 551 с. ISBN 966-683-069-8, http://www.ukrbook.net/litopys/Knigki/2005/Lk_9_05.pdf
8. Мазур М. П. Основи теорії різання матеріалів/ М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, А. І. Грабченко, В. Л. Доброскок, В. О. Залога, Ю. К. Новосьолов, Ф .Я. Якубов; під заг. ред. М. П. Мазура. – 3-е вид. перероб. і доп. – Львів: Новий Світ-2000, 2020.–471с.https://ns2000.com.ua/wp-content/uploads/2019/11/ Osnovy-teorii-rizan. mater.pdf
9. Абразивні матеріали /М. В. Новіков//Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001. – Режим доступу: https://esu.com.ua/article-42203
10. Гавриш А. П. Нові технології фінішного оброблення композиційних підшипників ковзання для жорстких умов експлуатації: Монографія/А. П. Гавриш, О. О. Мельник, Т. А. Роїк, А. Г. Аскеров, О. А. Гавриш. - К.: НТУУ „КПІ", 2012.- 196 с.https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=vie_citation&hl=en&user=RhLFfMwAAAAJ&citation_for_view=RhLFfMwAAAAJ:u5HHmVD_uO8C
11. Надтверді абразивні матеріали в механообробці/ В. І. Лавриненко/ Енциклопедичний довідник/ В .І. Лавриненко, М. В. Новіков: /Під заг. ред. акад. НАН України М. В. Новікова. – К.: вид. ІНМ ім. В. М. Бакуля НАН України, 2013. – 456 с.https://akademperiodyka.org.ua/sites/default/files/2021/news/11/E-Book_Nadtverdi_materialy.pdf

CONTROL OF BURDEN CHARGING IN THE BLAST FURNACE PROCESS

Ph.D. A.M. Selegei, Prof., Ph.D. T.S. Khokhlova, Ph.D. student, M.A. Krekoten, Sen. Lect. O.O. Revenko, Prof., Dr. Sc. V.O. Petrenko
Ukrainian State University of Science and Technology (USUST)
Dnipro, Ukraine

The quality requirements for blast furnace iron are constantly increasing. Modern steelmaking technologies demand specific parameters to be ensured at every stage. The blast furnace process is a crucial component in iron production. Notably, the ironmaking process is characterized by high energy consumption and significant environmental impact [1-3].

The efficiency of the blast furnace process heavily depends on the degree of its automation, which includes automatic control, regulation, and management of all furnace components [4].

Blast furnaces consume a large amount of burden materials. To store, transport, and dose these materials, the furnaces are equipped with multilevel, interconnected complexes of mechanisms and machines, integrated with automation systems. The primary goal of blast furnace control is to obtain iron of a specified composition while ensuring high productivity and environmentally sound operation of the reduction unit.

Iron smelting in the blast furnace involves the stepwise reduction of iron oxides. In summary, the process begins with charging prepared burden materials (typically sinter, coke, and fluxes) into the furnace throat, where crushing and reduction processes occur simultaneously.

An essential factor affecting the blast furnace efficiency is the distribution of burden materials at the furnace throat [5]. Key parameters characterizing burden distribution include ore burden, axial, and radial non-uniformity. Technologically, the burden charging process is defined by the operation program of the charging apparatus, which determines the type and quantity of materials charged into the furnace.

With the advancement of monitoring technologies, it is now possible to determine actual ore burden and forecast furnace operation [6]. As a result, automation must focus on adjusting control parameters to align actual and target charging metrics.

The technological sequence for charging burden into bell-less top blast furnaces includes:

- Loading the storage bunker
- Discharging onto the rotating chute of the charging apparatus
- Shaping the burden surface.

The main control elements include the bunker gate and the chute tilt mechanism. Thus, the control factors are the gate opening degree α and chute tilt angle β.

The key parameter to maintain during charging is the ore burden — the ratio of the iron-containing portion of the burden to the reducing fuel portion. This burden can be controlled by adjusting α and β individually or together to achieve the desired distribution along the radial zones.

Maintaining the specified ore burden is crucial for optimal reduction reactions, reduced specific fuel consumption, and improved environmental performance. The objective of automation is to maintain the ore burden distribution within preset limits by correcting α and β.

An example implementation is correcting actual ore burden based on data from radar surface-level sensors installed at the furnace throat [7]. The correction steps are:

- Defining target ore burden for radial-ring zones (RRZ)
- Calculating α and β for each batch
- Charging burden batches
- Measuring actual burden surface using radar sensors
- Comparing actual and target burden distributions
- Calculating correction values for α and β
- Updating the charging program accordingly.

This enables continuous automatic correction, optimizing the furnace process based on specific burden conditions. It occurs under conditions of a large number of exciting influences:

- Change in the chemical composition of the charge
- Change in the granulometric composition of the charge
- Change in the moisture content of the charge
- Condition of the equipment that provides the technological process.

In parallel with controlling the ore load, analysis of data on the chemical composition of the top gas should be used. The degree of use of reducing gases in the top of the blast furnace CO_2 can serve as integral indicators:

$$\eta = \frac{co_2}{co+co_2} \qquad (1)$$

The higher the relative index η, the more efficient is the process of reduction of iron. So, by analyzing in parallel the load of ore and the index η, it would be possible to adjust the process of loading the charge of blast furnace and intensify to a high degree the process of reduction of iron as well as productivity. Large qualitative changes in burden components make the current systems, even if modern blast furnace operations are almost fully under the control of automation, very weak in the direction of maintaining consistent quality of iron. Therefore, AI-based algorithms for burden control are becoming more useful.

The integration of radar monitoring and ore burden correction algorithms enhances the efficiency of ironmaking. Practical results demonstrate the benefits of combining measured and calculated parameters to improve product quality and reduce resource consumption.

One of the main drawbacks of current methods for determining the ore burden at the blast furnace throat is that the mass values of the burden components used in the calculations are obtained purely by theoretical means. For example, according to the engineering method developed by the Institute of Ferrous Metallurgy of the National Academy of Sciences of Ukraine (NASU), the ore burden in the radial-ring zones (RRZ) is determined based on the theoretical calculation of the trajectory of burden materials discharged from the chute of the bell-less charging system.

This should also be considered because even minor changes in burden conditions (such as material particle size distribution) would take different trajectories of the burden flow even with the same control parameters being applied, i.e., the tilt angle of the chute and opening degree of the bunker gate. Inaccurately calculated ore burden values would lead to decisions erring in adjusting the parameters of the blast furnace charging program, and in the end, optimal smelting efficiency would not be attained.

With the advance of technologies for monitoring and measuring implemented, specifically the real-time radar systems checking the surface profile of burden material at the furnace throat, it is possible to determine the actual ore burden, and take prompt and effective action about the blast furnace operation. To find the real ore burden along the radius of the furnace throat, the surface is normally split into ten equal parts by area.

To determine the actual ore burden along the furnace throat radius, the surface is conventionally divided into ten equally sized zones by area. These zones are referred to as the radial-ring zones (RRZ) of the blast furnace throat. To determine the ore burden in each RRZ, it is necessary to know the quantity and mass of material loaded into each zone.

Currently, there is an engineering method for calculating ore burden in these zones based on a theoretical model of the trajectory of burden materials discharged from the chute of the bell-less charging device. Using this model, the mass of iron-bearing material and coke charged into each RRZ can be estimated. However, changes in burden conditions during operation result in altered material trajectories. Also, the task of calculating these paths is very laborious, so it is hard to quickly adapt to changes in the properties of the burden during ore burden calculations. Therefore, a new method is suggested for determining both local and overall ore burden based on the data obtained from radar level sensors installed in the dome of the blast furnace throat. By recording the levels of material deposits, it becomes possible to estimate their volume. Taking into account the bulk density of each material, the actual mass can be calculated. With these parameters, the actual ore burden of the blast furnace can be determined with sufficient accuracy.

The method described in [8] enables accurate calculation of overall ore burden and facilitates corrective strategies. It is adaptable to any monitoring system used at the furnace throat.

Fig. 1 shows a dialog box of the developed auxiliary program for determining the ore-to-coke ratio.

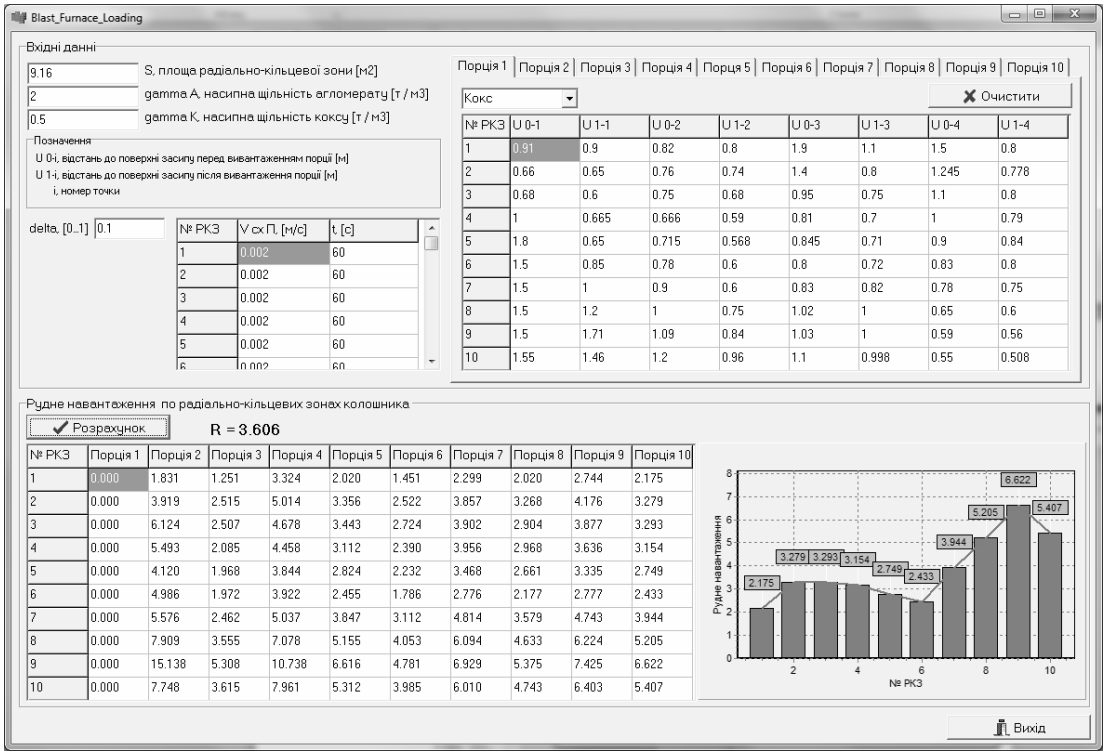


Fig. 1 - Application "Blast_Furnace_Loading", the result of calculating the actual ore-to-coke ratio

Conclusion. The obtained data provide insight into actual burden distribution. Combined with gas dynamics data, this allows optimization of burden component distribution to enhance the reduction process.

Knowing burden and blast conditions makes it possible to graph desired ore burden distribution along the throat radius.

References

1. Wang, R. Q., Jiang, L., Wang, Y. D., & Font-Palma, C. (2024). Woody biomass waste derivatives in decarbonised blast furnace ironmaking process. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 180*, 114125. https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114125
2. Mousa, E. (2019). Modern blast furnace ironmaking technology: Potentials to meet the demand of high hot metal production and lower energy consumption. *Metallurgical and Materials Engineering, 25*(2), 69–104. https://doi.org/10.30544/414
3. Li, H., Zhao, Y., Guo, C., & Li, J. (2024). Analysis of technological pathways and development suggestions for blast furnace low-carbon ironmaking. *Metals, 14*(11), 1276. https://doi.org/10.3390/met14111276
4. Ivashchenko, V. P., Holovko, V. I., Mykhailovskyi, M. V., Rybalchenko, M. O., Tarasevych, I. H., & Selegei, A. M. (2019). *Optimization of blast furnace burden charging* (in Russian). Dnipro: YUK Service. ISBN 978-966-97920-2-0

5. Holovko, V. I., Kukushkin, O. M., Mykhailovskyi, M. V., Potapov, O. V., Smoktii, V. V., & Khasyanov, A. F. (2010). *Radar monitoring of metallurgical processes* (in Russian). Dnipro: Zhurfond. ISBN 978-966-1696-29-6
6. Selegei, A. M., & Seliviorstova, T. V. (2020). Method for determining the actual ore burden of a blast furnace using specialized software. *System Technologies*, (6)131, 175–185.
7. Holovko, V. I. (2005). *Scientific justification and application of microwave technology for information support of automated process control systems in metallurgy* (Doctoral dissertation). Dnipropetrovsk: NTU. 473 pages.
8. Holovko, V. I. (2020). Development of methods and means of radar measurement of charge level in the blast furnace. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Innovative Research in Students' Scientific Work*, (1), 112–117.

МЕТАЛОГРАФІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНТЕНСИВНОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТРУБ ЗІ СПЛАВІВ ТИТАНУ ТА НЕРЖАВІЮЧИХ СТАЛЕЙ

Аспірантка[1] *А. Л. Сиротенко, докт. техн. наук, проф.*[2] *В. Ф. Балакін, док. філософії (пед.), доц.*[2] *С.М. Зінченко*

[1]Кафедра матеріалознавства та термічної обробки металів
(ф-т Якості та інженерії матеріалів ННІ ДМетІ УДУНТ)
[2]Кафедра теорії, технології та автоматизації металургійних процесів
(Нікопольський ф-т ННІ ДМетІ УДУНТ)

Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)
м. Дніпро

Сучасне трубне виробництво потребує матеріали із високими фізико-механічними властивостями. На світовому ринку високий попит мають труби, які під час великих циклічних навантажень мають високу стійкість до руйнувань. Це викликано розвитком сучасного виробництва труб під час повномасштабної війни: збільшенням термічних та силових навантажень, наявністю агресивних середовищ експлуатації, високою собівартістю виготовлення тощо.

Завдяки покращенню фізико-механічних властивостей труб, було зроблено значні спроби винайти нові, удосконалити відомі методи інтенсивної пластичної деформації.

Технологія інтенсивної пластичної деформації є однією з головних задач виробництва труб і включає різні технології обробки та модифікації, а саме:

- кручення під високим тиском (КВТ) [1];

- рівноканальне кутове пресування (РККП) [2];
- накопичувальне з'єднання прокаткою(НЗП) [3];
- гвинтова екструзія (ГВ) [4];
- багатонаправлене кування (БНК) [5].

Ці методи дозволяють реалізувати високу деформацію під високим тиском зі збереженням форми заготовки.

Вчений Персі В. Бріджмен, який отримав Нобелевську премію з фізики, зміг застосувати високий тиск та пластичну деформацію до широкого спектру органічних та неорганічних матеріалів, включаючи метали, сплави тощо. Він був першим науковцем, який зміг досягти тиску 1 МПа в лабораторії. Найбільш успішні відкриття Бріджемана були досягнути за допомогою методу – «кручення високого тиску» (КВТ) [1].

У нашому дослідженні вплив інтенсивної пластичної деформації на фізико-механічні властивості труб із титану ВТ1-0 та нержавіючих сталей Х18Н10Т здійснювався в умовах лабораторії «Інтенсивна пластична деформація» УДУНТ.

Мета дослідження: встановити величину покращення фізико-механічних властивостей труб із нержавіючих сталей, які використовуються для атомної енергетики, енергетичному машинобудуванні.

Методика проведення.

Металографічне дослідження було проведено за методикою Бріджмена. Деформація відбувалася на вертикальному гідравлічному пресі. Процес проводився з використанням бойків зі сталі ШХ-15, яка загартована до HRC 60-61.

Метод КВТ, показано на рис. 1а [1]. Тонкий диск стискається між двома ковадлами під високим тиском, і завдяки обертанню ковадл, виникає велика деформація зсуву. Для здійснення методу створена установка рис 1б. Установка складалася з двох циліндричних ковадл з круглими виступами діаметром 6-12,7 мм на поверхні ковадл. Щоб ввести деформацію зсуву, був розміщений прямокутний блок між двома ковадлами та потім повернутий вручну за допомогою важеля. Основною задачею було вимірювання крутного моменту на місці та оцінка міцності на зсув.

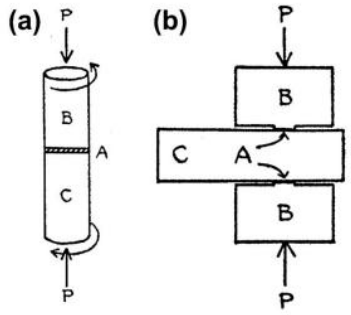


Рисунок 1. (a) Принципи кручення під високим тиском, (b) Схематичне зображення методу Бріджмена для проведення кручення під високим тиском

Експериментальна частина.

І. Було досліджено зразки труб (ТОВ «ІНТЕРПАЙП НІКО ТЬЮБ», ПрАТ «СЕНТРАВІС ПРОДАКШН ЮКРЕЙН», ТОВ «ВО «ОСКАР») на інтенсивність пластичної деформації

Таблиця 1– Зразки труб

№	Розмір	Марка сталі
1	10×1,5	1.4571/TP316Ti
2	10×1,5	1.4571/TP316Ti
3	10×1	1.4301/1.4307/TP304L
4	10×1	1.4301/1.4307/TP304L
5	15×1,5	1.4541/1.4878/TP321/TP321H
6	15×1,5	1.4541/1.4878/TP321/TP321H
7	12×1	1.4541/1.4878/TP321/TP321H
8	12×1	1.4541/1.4878/TP321/TP321H
9	14×1,2	1.4301/1.4307/TP304/TP304L
10	14×1,2	1.4301/1.4307/TP304/TP304L

Рис 2. Металографічне дослідження в лабораторії «Інтенсивної пластичної деформації» УДУНТ

II. Зразки труб розрізалися на кільця висотою 1,6 – 1,7 мм. Перед деформацією бойки і кільця досконально знежирювалися.

III. Калібрування бойків було виконано у двох варіантах:

1. плоскі і циліндричні бойки з діаметром 20 мм, з поглибленням 0,2 мм;
2. плоско-конічні бойки (ковадлі Бріджмена) діаметром 10 мм.

IV. Кільця з труб діаметром 10×1 мм і 10×1,5 деформувалися на плоско-конічних бойках. Розміри труб:

- 12×1 мм;
- 14×1,2 мм;
- 15×1,5 мм.

Умови деформації: тиск на зразок фіксувався манометром (P=100-110 атм). Число оборотів Пуансона складало 2 об/хв. Таким чином, повний кут закручування металу – $\gamma = 12{,}56$. Це значення дуже важливо для подальшого розрахунку величини пластичної деформації.

Висновок. Удосконалення технології виробництва холоднодеформованих труб зі сплаву титану та нержавіючих сталей є пріоритетною задачею трубної промисловості України. У ході металографічного дослідження встановлено, що методи і процеси інтенсивної пластичної деформації забезпечують відмінне покращення фізико-механічних властивостей труб. Наша наукова задача полягає в подальшому дослідженні впливу ІПД на структуру і фізико-механічні властивості титану і нержавіючих сталей при виробництві холоднодеформованих труб.

Посилання

1. Bridgman PW. Effects of high shearing stress combined with high hydrostatic pressure. Phys Rev. 1935;48:825– 847
2. Segal VM, Reznikov VI, Drobyshevskiy AE, et al. Plastic working of metals by simple shear. Russ Metall. 1981;1:99–105.
3. Saito Y, Tsuji N, Utsunomiya H, et al. Ultra-fine grained bulk aluminum produced by accumulative roll-bonding (ARB) process. Scr Mater. 1998;39:1221–1227.
4. Beygelzimer YY, Varyukhin VN, Synkov SG, et al. New techniques for accumulating large plastic deformations
5. Valiahmetov OR, Galeyev RM, Salishchev GA. Mechanical properties of VT 8 Ti-alloy of submicrocrystalline structure. Fiz Met Metalloved. 1990;10:204–206.

ВПЛИВ КОНФІГУРАЦІЇ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ Т-ПОДІБНОГО НАКОНЕЧНИКА ФУРМИ НА ШВИДКІСТЬ ГАЗОПОРОШКОВОГО ПОТОКУ

Зав. каф., докт. техн. наук Є.М.Сігарьов, аспір. Д.В. Єськов,
доц., канд. техн. наук М.Р. Руденко, здобувач Д.В. Касьян
Дніпровський державний технічний університет,
м. Кам'янське, Україна

Витрати на заглибну фурму, автоматизацію, трубопроводи та бункери складають у технологіях інжекції реагентів-десульфураторів вглиб розплаву на установках ковшової десульфурації чавуну [1] понад 50 % від загальних витрат. Поведінка газових та газопорошкових потоків у робочому просторі наконечника заглибної фурми і струменів на виході з останньої у ковшову ванну тісно пов'язана з ефективністю десульфурації. Перехід до використання більш ефективних, з точки зору скорочення тривалості вдування реагентів і обробки чавуну, простоти обслуговування фурм із Т-подібним наконечником водночас призвів до виникнення супутніх проблем, пов'язаних із закупорюванням і заметаленням сопел. Однією з причин заметалення є «зворотні» удари при коливаннях тиску газу-носію перед фурмою та відриві сформованих газових пузирів. При відділенні газового пузиря (рис. 1) створюються умови для ударного заміщення об'єму хвилею розплаву (зворотний удар). Процес супроводжується потужними турбулентними вихорами газорідинного середовища та затіканням металу у сопло. Подібний барботажний режим продувки виникає за умови $Fr^{/}$ <2500, який залежить від густини газопорошкового струменя та металу, швидкості струменя на зрізі сопла та внутрішнього діаметра сопла. При $Fr^{/}$>2500 забезпечується перехід до струменевого режиму продувки ванни.

У свою чергу закупорюванню сопел сприяють і втрати енергії при відбитті газопорошкового потоку від днища наконечника, при змінах напрямку його руху, при перенаправленні потоку з частинками реагентів із різною крупністю та швидкістю руху, з несучої вертикальної труби у горизонтальні сопла.

Автори окремих досліджень вважають [3], що розшарування сумішей, які містять порошкоподібні вапно, магній, CaC_2 практично не відбувається. З цим можна погодитись лише частково з точки зору того, що однією з причин закупорювання (забивання) сопел Т-подібних наконечників фурм, як показано раніше [2], є розшарування суміші вапна та магнію з накопиченням частинок Mg у нижніх, а агрегатів із частинок вапна – у верхніх горизонтах за перетином сопел. Досліджений [2] характер макроструктури матеріалів закупореного сопла вказує на можливі втрати енергії газопорошокового потоку, що формується на виході з останнього. Це призводить до затікання металевого розплаву у внутрішній простір сопла з подальшим його наморожуванням на стінках, зменшенням внутрішнього діаметру сопла, підвищенням опору системи з утворенням перешкод для виходу суміші

десульфураторів у ванну. Останнє ускладняється і внаслідок недостатнього імпульсу потоку та виникненню пульсацій в зоні витоку із сопел при переході від струменевого до пузиркового режиму.

В цілому, режим витоку газових (газопорошкових) струменів із сопел заглибної Т-подібної фурми у системі «газ-розплав» є одним із визначальних для гідродинаміки ковшової ванни, умов формування барботажних зон та зон виходу газових об'ємів на поверхню ванни, ступеня засвоєння реагентів на сірку та ін.

Для газу-носію швидкість його витоку із сопла залежить від перепаду тиску перед соплом та на виході з нього (p_1/p_2). При незмінній глибині занурення фурми (p_2=const) підвищення тиску перед соплом призводить до збільшення швидкості витоку газового потоку аж до критичної. Так, при малих швидкостях газу-носію (M<0,05) тверді частинки реагентів-десульфураторів не проникають крізь границю розділу пузиря та розплаву [4]. При 0,03< M< 1,0 реалізуються пузирковий або струменевий режими витоку, а при збільшенні швидкості до 0,3<M<1,0 вдування навіть крупних частинок призводить до формування струменя поблизу сопла, з наступним формуванням пузирів. При збільшенні ефективності зчеплення газу з більш щільною фазою, наприклад з тонкодиспергованими частинками вапна, імпульс підвищується і для виникнення струменевого режиму достатньо невеликих швидкостей газу. Гранульований магній, завдяки зменшеній густині, володіє незначною швидкістю відкладення, що дозволяє транспортувати його з малими витратами газу-носію. В той же час, обмежена міцність його частинок призводить до ускладнень при транспортуванні внаслідок тертя об стінки трубопроводів та каналів, а також за рахунок стирання гранул між собою.

В умовах обробки на УДЧ ПрАТ «Камет-Сталь» флюідизоване вапно фракції, в основному до 200 мкм перед входом у сопла Т-подібного наконечника, на відміну від гранул Mg (фракції в основному 1000-1200 мкм [2]) рухається зі швидкістю газу-носія. Використання Т-подібних наконечників для вдування реагентів вглиб ванни, у порівнянні з прямоточними односопловими фурмами, супроводжується змінами напрямку течії газопорошкового потоку у робочому просторі наконечника, втратами енергії потоку, виникненням зворотніх (зустрічних) потоків частинок внаслідок їх відбиття від днища наконечника, турбулізації потоків та т. ін. Для зменшення турбулентності у штатному Т-подібному наконечнику сопла розміщені на певній відстані від днища по висоті з утворенням своєрідного «стакану» глибиною до 15 мм.

На відміну від припущень [1] стосовно віднесення магніймістячого потоку з об'ємною концентрацією твердої фази у газовій <1,6 % до газового струменя, у даній роботі газопорошковий потік, що сформовано із гранульованого магнію (Q_{Mg} =17 кг/хв) та вапна ($Q_в$=42 кг/хв) в умовах УДЧ ПрАТ «Камет-Сталь», у даному дослідженні віднесли до категорії газопорошкових. Вдування суміші реагентів здійснюється у потоці азоту з

питомою витратою, у основний період операції, на рівні 54-56 нм^3/год (<1 нм^3/хв). Результати розрахунків фактичного пилового навантаження газопорошкового потоку та критичної густини газопорошкового потоку перед соплами Т-подібного наконечника, виконані за методикою М.Я.Меджибожського.

Фактичне пилове навантаження (ФПН) газопорошкового потоку з частинками вапна та магнію у прийнятих на УДЧ ПрАТ «Камет-Сталь» умовах ($Fr^{/}$ > 2500) в цілому відповідає критичній густині потоку. При закупорюванні одного із сопел наконечника або зменшенні питомих витрат газу-носію ФПН суттєво змінюється. Запобіганню умов перевищення ФПН значень критичної густини потоку може сприяти збільшення витрат газу-носію до 90—120 нм^3/год або підвищення тиску газу-носія перед фурмою. За результатами досліджень у промислових умовах підтверджено, що кількість металевого розплаву, що потрапляє у сопла фурми при порушеннях розрахункового режиму вдування, зменшується пропорційно збільшенню швидкості витоку газопорошкового потоку і після досягнення певного критичного значення, затікання металу може взагалі припинитися.

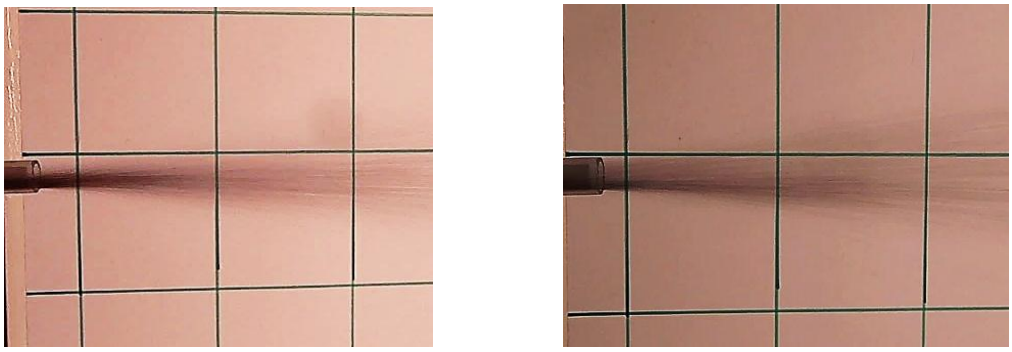
Таким чином, проблему сталості інжекції реагентів крізь двосоплову фурму можливо вирішити при вказаних витратах газу якщо забезпечити аналогічні швидкісні характеристики потоку на виході з сопла.

У даній доповіді наведено результати досліджень газодинаміки двофазного потоку у робочому просторі Т-подібного наконечника заглибної фурми та характеру формування газопорошкових струменів на виході з сопел. Використані методики фізичного, з використанням прозорих моделей Т-подібного наконечника фурми, та математичного моделювання нестаціонарного режиму транспортування газу у системі «труба-робочий простір наконечника-сопла» з використанням програмного комплексу SolidWorks. Застосовано метод скінченних об’ємів (FVM) з розбиттям геометрії моделі на сітку з об’ємними елементами, у межах яких розв’язуються рівняння Нав’є-Стокса для моделювання руху газу.

Досліджено вплив конфігурації робочого простору (РП) наконечника на кут розкриття та довжину газопорошкового струменя, зміну швидкості руху газу-носія, розподіл швидкості за перетином потоку. З метою зміни конфігурації РП використали різні форми днища у внутрішньому просторі прозорої моделі Т-подібного наконечника та його глибини (відстані від днища до осі сопел). З цією метою використали вставки для зміни форми поверхні днища у вигляді: випуклої та увігнутої напівсфер, конусів з різним кутом нахилу стінок та еталонну модель штатної конструкції наконечника (з плоским днищем). Встановлені особливості переміщення твердих частинок гранульованого магнію та вапна різних фракцій у робочому просторі наконечника, довжина, діаметр та наповненість частинками горизонтальної ділянки потоку у соплі та характер формування потоку на виході із сопел наконечника. Підтверджено, що при високому ступеню завантаження

газопорошкового потоку дрібні фракції, на відміну від «крупних» (магнію), рухаються зі швидкістю газового потоку.

Зміна форми днища наконечника призводить до змін у зоні відбивання газового, і особливо газопорошкового потоків з крупними частинками, від днища та характеру розподілу швидкості потоків у горизонтальних соплах наконечника. Умови входження частинок магнію у сопла також змінюються. Так, наприклад. при використанні конусоподібних вставок з кутом нахилу стінок у межах 55-60^0 забезпечується більш рівномірний розподіл швидкості потоку за перетином сопла із відповідним збільшенням швидкості потоку на виході у ванну. Згідно з результатами фізичного моделювання при використанні конусоподібних вставок, одночасно зі зростанням рівномірності розподілу твердих частинок за перетином сопла, забезпечується більший кут розосередження частинок магнію на виході (рис. 1).



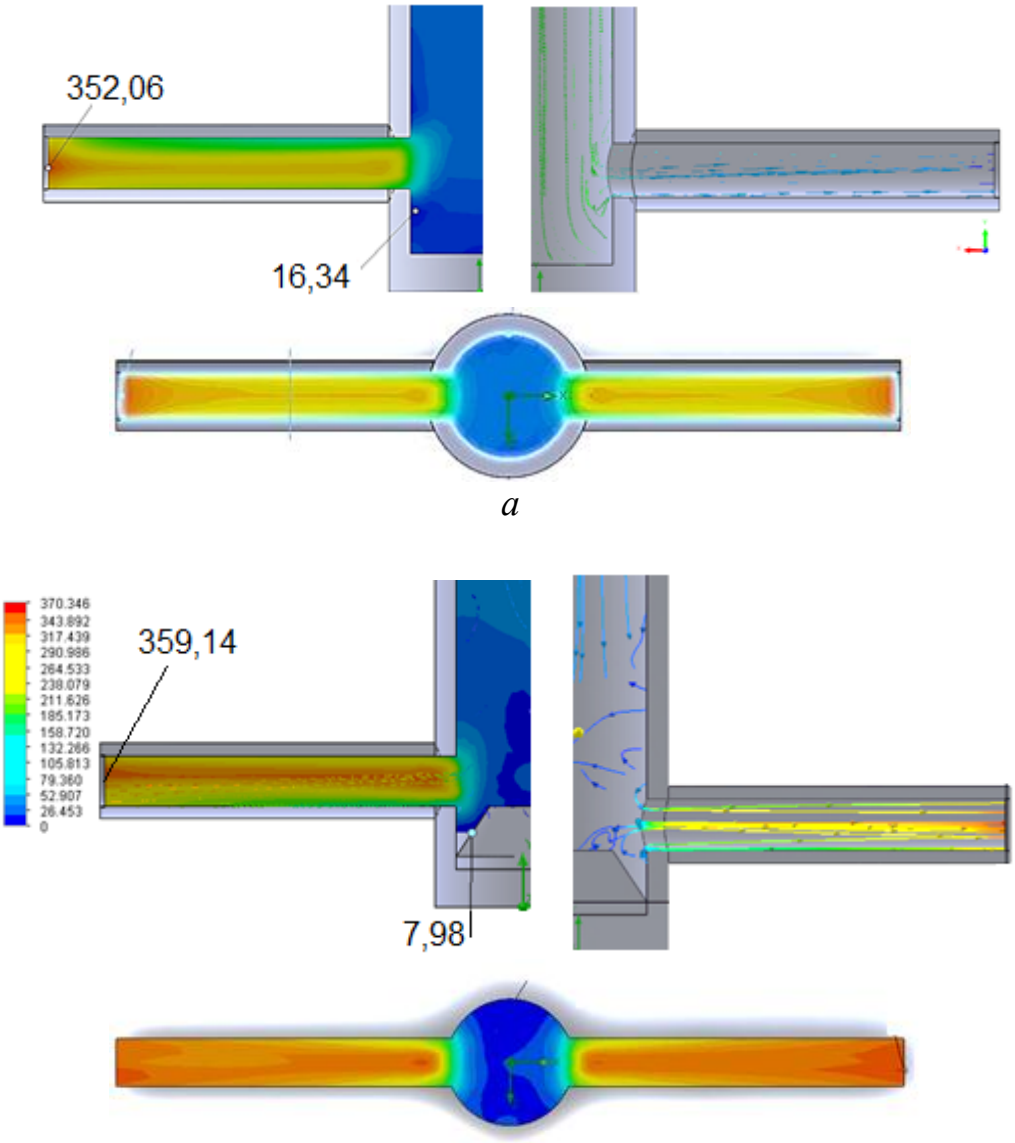
а *б*

Рис. 1. Вигляд газопорошкового потоку з частинками диспергованого магнію на виході із сопла моделі штатного Т-подібного (*а*) та експериментального (*б*) наконечника з конусоподібною вставкою

В умовах непружного удару об металеве днище наконечника з коефіцієнтом відновлення ≈0,5 частинки магнію зберігають лише до 25% кінетичної енергії ($E_к$) по нормалі, але спроможні зберігати повну енергію по дотичній. Якщо частинка відбивається під кутом до днища то $E_к$ розподіляється між двома компонентами: паралельною та перпендикулярною до днища. При цьому нормальна складова швидкості зменшується, а тангенціальна зберігається. Наприклад, згідно з розрахунками, при ударі частинки об стінку конусу під кутом 60^0 втрачається 41% $E_к$ після удару. В той же час частинки в такому випадку переважно перенаправляються у центральну частину сопла. Крім того, зменшення кута переходу потоку з несучої вертикальної труби у горизонтально розміщенні сопла сприяє зменшенню втрат тиску та зниженню турбулентності у потоці, забезпечуючи більш ефективне його прискорення.

У ході чисельного моделювання досліджено розподіл за перетином і зміну швидкості газових потоків в умовах коливання тиску газу-носію (при тиску перед входом у фурму 0,6-0,8 МПа) та тиску у розплаві перед соплами наконечника в залежності від глибини (0,3-3,5 м) ковшової ванни.

Підтверджена можливість більш ефективного прискорення потоку при зміні конфігурації робочого простора наконечника (рис. 2). На першому етапі моделювання у ході розрахунків не враховували наявність твердих частинок у газі-носії.



а

б

Рис. 2. Розподіл швидкостей газового потоку у соплах Т-подібного наконечника штатної (*а*) та експериментальної (*б*) заглибної фурми з конусоподібною вставкою

При досягненні практично рівних значень швидкостей по усій довжині сопла в центральній його частині, у верхній частині сопла (рис. 2) швидкість потоку, у порівнянні зі штатним наконечником, збільшується, що сприятиме винесенню частинок десульфураторів на більшу відстань углиб ванни і зменшенню вірогідності злипання частинок та закупорювання сопел за механізмом, розглянутим у [2]. На рис. 3 наведено порівняння розподілу швидкостей у газовому потоці у соплах штатного та експериментального наконечника з вставкою для більш плавного перерозподілу газового (газопорошкового) потоку між соплами.

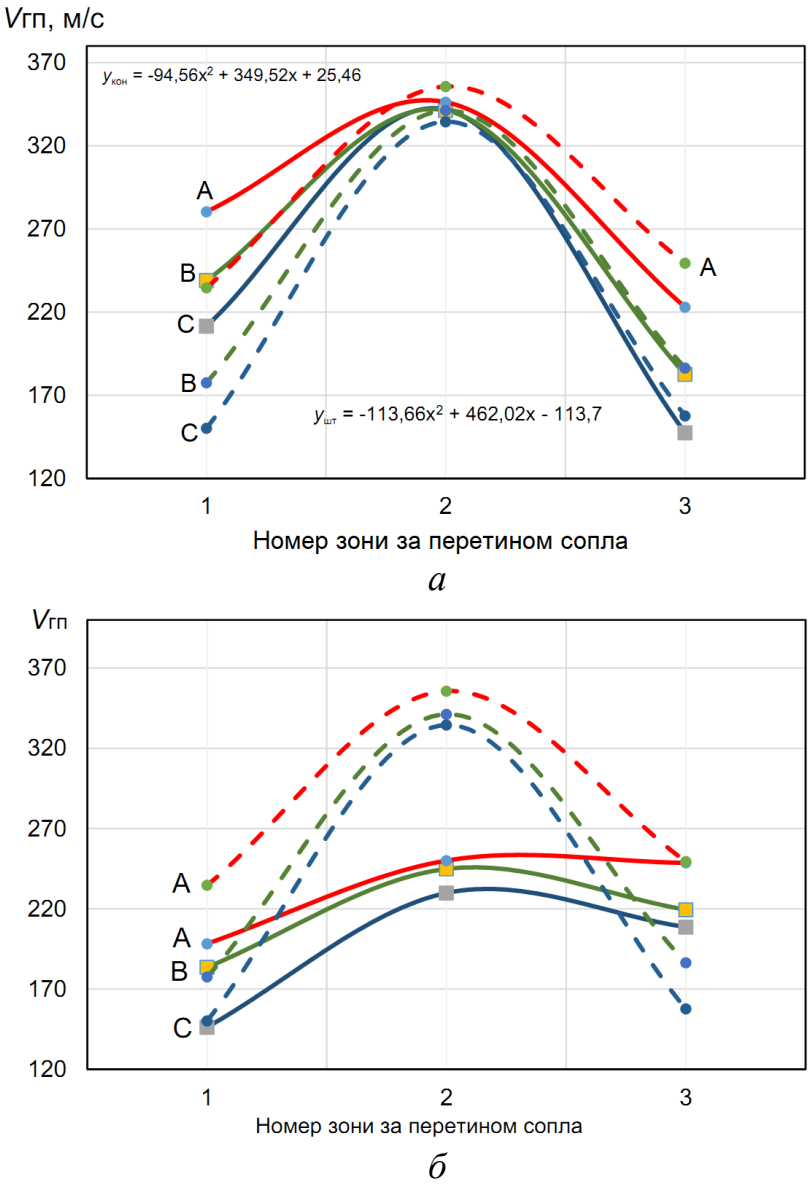


Рис. 3. Розподіл швидкостей газового потоку за перетином сопел штатного наконечника Т-подібної фурми (суцільні лінії) та експериментальних (переривчасті лінії) для різних значень тиску газу:
а - конусоподібна вставка; *б* - сфероподібна вставка.

Номери зон за перетином сопла на рис. 3 відповідно відображають: 1 – на переході з вертикальної газонесучої труби фурми у горизонтальне сопло; 2 – центральна частина сопла; 3 – на виході з сопла; *A, B, C* – швидкість газового потоку у нижній, середній та верхній зонах за перетином сопла відповідно.

Як показано раніше [5], для будь яких фракцій частинок реагентів (у діапазоні 0,02-1,8 мм) швидкість руху газопорошкового потоку менш ніж 30 м/с нераціональна, так як супроводжується різким зменшенням глибини проникнення частинок у розплав. Частинки діаметром <0,8 мм практично не проникають крізь границі газових пузирів, утворюючи концентровані агломерації зі зменшенням активної реакційної поверхні та степені засвоєння

реагентів. Для частинок діаметром >0,4 мм параметр швидкості є визначальним. Для частинок <0,1 мм необхідно застосовувати додаткові заходи для подрібнення утворених агломерацій, наприклад шляхом використання обертових конструкцій фурм [6].

В ході досліджень визначені раціональна форма вставки у днище та конфігурація робочого простору Т-подібного наконечника заглибної фурми, розроблено методику розрахунку раціонального кута нахилу поверхні вставки у днище наконечника для забезпечення мінімізації втрат енергії та поліпшення умов перенаправлення газового (частинок газопорошкового) потоку у горизонтальні сопла.

Посилання

1. Технологія та устаткування десульфурації чавуну магнієм у великовантажних ковшах [монографія]: А.П. Шевченко, В.І. Большаков, О.М. Башмаков. *К.: Наукова думка*, 2011. 207 с.
2. Єськов Д.В., Сігарьов Є.М. Параметри вдування реагентів та закупорювання Т-подібних наконечників фурм. *Збірник наукових праць ДДТУ (технічні науки)*. Кам'янське: ДДТУ, 2024, №1(44), 16-26.
3. James H. Young, Jr. A comparison of injection technologies utilizing various lance types. *VI International Symposium for Desulphurization of Hot Metal and Steel*. (September 14–16, 2000). Germany. Magdeburg, 2000.
4. Irons G.A. *Transactions of the Iron and Steel Society*, 1984, vol. 5, 33-45.
5. Повышение обессеривающего потенциала технологических систем инжекционной десульфурации чугуна различными методами. А.Ф. Шевченко, И.А. Маначин, Б.В. Двоскин [и др.]. *Bulletin «Ferrous Metallurgy»*, 2019, vol. 75, №11, 1237-1242.
6. Sigarev E.N., Chernyatevich A.G., Sigarev N.K., Zarandiya S.A. Formation of reaction zones in liquid bath at rotating of submerged lance. *Металургія. Збірник наукових праць Запорізької державної інженерної академії*, 2013, вип. 2(30), 35-41.

ЕФЕКТ РЕАЛІЗАЦІЇ ВИМОГ МІЖНАРОДНОЇ СХЕМИ СЕРТИФІКАЦІЇ FSSC 22000 VERSION 6.0: ДОСВІД УКРАЇНСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Проф. д-р. вет. наук М.Р. Сімонов, доц., канд. техн. наук Н.Я. Сусол
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна

Глобальну безпеку харчових продуктів може формувати кожен суб'єкт підприємницької діяльності в харчовій галузі у визнаний спосіб міжнародної сертифікації за схемою FSSC 22000 version 6.0. Дана схема вирізняється тим, що базується на незалежних міжнародних стандартах ISO для управління

безпечністю харчових продуктів та галузевих технічних специфікаціях для програм-передумов, а також включає додаткові вимоги щодо захисту та запобігання харчовому шахрайству. Усе це разом забезпечує надійну, ризик-орієнтовану систему, спрямовану на постійне вдосконалення системи управління безпечністю харчових продуктів.

Станом на сьогодні в Україні сертифіковано 307 підприємств, які мають дійсний статус сертифікації за FSSC 22000, згідно даних реєстру [1], користуються можливістю реалізувати власну продукцію на міжнародних ринках. Зважаючи на це, варто дослідити ефективність реалізації вимог FSSC 22000 V6.0 у підприємствах України для визначення прикладних рекомендацій, що покращать можливість їх адаптації в реаліях сьогодення, сприятимуть посиленню конкурентоспроможності та забезпеченню сталого розвитку харчової промисловості.

Версія 6.0 FSSC 22000 вступила в дію з 1 квітня 2024 року, передбачає значні оновлення, зокрема, посилення фокусу на корпоративну відповідальність за створення культури безпеки та якості, управління ризиками економічно вмотивованого шахрайства з харчовими продуктами, а також розширення вимог до управління обладнанням, втратами харчових продуктів та відходів.

Вивчення ефективності впливу сертифікації за схемою FSSC 22000 було проведено в Сеулі шляхом прямих спостережень та залучення 252 співробітників різних компаній. Отримані результати свідчать, що процеси вимірювання, аналізу та покращення мають найбільший вплив на вдосконалення організаційної спроможності та управлінської діяльності компаній, серед інших факторів системи управління безпекою харчових продуктів FSSC 22000 [2]. Інші дослідження впливу стандартів сертифікації за FSSC 22000 та ISO 9001 (інтегровані системи) на конкурентоспроможність та інновації бразильської харчової промисловості доводять сприяння оптимізації внутрішніх процесів та зниження операційних ризиків, створення середовища, що сприяє сталому зростанню. У бразильському дослідженні підтверджено ефект від впровадження вимог цих глобальних стандартів, особливо у великих компаніях, таких як Nestle та Ambev, які є лідерами в інноваціях та конкурентоспроможності харчового сектору [3]. Безумовно, такі результати є важливим внесок в наукові дискусії, пов'язані з дослідженням систем менеджменту безпечності харчових продуктів. Крім того, практичні результати чітко показують, що впровадження та ефективне функціонування систем менеджменту безпечності харчових продуктів за FSSC 22000 V6.0 є важливими для підвищення організаційних можливостей та управлінської ефективності. Завдяки цінному досвіду фахівці харчової промисловості можуть отримати практичні науково обґрунтовані рекомендації для впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів за FSSC 22000 V6.0, раціонально обирати методи ефективного управління. Звичайно, це не є підставою екстраполювати ці висновки на усі підприємства, оскільки існують суттєві відмінності між малими та середніми компаніями, специфікою

технологій і видом сировини, а також регіональними чинниками та національним законодавством.

Для вивчення позитивних факторів впровадження вимог FSSC 22000 Version 6.0 в українських підприємствах, а саме: ПАТ Львівський холодокомбінат, ТзОВ Родинна ковбаска, ПРАТ Ензимна компанія, Спільне українсько-англійське підприємство ТЗОВ Галка ЛТД, застосовано метод case-study. Спільними ознаками даних підприємств є: місце розташування (м. Львів), наявність актуальної сертифікації за схемою FSSC 22000 V6.0, втім, є й суттєві відмінності, зокрема, у сфері застосування відповідно до категорій схеми FSSC 22000 табл. 1.

Таблиця 1- Дані підприємств сертифікованих за схемою FSSC 22000 V 6.0

		Сертифікат дійсний до	**Категорія FSSC 22000**	**Сфера застосування**
	ПРАТ «Ензимна компанія» UKR-1-6756-	31-05-2028	Обробка продуктів, стабільних у навколишньому середовищі	Виробництво свіжих та сухих дріжджів, упакованих у подвійну упаковку з паперу та поліетилену, тришаровий пакувальний матеріал з паперу, поліетилену та алюмінієвої фольги, комбінований матеріал з паперу, поліетилену та алюмінієвої фольги. суміш для ферментації крохмалю та цукромісної сировини, упакованої в поліетилен та алюмінієвою фольгу.
	ТзОВ «Родинна ковбаска» UKR-1-6756-448014	27-11-2026	Переробка швидкопсувних продуктів тваринного походження. Переробка швидкопсувних рослинних продуктів. Переробка швидкопсувних продуктів тваринного та рослинного походження (змішаних продуктів). Обробка продуктів, стабільних у навколишньому середовищі.	Виробництво свинини в тушах та напівтушах; м'ясо птиці; напівфабрикати та субпродукти (свинина, курка, телятина, яловичина) кулінарні, м'ясо-овочеві оброблені, мариновані, охолоджені та заморожені; м'ясо механічної обвалювання (м'ясна маса); оболонки тваринного походження; ковбаси (кров'яні, паштетні, печінкові, сирокопчені, сиров'ялені, смажені, напівкопчені, варені, варені з м'яса птиці та кролика, напівкопчені з м'яса птиці, варено-копчені, запечені (індичка, курка та свинина), копчена та запечена свинина, яловичина та птиця, індичка, сирокопчена та сиров'ялена птиця); желейні ковбаски; колбаси; ковбаски, сасиски; м'ясний хліб; варені ковбаси, колбаси та ковбаски з м'яса птиці та кролика; продукти з птиці (варені, копчено-варені); продукти зі свинини (варені, копчено-варені, копчено-запечені, запечені, смажені, копчені); розплавлені свинячі жири; м'ясні паштети; продукти для начинки; м'ясні рулетики (варені, копчені, варені, запечені); варені та копчені свинячі вуха; продукти (зі свинини, м'яса бройлерних курчат, індички, баранини), вакуумно упаковані, варені; варені продукти з яловичини; варена свинина та продукти з яловичини, копчені варені, копчені запечені; запечені, смажені, копчені та сушені; делікатесні вироби з яловичини та свинини; варені продукти з птиці; варені ковбаси, сосиски, сосиски (заморожені); м'ясовмісні продукти варені, напівкопчені; м'ясні консерви (тушковані); кулінарні вироби (салати, основні страви, пельмені та млинці, хлібобулочні вироби, бутерброди на хлібній основі, круасани, лаваші, консерви, перші страви, продукти, що містять рибу та рибопродукти). Упаковка у штучну оболонку (поліамідну, синтетичну, текстильну, целюлозну), колагенову оболонку (білкову), оболонку тваринного походження (баранина, свинина, яловичина), полімерні контейнери для харчових продуктів (відра, лотки), стрічку (поліетиленову, поліпропіленову), полімерні пакети, полімерну плівку, пакувальний папір, підкладки, лотки, скляні банки. Упаковка під вакуумом, у захисному середовищі або без додаткових технологій пакування.
	Спільне українсько-англійське підприємство ТЗОВ «Галка ЛТД»	27-03-2028	Обробка продуктів, стабільних у навколишньому середовищі.	Виробництво смажених кавових зерен, меленої смаженої кави, розчинної кави, розчинних кавових напоїв, розчинних напоїв, розчинних рослинних екстрактів та драже. продукція упакована в різні види упаковки з полімеру, паперу та металевих банок.

Продовження таблиці 1

		Сертифікат дійсний до	**Категорія FSSC 22000**	**Сфера застосування**
	ПАТ "Львівський холодокомбінат	10-04-2027	Переробка швидкопсувних продуктів тваринного походження. Переробка швидкопсувних рослинних продуктів. Переробка швидкопсувних продуктів тваринного та рослинного походження (змішаних продуктів).	Виробництво морозива, фруктових начинок та заморожених напівфабрикатів, упакованих у поліетиленові пакети, поліпропіленові лотки, полімерні пакувальні контейнери, термопластичні харчові пакувальні контейнери, картонні стаканчики, пластикову упаковку з IML-етикеткою, упаковку на основі поліпропіленової плівки, ламіновані паперові пакети та поліамідну оболонку.

Синтезувавши результати дослідження практик сертифікованих підприємств виділимо позитивні досягнення в розрізі реалізації вимог схеми FSSC 22000, що нові введені і найбільш оновлені редакцією Version 6.0.

Додаткова нова вимога схеми FSSC 22000 V 6.0, що виділена в окремий розділ *2.5.8. Культура харчової безпеки та якості* має на меті сприяти формуванню міцної організаційної культури, зосередженої на безпеці та якості харчових продуктів. На виконання цих вимог сертифіковані підприємства (об'єкти дослідження) мають встановлено політику, цілі та завдання у сфері культури харчової безпеки, організовують постійне внутрішнє навчання персоналу із фокусом на виявлення ризиків і комунікацію про небезпеки. Дієвою є практика створення внутрішньої платформи для повідомлення про невідповідності без застосування каральних і штрафних заходів (так звана food safety reporting), що дозволяє знижувати ризики, запобігати інцидентам, покращувати якість продукції. Завдяки обізнаності персоналу є позитивний вплив на підвищення відповідальності і залучення персоналу на всіх рівнях.

В частині новацій управління якістю є доповнення політики та цілей контролю якості, оперативний моніторинг параметрів якості процесів систему управління безпечністю харчової продукції. У цьому контексті новаціями є цифровізація контролю критичних точок, зокрема, впроваджено автоматизовану систему моніторингу температурних режимів по всьому виробництву. Також компанії проводять модернізацію зонування виробництва, ще більш чітке розділення зон високого та низького ризику, що зменшує перехресне забруднення. Вдосконалено ризик-орієнтований підхід до закупівель, розширено систему рейтингування (оцінювання) постачальників з урахуванням ризиків шахрайства відповідно до рекомендацій систем TACCP та VACCP.

Оновлені вимоги до *управління обладнанням* створили додаткові умови, на виконання яких підприємства суттєвіше інтегрують процеси управління

обладнанням у систему менеджменту безпечності харчової продукції, щоб забезпечити впровадження належних заходів контролю. Для кожного нового обладнання створюється специфікація з урахуванням гігієнічного дизайну, відповідності чинному законодавству та вимогам передбачуваного використання обладнання, в тому числі продукту, що обробляється. Практикується розробка планів управління змінами на основі оцінки ризиків для нового обладнання або зміни діючого обладнання. Документують докази успішного введення в експлуатацію та оцінки можливого впливу на існуючі системи.

Абсолютно нові вимоги розділу *2.5.16 Втрати харчових продуктів та відходи* покликані сприяти досягненню Цілей сталого розвитку ООН щодо скорочення вдвічі світових відходів FLW на душу населення до 2030 року**.** Для цього підприємства розробили стратегії та задокументовану політику і цілі щодо зменшення втрат харчових продуктів та відходів на визначений період. Ефективним є досвід інтеграції Lean-практики, що дозволяє оптимізувати виробничі процеси, досягти зниження втрат сировини на 5-12%.

У контексті вимог даного розділу компанії можуть надавати харчування неприбутковим організаціям (благодійні організації, будинки соціальної сфери, для харчування тварин зоопарку, тощо), з умовою того що продукція має бути безпечною, це повинно контролюватися, а продукти потрібно обробляти відповідним чином.

Доповненні *вимоги до комунікації* зобов’язують сертифіковані підприємства обов'язково повідомляти органу сертифікації (протягом 3днів) про серйозні події та ситуації в компанії (форс-мажорні обставини, судові процеси, відкликання продукції, техногенні і природні катастрофи, хакерські атаки, війну, тероризм, масові страйки, тощо), що можуть негативно вплинути на діяльність, складають загрозу безпеці харчових продуктів. З метою забезпечення можливості адекватного і оперативного реагування на такі випадки підприємства розробляють програму заходів реагування на них, відповідно до виду ситуації.

Висновки

Отже, версія 6.0 FSSC 22000 поставила перед підприємствами нові завдання, зокрема, зобов’язала посилити діючі процедури, у новий спосіб реалізувати функціонування культури безпечності та якості, тобто створити на підприємстві середовище, де кожен працівник розуміє свою роль у забезпеченні безпеки продукту. Також система FSSC 22000 V6.0 акцентує увагу на управлінні загрозами шахрайства, біозахистом, сталому використанні ресурсів і зменшенні втрат харчових продуктів та відходів. Відтак, підприємствам доводиться не лише оновлювати документацію, а й формувати зовсім нові підходи до управління ризиками.

Для українських підприємств впровадження системи FSSC 22000 V6.0 є не лише відповіддю на вимоги міжнародних партнерів, а й інструментом підвищення якості виробничих процесів. Як засвідчив досвід, підприємства,

які системно впроваджують і вдосконалюють механізми забезпечення безпечності харчових продуктів, отримують суттєві конкурентні переваги, зростання довіри з боку споживачів і партнерів, а також можливості виходу на нові міжнародні ринки.

Посилання

1. Public Register FSSC 22000 – Режим доступу: https://www.fssc.com/public-register/
2. J Korean Soc Qual Manag 2023; 51(2). Effects of FSSC 22000 Food Safety Management System Characteristics on Business Performance: Mediating Effects of Organizational Capabilitie. C.263-282. DOI: https://doi.org/10.7469/JKSQM.2023.51.2.263
3. Chaves, Lurdes Maria Benedito. O impacto das normas de certificação FSSC 22000 e ISO 9001 na competitividade e inovação das indústrias alimentícias brasileiras. 2025. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025. – Режим доступу: http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/80474

ДО ПИТАННЯ ВПЛИВУ КОЕФІЦІЄНТУ ДИНАМІЧНОСТІ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ГВИНТОВИХ КОНВЄРІВ

Доц., канд. техн. наук Д.П. Часов, доц., канд. техн. наук В.О. Бейгул,
аспіранти С.О. Ващенко, О.О. Глущенко, А.В. Сьоміч
Дніпровський державний технічний університет
м. Кам'янське, Україна

Сучасний ринок вимог до виробництва та його потужностей складається з викликів використання енергоефективних технологій. Однак, зниження енерговитрат на виробничі процеси прямо впливає на продуктивність. Як варіант, на вирішення такої наукової проблеми приходить застосування технік та методик, під час застосування яких забезпечується сталість продуктивності при зниженні енергозатрат або збільшення (приріст) продукції при незбільшенні енергоспоживання. Основним сектором ефективного застосування такої тенденції є допоміжні процеси підприємств. Суттєвим споживачем енергетичної складової таких процесів є транспортування, у всіх його можливих варіаціях. Модернізація до вдосконалення процесів переміщення може бути розпочата з конвеєрного транспорту, який займає значну частку у допоміжних процесах різних типів виробництв.

Кажучи за конвеєри у виробництві, слід звернути увагу на найрозповсюдженіші їх типи, а саме стрічкові, гвинтові, пластинчасті.

Спираючись на широке використання шнекових конвеєрів у промисловості, маємо доцільність модернізації саме таких транспортерів. Головним джерелом споживання енергії у гвинтових конвеєрів є вага, яку необхідно приводити в рух. Та саме вага може бути розглянута як система шнек-вантаж. Враховуючи неможливість впливу на вагу вантажу, що транспортується, залишається сам гвинт, який в свою чергу є складної геометричною конструкцією, зниження маси якої можливе за рахунок зміни будови при забезпеченні основних вимог та показників продуктивності робочого органу – спіралі шнеку. Існує декілька варіацій виконання та методів фіксації спіралі до центрального валу. Одним з видів виконання шнеку є стрічковий гвинт, що фіксується періодичними опорами. Саме через навантаження на дані опори можемо визначити допустимо ефективну, з точки зори вагових показників, конструкцію шнеку.

Навантаження стрічки від вантажу, що транспортується передається через опори спіралі шнеку. Незалежно від типу транспортованого матеріалу необхідно враховувати навантаження, що діють на кожну опору спіралі шнеку. За продуктивністю транспортера Q можемо визначити масу вантажу на метр шнеку, як системи транспортування, а в залежності від кута встановлення спіралі можемо в подальшому визначити саме навантаження за метр спіралі шнеку q:

$$q = Q/v, \tag{1}$$

де: q – маса вантажу (погон), кг/м;
Q – продуктивність конвеєру, кг/с;
v– швидкість транспортування, м/с.

Під час робочого ходу спіралі відбувається контакт з матеріалом, що призводить до динамічного навантаження на опори спіралі, яке можемо визначати як взаємодію статичного навантаження з врахуванням коефіцієнту динамічності, що має вигляд:

$$K_D = \frac{P_D}{g(q_r+q_{sc})s}. \tag{2}$$

де: K_D– коефіцієнт динамічності;
P_D– динамічне навантаження на опору спіралі шнеку, н;
g– прискорення сили тяжіння, м/с^2;
q_r– погонна вага вантажу, кг/м;
q_{sc}– погонна вага шнеку, кг/м;
s– крок опор спіралі шнеку, м.

Висновки

Під час розрахунків слід враховувати величину транспортованого матеріалу, аби запобігти заклинювання шнека чи передбачити подрібнення вантажу (попереднє чи комбіновано-інтегроване); наповнюваність жолоба та частота обертання шнеку.

Посилання

1. Romaniuk, O., Chasov, D., Romaniuk, Y., Sasov, O., & Beihul, V. (2025). Optimization of Rotating Assembly Masses in Mechanical Transmissions of Machine Units. Science and Innovation, 21(2), 93–100. https://doi.org/10.15407/scine21.02.093
2. Serilko L. S., Lyashuk O. L., Chasov D. P., Serilko D. L., Ihnatiuk R. M. (2025). Body movement along the surface of an inertial conveyor chute under combined friction. Journal of Engineering Sciences (Ukraine), Vol. 12(1), pp. D1–D8. https://doi.org/10.21272/jes.2025.12(1).d1
3. D. Chasov (2016).Determining the equation of surface of additional blade of a screw conveyor. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies (Engineering technological systems). – 5/1 (83). – 2016. – p. 4 – 9.
4. D. Chasov, L. Sorokina, S. Havrylin (2017) Aspects of distance learning for engineering sciences. Effective Development of Teachers' Skills in the Area of ICT and E-learning / Katowice - Cieszyn 2017. – p. 319 – 331.
5. O. Beihul, D. Grischenko, V. Beihul, D. Chasov, A. Lepetova, B. Kolyada (2020) Devising a procedure for calculating the designed strength of a kingpin-type load-carrying system for an articulated tractor container carrier. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies (Engineering technological systems). – 5/7 (107). – 2020. – p.22 – 29.

СУТЬ ДИФУЗІЇ У НЕОДНОРІДНІЙ ТРИВИМІРНІЙ СИСТЕМІ

Професор[1] *М.Є. Чернова*
[1] Кафедра фізико-математичних наук
Івано-Франківський Національний технічний університет нафти і газу
м. Івано-Франківськ, Україна

Вступ. Фізика невпорядкованих середовищ, таких як металеві та неметалеві сплави, користуються достатньо значною увагою як науковців, так і промисловців. Властивості невпорядкованих середовищ визначаються їх дифузійними характеристиками. Дифузія є явищем, втілення котрого дуже тісно пов'язане з енергетичними особливостями і будовою кристалічної гратки[1, 3], хімічною природою атомів середовища та дифундуючої речовини [4]. Тому дослідження дифузії є цінним джерелом інформації про природу кристалічного стану металів та сплавів.

Здебільшого, коефіцієнт дифузії класичних часток у невпорядкованому середовищі є значно більшим, а ніж у відповідних класичних аналогах [7]. Тому, дослідження явища дифузії у таких системах є одним з важливих завдань.

У цьому напрямку важливим є врахування неоднорідності, як такої, у часі дифузії в околі температури плавлення, оскільки у цьому діапазоні через дефекти кристалічної будови, здатні виникати області де речовина вже може перебувати у рідиноподібній фазі, а за такої ситуації, коефіцієнт дифузії у рідкій фазі є у кілька разів вищим ніж у твердій [8], що спричинює різку зміну самих характеристик дифузії.

Цікавим є силіціювання заліза шляхом методу хімічно-термічного оброблення [9], оскільки за температур, що є близькими до температури плавлення заліза, виникає різка зміна характеристик дифузії. Отже, для розуміння суті силіціювання, важливим є дослідження змін коефіцієнта дифузії кремнію у залізі в часі переходу з твердого стану у рідкий та характеру дифузії у двофазній системі, де коефіцієнт дифузії у різних фазах значно відрізняється.

Основна частина. Коефіцієнт дифузії у твердій фазі визначається співвідношенням:

$$D = \frac{\rho^2}{6\tau_0} e^{-\frac{W}{kT}} \qquad (1)$$

тут $\rho = 10^{-10}$ м –міжатомна віддаль;

$\tau_0 = 10^{-15}$ м – період коливань атома відносно положення рівноваги;

$e^{-\frac{W}{kT}}$ - Больцманівський множник;

$W = W_0 + U$ – енергія розрихлення (утворення вакансії) (eB);

W_0 – енергія активації дифузії (eB);

U – енергія, що є необхідною для виникнення вакансії (eB).

Явище самодифузії у кристалах може розглядатися за незначних змін і доповнень у механізмі дифузії сторонніх атомів. Спотворення решітки, зумовлені атомами домішки, зменшують енергію, необхідну на утворення вакансії в одному із сусідніх вузлів, порівняно з енергією її утворення у неспотвореній решітці. За цих умов зачне число (у відсотках) атомів домішки має у своєму безпосередньому оточенні відносно швидке переміщення вакансій, створюючи таким чином щось на кшталт молекул. Перехід атома домішки у місце вільної вакансії не ліквідовує її, а лише зміщує саму вакансію у її вихідне положення. Подальше переміщення атома у наперед утворену вакансію відбувається у довільному незалежному напрямку.

Якщо б кожен атом домішки був зв’язаним з подібною вакансією, то енергія діркоутворення зводилась би до енергії активації, задля переміщення у неї. У дійсності ж, задля утворення супроводжуючу атом домішки вакансію, є необхідною додаткова енергія ΔU_1, хоча й менша ніж для утворення вакансії у неспотвореній решітці.

Оскільки множник, що є перед експонентою, в усіх випадках є майже однаковим, то коефіцієнт дифузії домішок повинен бути більшим ніж основної речовини.

Під час розгляду коефіцієнта дифузії в рідинах, за умови, що величина молекул розчиненої речовини співрозмірна з молекулами розчинника, то є

справедливими уявлення про тепловий рух в рідинах і співвідношення (1). У цьому випадку, енергія активації W_0 мала б визначатися взаємодією молекул розчиненої речовини з оточуючими її молекулами розчинника, й тому повинна б суттєво відрізнятися від енергії активації W_1, що характеризує розчинник, однак, енергія W_0 в усіх випадках виявляється дуже близькою до W_1.

Якщо уявити, що переміщення якоїсь частинки з початкового положення рівноваги у сусіднє, не є активним, але пасивним, тобто, зумовлюється не випадковим збільшенням кінетичної енергії цієї частки у часі зміни розміщення оточуючих її часток, а випадковим їх розсуненням, тобто, утворенням у безпосередній близькості біля неї вакансії, у котру вона ж може потрапити без енергії активації, після цього вакансія, залишена цією частинкою на попередньому місці, закриється. З цього погляду, енергія активації W_0 задля дифузії згаданої частки варто сприймати як енергію, що є необхідна, задля виникнення у розчиннику вакансії. Якщо ототожнимо цю енергію з поверхневою енергією мікропорожнини (вакансії), та вважаючи її лінійні розміри ~10^{10} м, отримаємо:

$$W_0 = 4\pi\sigma \cdot r^2 \qquad (2)$$

тут σ – поверхневий натяг розчинника у рідкому стані (*Н·м*).

Оскільки енергія діркоутворення W для рідини є значно меншою аніж для кристалів, то в околі енергії плавлення, експоненційний множник рівності (1) у першому випадку є ближчим до 1 і змінюється, за умови зміни температури, повільніше ніж у випадку кристала. Цим, власне, пояснюється факт значно більшої величини коефіцієнта дифузії різних речовин в рідкому стані аніж у твердому, бо він у твердому стані є менш чутливим до змін температури, так для рідкого стану за температури ~ 300÷800 (*К*), W=9600÷40000 (*Дж/моль*), а у випадку рідкого стану W=42000÷200000 (*Дж/моль*).

На основі вищенаведених міркувань, проведено оцінення коефіцієнта дифузії кремнію в залізі рідкої фази. Вважаючи, що $\rho = 10^{-10}(м)$; $\tau_0 = 10^{-15}(м)$; $r = 10^{-10}(м)$; $\sigma = 460 \cdot 10^{-3}(Н/м)$; [8], отримано коефіцієнт дифузії $D = 2 \cdot 10^{-5}(\frac{м^2}{с})$ за температури 1873 *К*.

Коефіцієнт дифузії кремнію в залізі у твердій фазі теоретично віднайти є дуже складно. За експериментальними даними [11] за температури 1573 *К* складає величину $D = 10^{-9}(\frac{м^2}{с})$. Як є зрозуміло, коефіцієнт дифузії, з подоланням точки плавлення суттєво змінюється. Це сприяє певним особливостям дифузії за температур, що є близькими до температури плавлення.

Розгляд дифузії з поверхні у напівобмежену тривимірну неоднорідну систему, де коефіцієнт дифузії у різних фазах значно відрізняються, показав, що це має аналогію з задачею перколяції, котра ще у минулому столітті має добре опрацьовані методи рішення[10]. Зокрема, маємо довільну кубічну сітку, до двох протилежних сторін котрої припаяними є електроди і увімкнуту в

електричне коло задля замірів опору в сітці. Відтак, випадковим чином оберемо якийсь вузол тої сітки й заблокуємо його, досліджуючи за такої умови опір. Що більше буде заблокованих вузлів, то електрична провідність сітки буде зменшуватись. А якщо позначимо величиною v співвідношення кількості незаблокованих вузлів до загального числа вузлів, то за деякого значення v_c електропровідність була нульовою. Цю величину називають межею перколяції.

У нашому випадку основним завданням якраз і є визначення межі перколяції. Враховуючи той факт, що теоретичні результати мусять мати експериментальне підтвердження, одним з напрямків такого підтвердження є результати, отримані числовим методом з допомогою штучного інтелекту (ШІ) із використанням статистичного методу Монте-Карло, котрий є математичним методом, що використовує генерацію усіх значень випадкових чисел в інтервалі від «0» до «1» з однаковою ймовірністю.

Щоб дослідити перколяцію, як таку, необхідно зазначити який вузол блокований, а який – ні, й мати можливість змінювати число блокованих вузлів, вузли ж характеризуються координатами N – мірного простору. У нашому випадку неблоковані вузли змінюємо на вузли з коефіцієнтом дифузії D_1 а блоковані з коефіцієнтом дифузії D_2. Так можна отримати концентраційні профілі дифундуючої речовини у двофазну неоднорідну систему. Такий метод застосовувався [6] задля віднайдення енергії активації дифузії та передекспоненційного множника.

Оскільки коефіцієнт дифузії не є сталим, і розподіляється випадковим чином, то задля отримання концентраційних характеристик необхідно було розв'язати друге рівняння Фіка,

$$\frac{\partial C}{\partial t} = div(D\ gradC) \tag{3}$$

що має вигляд:

$$\begin{aligned}\frac{\partial C(x,y,z,t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(D(x.y.z.t)\frac{\partial C(x.y.z.t)}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(D(x.y.z.t)\frac{\partial C(x.y.z.t)}{\partial y}\right) + \\ + \frac{\partial}{\partial z}\left(D(x.y.z.t)\frac{\partial C(x.y.z.t)}{\partial x}\right)\end{aligned} \tag{4}$$

Задля розв'язання цього рівняння програмою ШІ, враховуючи, що коефіцієнт дифузії змінюється випадковим чином, мусимо закласти різницеву схему:

$$\begin{gathered}C = C(x.y.z.t)\\ x = nh_x;\quad y = mh_y;\quad z = lh_z;\ h_x = h_y = h_z = h\\ t = i\widehat{D}\\ C(nh, mh, lh, i\tau) = C^i_{n,m,l}\end{gathered}$$

$$\begin{aligned}C^{i+1}_{n,m,l} = C^i_{n,m,l} + \widehat{D}_{n+1,m,l}(C^i_{n+1,m,l} - C^i_{n,m,l}) - \\ - \widehat{D}_{n-1,m,l}(C^i_{n,m,l} - C^i_{n-1,m,l}) + \widehat{D}_{n,m+1,l}(C^i_{n,m+1,l} - C^i_{n,m,l}) - \\ - \widehat{D}_{n,m-1,l}(C^i_{n,m,l} - C^i_{n,m-1,l}) + \widehat{D}_{n,m,l+1}(C^i_{n,m,l+1} - C^i_{n,m,l}) - \\ - D_{n,m,l-1}(C^i_{n,m,l} - C^i_{n,m,l-1})\end{aligned} \tag{5}$$

Коефіцієнт дифузії у рівності (1) характеризує дифузійний потік між вузлами різницевої схеми (*i, j, k*) та сусідніми. Тому він дорівнює найменшому зі значень D_1 або ж D_2 у тих вузлах. До того ж D є нормованим характерними параметрами різницевої схеми

$$\widehat{D} = \frac{D\tau}{a^2} \tag{6}$$

Схеми, котрі в часі обчислень підсилюють початкові похибки, називаємо нестабільними, вони не можуть бути застосовані на практиці. У випадку, якщо розв'язки різницевої задачі неперервно залежать від початкових величин, то схема є стійкою до початкових даних [5].

Наведена схема є явною, бо одна невідома величина (*i+1*)-го часового шару визначається відомою величиною *i*-го часового шару. Ця різницева схема буде стійкою за умови $\widehat{D} = 0{,}5$.

Хай у напівобмежене тіло крізь межу *x=0* проникає ззовні дифундуюча речовина; заразом нехай початкова концентрація дорівнює нулю для усіх x, тобто:

$$C(0,0) = C_0; \quad C(x,0) = 0 \tag{7}$$

Окрім того тіло становить двофазну систему з випадковими змінами коефіцієнта дифузії, котрий суттєво різниться в різних фазах. Для рішення такої задачі необхідно «прогнати» співвідношення (2) й (1) різницевою схемою за початкових умов (3). Для цього також варто використати готові в ШІ блок-схеми, що передбачають вивід картини розподілу вузлів з відмінними коефіцієнтами дифузії, а також таблиці значень концентрації дифундуючої речовини залежно від глибини проникнення у систему.

Задля підтвердження переконання правильності роботи цієї різницевої схеми проведено обчислення дифузії зі сталого джерела одномірного випадку за умови незмінного коефіцієнта дифузії. Отримані результати порівнювалися з обчисленими за співвідношенням:

$$C(x,t) = \frac{e^{-\frac{x^2}{4Dt}}}{\sqrt{\pi Dt}}; \tag{8}$$

отриманим в [2] з першого рівняння Фіка:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}; \tag{9}$$

за умови, що $C(0,0) = C_0; \quad C(x,0) = 0; \quad C(\infty,t) = 0.$

Порівняння засвідчило, що похибка методу чисельного моделювання у цьому випадку є меншою 1%.

Проведені модельовані експерименти й зіставлення результатів числового методу з дифузійними профілями, обчисленими за співвідношенням (8) засвідчили, що в межах малих $x(x \le 10)$ й малих часах дифузії $(t \le 100)$ отримати ефективну величину коефіцієнта дифузії задля опису неоднорідної двофазної системи є неможливим. Це може бути обумовлено складністю геометрії реального дифузійного шляху, що виникає,

за умови значних градієнтів концентрації у початковий момент формування дифузійної зони. З плином часу градієнт концентрації спадає і опис дифузії ефективним коефіцієнтом стає цілковито можливим. Критерій малости градієнта концентрації має вид:

$$\left|\vec{\nabla}C\right| \cdot a \langle\langle C, \qquad (10)$$

тут a – характеристика розміру неоднорідности системи.

Однак, провести детальні дослідження у цьому випадку складно через велике число ітерацій та обов'язковий перехід від явної схеми до неявної, необхідні програми існують, але потребують значних коштів для їх отримання.

Однак, було усе ж проведено розрахунки для тривимірної двофазної неоднорідної системи з обмеженою кількістю вузлів (100×100×100) за час, що відповідає кількості циклів (50; 100; 150; 200; 250) за умови різної кількості відсотків блокованих вузлів (V ~ 31%; 33%; 35%; 40%; 50%; 60%; 70%; 80%; 90%).

Отримані таким чином профілі дифундуючої речовини у таких системах за час, що відповідає 150 циклам, наведено на рис.1.

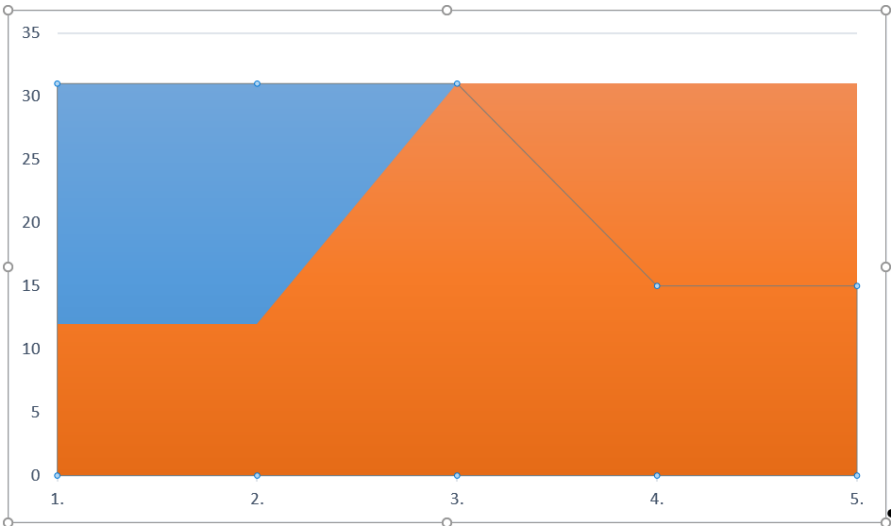


Рис. 1. Залежність концентраційних профілів дифундуючої речовини за умови різного відсоткового вмісту неблокованих вузлів.

Відповідно, на рис. 2, зазначено залежність середньої концентрації дифундуючої речовини $\overline{C}$, від відсоткового вмісту неблокованих вузлів. Є зрозумілим, що у межах близьких до V_c падіння концентрації зі зниженням V є значним, а за умови, що V_c прямує до максимуму залежності $C(V)$ стає менш суттєвим.

За умови концентрації неблокованих вузлів, тобто коли V_c=*31%*, проникнення у глиб дифундуючої речовини не відбувається. Це засвідчило й моделювання з використанням ШІ, тобто, за умови $V \langle V_c$ рух фронту дифузії вглиб зразка є відсутнім.

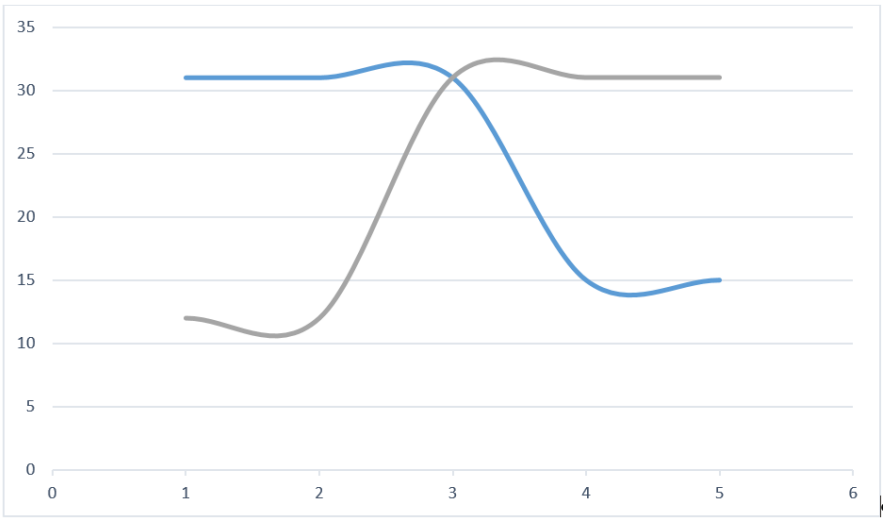


Рис. 2. Залежність середньої концентрації дифундуючої речовини за умови різного відсоткового вмісту неблокованих вузлів.

Висновки. 1). Для дослідження явища дифузії у сильно неоднорідних системах варто використовувати моделювання за методом Монте-Карло.

2). У системі, що є двофазною, і в одній з фаз коефіцієнт дифузії є вищим, за концентрації, що стає близькою до межі перкуляції (в нашому випадку V_c=*31%*), настає різке зростання швидкості дифузії, що й трактується як досягнення перкуляційної межі.

3). За умови великої кількості неблокованих вузлів концентрація змінюється несуттєво, а за умови зменшення кількості неблокованих вузлів зміни концентрації є суттєвими.

4). У тривимірній двофазній неоднорідній системі за наявності великих градієнтів концентрації (тобто не виконується співвідношення (10)), неможливо використовувати ефективний коефіцієнт дифузії, що описує розподіл середньої концентрації вглиб.

Посилання

1. Термодинаміка та кінетика дифузії/ за ред. Конорева С.І. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022. 110с. https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/316720dc-dcd3-4fed-90b2-165b2b0e3691/content
2. Tokovyy Y. (2024). Stationary Temperature Fields in Radially Inhomogeneous Hollow Cylinders. In: Altenbach, H., Bogdanov, V., Grigorenko, A.Y., Kushnir, R.M., Nazarenko, V.M., Eremeyev, V.A. (eds) *Selected Problems of Solid Mechanics and Solving Methods. Advanced Structured Materials*, vol 204. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-54063-9_31
3. Мазур В.І., Куцова В.З. Ковзель М.А., Носко О.А. Сплави на основі заліза. Дніпропетровськ: НМетАУ. 2013. 500 с. https://nmetau.edu.ua/file/splavy_na_osnove_zheleza__lbr_1_rbr_.pdf
4. Моделі твердофазних реакцій / за ред. А.Гусака. Харків: СГ НТМ «Новий курс». 2021. 392 с. https://eprints.cdu.edu.ua/4361/1/solid%20sta%20al.pdf

5. Черевко І.М., Дорош А.Б., Перцов А.С., Гаюк І.М. моделювання крайових задач для лінійних диференціально-різницевих рівнянь нейтрального типу. *Математичне та комп'ютерне моделювання.* Серія: Фізико-математичні науки. Випуск 21. С 164-173. http://mcm-math.kpnu.edu.ua/article/view/224963/224999
6. Боровий М.О., Каленик О.О., Куницький Ю.А., Цареградська Т.Л. Невпорядковані системи та квазікристали. Київ. Інтерсервіс. 2014. 228 с. https://gen.phys.knu.ua/files/fizika_nevporiadkovanih_systems.pdf
7. Основи матеріалознавства. / за ред. Боброової Т.Б. Київ. Ресурсний центр Гурт. 2019. 104 с. https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/news/Новини/2020/04/28/7materialoznavstvo.pdf
8. Оліх О.Я. Дефекти у напівпровідникових та діелектричних кристалах. Посібник. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю. 2018. 152 с. https://gen.phys.knu.ua/wp-content/uploads/2022/09/Olih-Defekti-A5.pdf
9. Сидоренко С.І., Волошко С.М. Термодинаміка та кінетика дифузії: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2022. 110 с. https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/316720dc-dcd3-4fed-90b2-165b2b0e3691/content
10. Фізика невпорядкованих систем. Збірник тез, Львів, Україна, 14-16 жовтня 2008, Львівський національний університет імені Івана Франка, 196с. https://physics.lnu.edu.ua/conferences/pds2008/doc/tezy.pdf
11. Сучасні проблеми механіки та математики: *збірник наукових праць у 3-х т.* / за заг. ред. Самойленка А.М., Кушніра Р.М. // *Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України. Львів.* – 2018. – Т. 3. 284 с. URL: http://www.iapmm.lviv.ua/mpmm2018/Volume_3.pdf

ФОРМУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ СТРУКТУР ПРИ НАСИЧЕННІ ХРОМОВИХ СТАЛЕЙ ВУГЛЕЦЕМ

Доц., канд. техн. наук К.О. Чорноіваненко, Є.Л. Повзло
Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна

Вступ. Поняття «композитний матеріал» у широкому значенні охоплює будь-який матеріал з гетерогенною (що складається з двох або більше фаз) структурою. Композитні матеріали створюються шляхом цілеспрямованого об'єднання двох або більше компонентів в єдиний матеріал з метою отримання властивостей, які не можуть бути досягнуті жодним із компонентів окремо та які перевершують характеристики наявних матеріалів [1–3].

Важливою характеристикою, яка дозволяє класифікувати композити, є ізотропність або анізотропність їх властивостей. У випадку анізотропних

композитів з'являється значна свобода у виборі форми та способу пакування фаз, що дозволяє досягти найрізноманітніших комбінацій властивостей. У зв’язку з цим останніми роками активізувалися дослідження волокнистих композитів [4].

Перевагою волокнистого армування є висока міцність і можливість спрямованого зміцнення в заданому конструктивному напрямку. Волокна запобігають або ускладнюють розвиток тріщин, які призводять до руйнування матеріалу при напруженнях значно нижчих за теоретичні. Недоліком волокнистої форми є те, що волокна ефективно передають навантаження лише вздовж своєї осі; у перпендикулярному напрямку армувальний ефект або відсутній, або може виникнути навіть послаблення матеріалу.

Волокна, що використовуються як армуючі елементи, повинні відповідати наступним вимогам: висока температура плавлення, низька густина, висока міцність у всьому робочому температурному діапазоні, технологічність, мінімальна розчинність у матриці, хімічна інертність, відсутність фазових перетворень у робочому температурному діапазоні, нетоксичність у процесах виготовлення та експлуатації.

Для армування застосовують ниткоподібні кристали, металевий дріт, неорганічні та органічні волокна.

Функція матриці в армованих композитах полягає у формоутворенні, створенні монолітного матеріалу, захисті волокон від механічного ушкодження та окиснення, забезпеченні міцності та жорсткості при дії розтягувальних або стискальних навантажень у напрямках, перпендикулярних до армувальних елементів [5].

У цьому дослідженні особливу увагу приділено металевим композитним матеріалам. Завдяки варіаціям у виборі компонентів, їх концентрації, розмірів, форм, орієнтації та міцності з'єднання між собою, фізико-механічні властивості металевих композитів можуть бути регульовані у широкому діапазоні.

Залежно від їхніх властивостей, композити з металевою матрицею використовуються при низьких, високих та надвисоких температурах, в агресивних середовищах, за дії статичних, циклічних, ударних, вібраційних та інших навантажень.

Найефективніше металеві композити застосовуються у конструкціях, для яких неприйнятне використання традиційних металів. Проте здебільшого армування металів волокнами виконується з метою поліпшення властивостей матричного матеріалу, що дозволяє підвищити експлуатаційні характеристики конструкцій, у яких раніше використовувалися неармовані метали [6].

Залежно від способу виготовлення композитні матеріали поділяються на штучні та природні. При їх створенні важливу роль відіграє орієнтація та інтеграція волокон у матрицю, оскільки міцність металевих композитів прямо залежить від просторового розташування армуючих елементів.

Природні композити утворюють за так званими прямими методами: деформацією двофазних сплавів, спрямованою кристалізацією евтектичних сплавів, спрямованими перетвореннями у твердому стані (евтектоїдним розпадом) [7].

Переваги природних композитів порівняно зі штучними полягають у наступному: стійка термодинамічна рівновага між матрицею та волокнами, краще зчеплення між ними, вища ступінь орієнтації волокон, а також простіші технологічні процеси їх отримання.

Мета дослідження: дослідження морфології композитних структур, що формуються в результаті насичення хромистої сталі вуглецем.

Матеріал і методи дослідження. Матеріалом дослідження слугував феритний залізо-хромовий сплав, що містить 20,02% хрому, 0,04% вуглецю, решта — залізо. Сплав був отриманий шляхом лабораторного виплавлення на основі армко-заліза та чистого хрому.

Насичення вуглецем здійснювалось у лабораторній установці в газовому карбюризаторі. Тигель з зразками поміщали в піч, розігріту до температури 1030 °с, з витримкою 20 хвилин. Після цього температуру знижували до 980 °с, і зразки витримували при цій температурі ще протягом двох годин. Подальше охолодження здійснювалось у воді.

Температурний контроль у печі проводився за допомогою термопари типу пп і електронного потенціометра, а регулювання — за допомогою автоматичного терморегулятора. Коректність температурних показників періодично перевірялась контрольною термопарою та переносним потенціометром. Коливання температури не перевищували ±10 °с.

Для виявлення початкової мікроструктури зразки піддавались хімічному травленню у реактиві марбле (4 г $cuso_4$, 20 г hcl, 20 г h_2o). Структуру навуглецьованого шару виявляли електролітичним травленням у 10%-ному водному розчині щавлевої кислоти.

Для ідентифікації карбідів використовували хімічне та електролітичне забарвлювальне травлення. Хімічне травлення виконувалося в розчині лужного фероціаніду (10 г $k_3fe(cn)_6$, 10 г koh, 100 мл h_2o). Електролітичне травлення здійснювалося при напрузі 5 в у 1%-ному розчині хромової кислоти.

Мікроструктурні дослідження проводилися з використанням металографічного обладнання. Аналіз структури шару насичення проводився у подовжньому шліфі.

Стереометричний аналіз здійснювався методом послідовного зішліфовування однієї і тієї ж ділянки зразка на дрібнозернистій алмазній пасті №5. Товщина знятого шару контролювалася мікрометром і становила близько $\sim 1 \cdot 10^{-3}$ мкм при кожному зішліфовуванні.

Результати досліджень та їх обговорення. Досліджуваний сплав fe + 20% cr належить до феритного класу. Мікроструктура вихідних зразків складається з зерен фериту та включень карбідів cr_7c_3 (рис. 1). У литих зразках зерна фериту великі, рівновісні, з хвилястими границями. Карбіди хрому (cr_7c_3) рівномірно розподілені у об'ємі зерна (рис. 1).

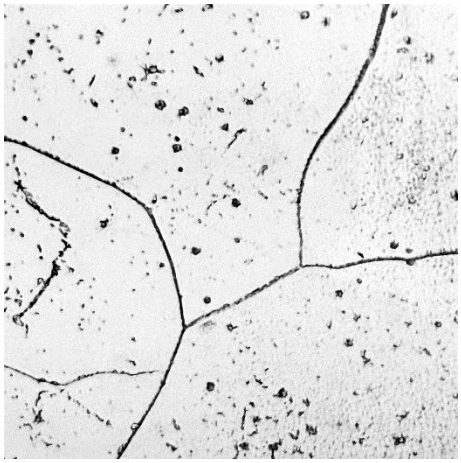


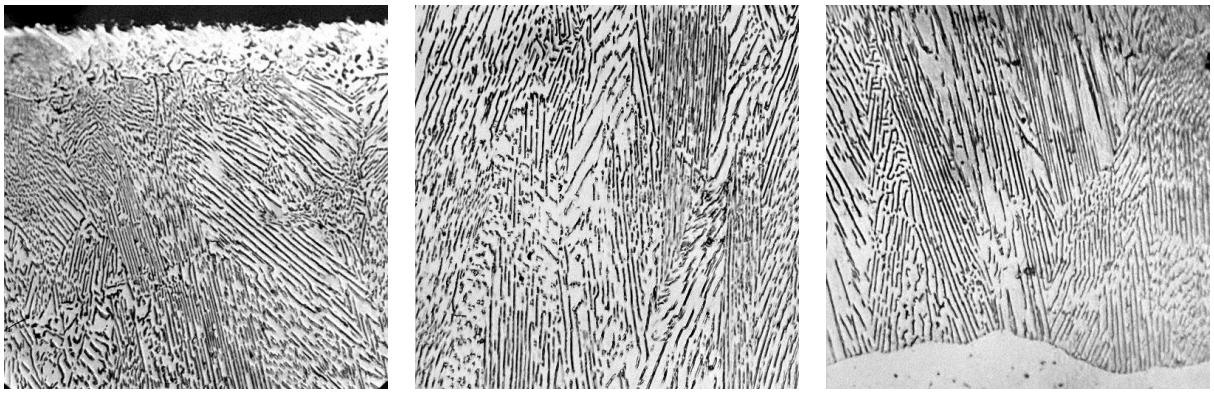
Рисунок 1 - Мікроструктура сплаву Fe-Cr у литому стані; ×400

Аналіз ізотермічного перерізу при кімнатній температурі для системи fe-cr-c дав змогу зробити висновок, що характер структур, які спостерігаються, задовільно узгоджується зі станом за діаграмою фазових перетворень.

Дослідження показали, що навуглецювання сплаву Fe + 20% cr у литому стані призводить до кооперативного розпаду фериту на аустеніт і карбіди. У результаті формується аустенітно-карбідна колоніальна структура, подібна до евтектоїдної (рис. 2).

У приповерхневій зоні навуглецьованого шару структура є дрібнозернистою, карбіди орієнтовані в різних напрямках (рис. 2 а). Зі збільшенням тривалості процесу навуглецювання під час кооперативного росту аустеніту і карбідів утворюються стовпчасті аустенітно-карбідні агрегати, витягнуті в напрямку дифузії вуглецю (рис. 2 б).

Агрегати складаються з аустенітної матриці, пронизаної пластинчастими та стрижневими волокнами карбідів. Волокна карбідів ростуть перпендикулярно до міжфазної границі аустеніт–ферит і в межах одного зерна розташовуються паралельно одне до одного (рис. 2 в).



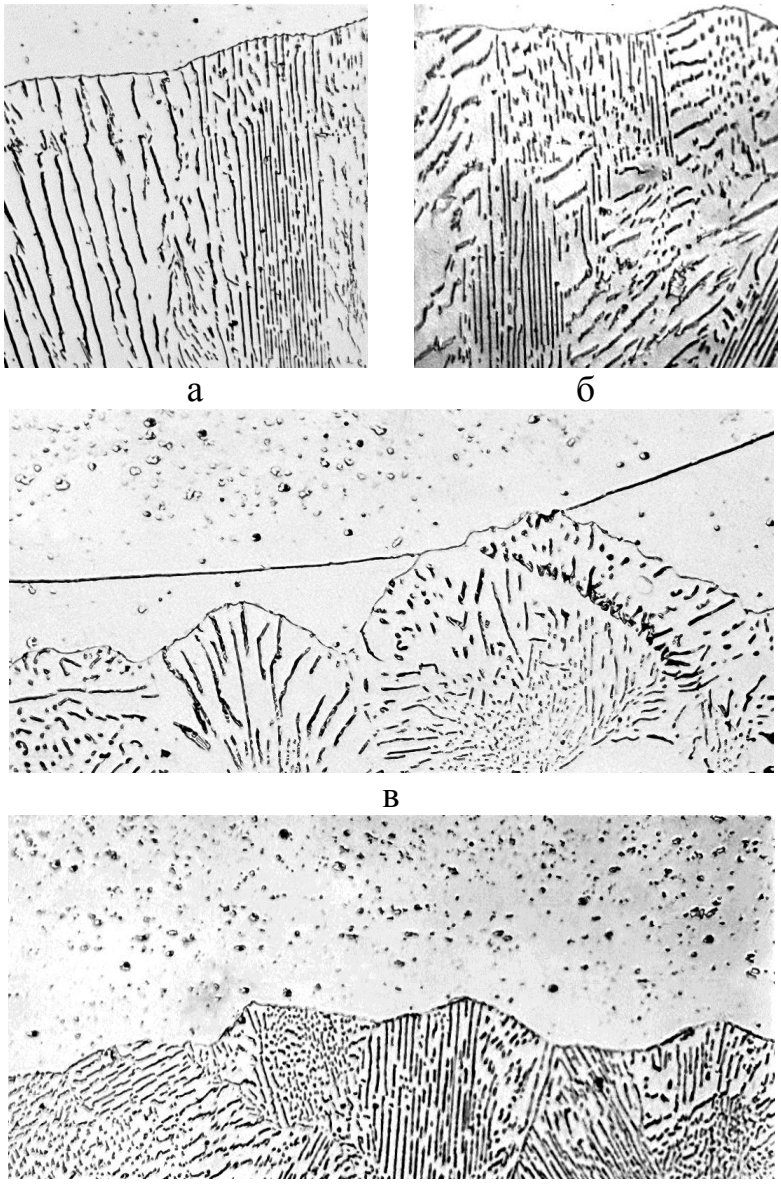
а б в

Рисунок 2 - Мікроструктура навуглецьованого шару литого сплаву Fe-Cr:
а – початок шару, б – середина шару, в – кінець шару; ×400

Подальше навуглецювання призводить лише до розвитку колоніальної структури.

Розглянемо детальніше формування колоніальної структури в процесі навуглецювання литого сплаву.

Сумісний зростання аустеніту і карбідів відбувається внаслідок переміщення двофазного фронту аустенітно-карбідної суміші в напрямку дифузії вуглецю. Переважно спостерігається рівна поверхня розділу між феритом і аустенітом, паралельна поверхні зразка (рис. 3 а). Пластини і стрижні карбідів у цьому випадку розташовані паралельно один одному й орієнтовані у напрямку навуглецювання. Зустрічаються також ділянки з карбідами, орієнтованими під кутом до границі аустеніт–ферит (рис. 3 б), що свідчить лише про відмінну орієнтацію відповідного зерна відносно сусідніх.

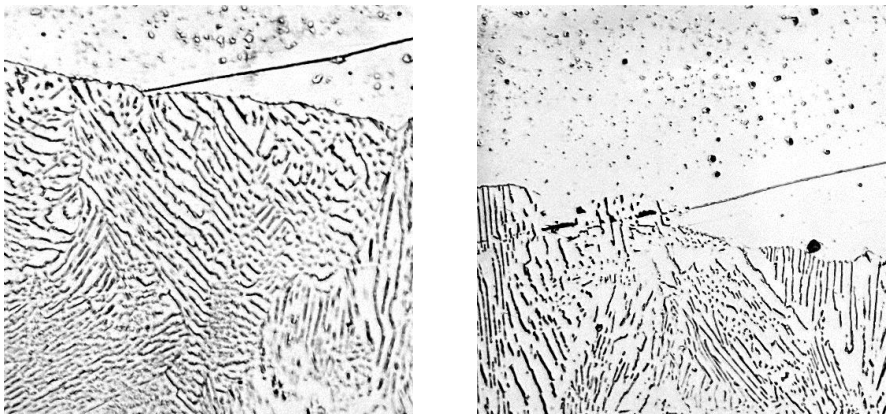


а б в г

Рисунок 3 - фрагменти поверхні розділу аустеніт–ферит у сплаві Fe-Cr:
а, б – рівна поверхня розділу; в, г – викривлення лінії фронту; ×400

В окремих випадках спостерігається викривлення лінії фронту аустеніт–ферит (рис. 3 в, г). У таких зонах карбідні пластини, залишаючись перпендикулярними до міжфазної поверхні розділу аустеніт–ферит, ростуть під кутом до напрямку навуглецювання і формують віялоподібні структури (див. Рис. 3 г).

Під час вивчення мікроструктури навуглецьованого шару в литому зразку встановлено, що колишні феритні границі не перешкоджають просуванню аустенітно-карбідного фронту й не залишають своїх слідів у колоніальній структурі навуглецьованого шару (рис. 3 г; рис. 4 а). Невелике виклинювання шару спостерігається у зонах скупчення карбідів по границях феритних зерен (рис. 4 б).



а б

Рисунок 4 - Зростання навуглецьованого шару біля границі феритного зерна:

а – чиста границя, б – границя з включеннями карбідів; ×400

Видимі в площині шліфу окремі ділянки з аустенітно-карбідною структурою, розташовані в оточенні фериту та на певній відстані від суцільного навуглецьованого шару (рис. 5), можна пояснити тим, що в об'ємі зразка зростання шару з колоніальною структурою відбувається з різною швидкістю. Ці ділянки є частинами суцільного шару в товщі зразка.

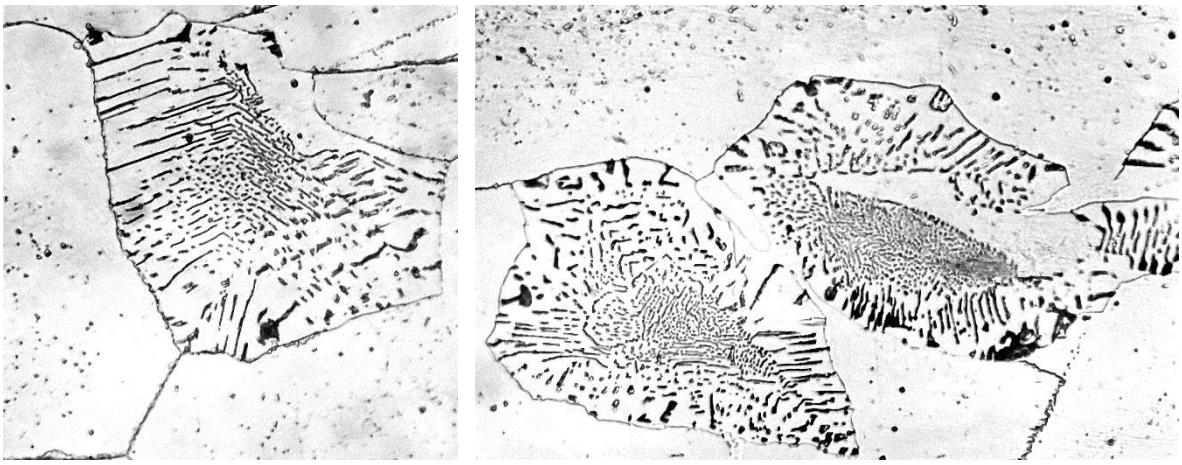


Рисунок 5 - Ділянки з колоніальною структурою у фериті; ×400

На певній відстані від поверхні зразка, в межах колоніальної структури, спостерігалася прошарок аустеніту, орієнтований перпендикулярно до напрямку навуглецювання (рис. 6). Формування аустенітного прошарку могло бути зумовлене температурним градієнтом у процесі навуглецювання. Для вивчення природи виникнення аустенітного прошарку та поведінки пластин і стрижнів карбідів було проведено стереометричний аналіз шляхом послідовного зішліфовування досліджуваної ділянки.

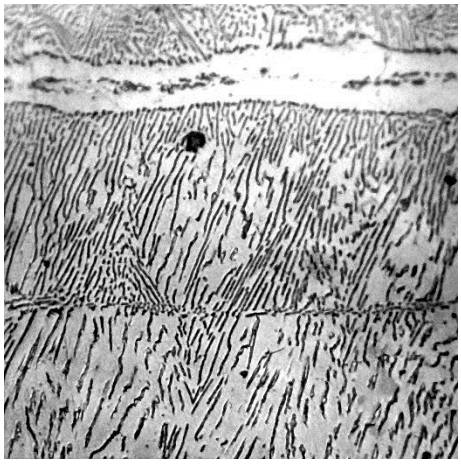


Рисунок 6 - Аустенітний прошарок у навуглецьованому шарі; ×400

Стереометричний аналіз показав, що більшість карбідних пластин припиняють своє зростання. Формується аустенітний прошарок, за яким найчастіше спостерігаються безупорядковано орієнтовані карбідні виділення, від яких карбідні пластини знову ростуть у тому ж напрямку, що й до утворення розриву. Диференціація колоній за границями аустенітного прошарку стає помітно грубішою. Очевидно, у межах зерна зберігається монокристалічність аустенітної фази, тоді як карбідна фаза формується переважно заново, подібно до початкової стадії ізотермічного навуглецювання, тобто на границі розподілу фаз аустеніт–ферит утворюються безупорядковано орієнтовані кристали карбідів.

Ймовірно, існує тенденція до зростання карбідної фази вздовж границі аустеніт–ферит, яка обмежується в міру збіднення приграничних ділянок твердого розчину за хромом, після чого встановлюється стаціонарний режим і починається спільне зростання аустеніту і карбідів шляхом переміщення двофазного фронту. Характерно, що напрям зростання карбідних пластин залишається таким самим, як і до утворення розриву. Тому, хоча й не можна стверджувати, що карбідна частина зерна, як і аустенітна, є монокристалітом, однак можна припустити ідентичність кристалографічної орієнтації карбідних пластин у межах окремих зерен.

У міру зростання аустенітного прошарку перед фронтом накопичується хром, що полегшує зародження карбідів і стимулює їх зростання вздовж фронту.

Таким чином, незначні циклічні зміни температури в процесі

навуглецювання можна запропонувати як ефективний метод впливу на диференціацію карбідних пластин.

Висновки

1. Досліджено мікроструктуру сплаву Fe – 20% Cr до та після навуглецювання. Показано, що при навуглецюванні у дифузійному шарі формується аустенітно-карбідна структура внаслідок кооперативного розпаду фериту на аустеніт і карбіди.
2. Структура аустенітно-карбідних зерен складається з аустенітної матриці, пронизаної пластинами та стрижнями карбідів, витягнутими в напрямку навуглецювання.
3. Досліджено формування аустенітного прошарку в аустенітно-карбідних колоніях під час навуглецювання і будову колоній поблизу нього. Показано, що незначні циклічні температурні зміни у процесі навуглецювання можуть бути використані як ефективний інструмент керування диференціацією карбідних пластин у колоніях.

Посилання

1. Ghadi A., Soltanieh M., Saghafian H., Yang Z. Investigation of chromium and vanadium carbide composite coatings on CK45 steel by Thermal Reactive Diffusion // Surface and Coatings Technology. 2016. Vol. 289. P. 1-10. Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2016.01.048
2. Miracle D. Metal matrix composites – From science to technological significance // Composites Science and Technology. 2005. Vol. 65. P. 2526-2540. Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2005.05.027
3. Cao H., Donga X., Pan Z., Wu X., Huang Q., Pei Y. Surface alloying of high-vanadium high-speed steel on ductile iron using plasma transferred arc technique: Microstructure and wear properties // Materials & Design. 2016. Vol. 100. P. 223-234. Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.03.114
4. Bogomol I., Nishimura T., Vasylkiv O., Sakka Y., Loboda P. The bending strength temperature dependence of the directionally solidified eutectic LaB6–ZrB2 composite // Journal of Alloys and Compounds. 2011. Vol. 509. P. 6123-6129. Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2011.02.176
5. Zhu J., Zhong L., Xu Y., Zhang S., Lu Z. The investigation on the fabrication and microstructure of NbTi-(NbTi)C Fe-based composite // Vacuum. 2019. Vol. 168. Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2019.108862
6. Casellas D., Caro J., Molas S., Prado J.M., Valls I. Fracture toughness of carbides in tool steels evaluated by nanoindentation // Acta Materialia. 2007. Vol. 55. P. 4277-4286. Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.actamat.2007.03.028
7. Movchan O. V., Chornoivanenko K. O. In situ composites: A Review // Progress in Physics of Metals. 2021. Vol. 22, No. 1. P. 58-77. Режим доступу: https://doi.org/10.15407/ufm.22.01.058

РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ КОЛОНИ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА-МАНІПУЛЯТОРА

Доц.[1]*, канд. техн. наук О.П. Юшкевич, студент М.О. Мішин*
[1]Кафедра механотроніки фізико-технічного факультету
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна

Вирішенню проблеми розрахунку кінематичних та динамічних параметрів приводів, вибору необхідних компонентів (підшипників та електродвигунів) і підвищенню витривалості деталей автоматизованого механічного обладнання присвячено багато публікацій, зокрема [1-8]. Однак, розробці моделей аналізу робочих характеристик роботу-маніпулятору, як основного компоненту сучасних автоматизованих виробничих систем не приділялось достатньої уваги. Тому завданнями роботи була розробка: теоретичної фізичної моделі розрахунків механічних характеристик, методу побудови навантажувальних діаграм та оцінки працездатності основних конструктивних елементів механізму маніпулятору. На основі вирішення представлених завдань відкривається перспектива побудови одного з модулів комп'ютерної розрахункової моделі промислового роботу.

В запропонованій теоретичній моделі спочатку розглядається розрахунок параметрів кінематики та визначаються основні силові фактори, які діють на конструкцію маніпулятора [1]. При цьому вихідними даними є маси ланок маніпулятора m_1 (колонна), m_2 (нижня частина руки), m_3 (верхня частина руки) і вантажу m, геометричні розміри ланок l_1, l_2, l_3, кут повороту φ, тривалість включення, ККД редуктора η, максимальні швидкість ω_{max} і прискорення ε_{max} та додаткова неточність позиціонування $\Delta\varphi$.

До колони робота, яка може обертатися на кут φ, під'єднана рука маніпулятору. Колона базується на двох опорах A і B. Початково обчислюється сила інерції $F_i = \omega_{max}^2 mk$ (m – маса ланки, що обертається, *кг*, k – відстань від центру ваги ланки до центру обертання (радіус обертання), *м*), що виникає під час обертального руху. Далі визначаються реакції R_{AX}, R_{BX} і R_{AZ} в опорах колони і руки маніпулятора, виходячи з умов рівноваги відносно вертикальної вісі Z: сил $\Sigma F_Z = 0$ та моментів (в основі бази колони A) $\Sigma M_A = 0$. Реакцію відносно горизонтальної вісі X визначається в опорі колони з умови рівноваги сил $\Sigma F_X = 0$.

На основі розрахованих реакцій в опорі колони (зусилля радіальне $F_r = R_{AX}$ та осьове $F_a = R_{AZ}$) обираються відповідні підшипники. При цьому визначається кут контакту і попередньо обирається тип підшипника (при $\alpha \geq 45°$, рекомендується встановити упорно-радіальний підшипник).

Розраховується [6] еквівалентне динамічне навантаження, враховуючи коефіцієнти обертання, безпеки та температури, задається необхідна розрахункова довговічність і визначається необхідна динамічна вантажопідйомність. На основі розрахунків обирається конкретний

підшипник, наприклад шарико-роликовий упорно-радіальний підшипник. Для опори стріли (руки маніпулятлру) обирається аналогічний підшипник.

На другому етапі розраховуються параметри поворотної колони. Визначаються статичні та динамічні характеристики маніпулятора. Розраховується статичний момент, який є основним моментом і дорівнює моменту тертя в підшипниках $M_{CT} = M_0 = M_{TP}$, де враховується середній радіус підшипників $R_П$. Основний крутний момент створюється в опорах A і B: $M_0 = \mu(R_{AX} + R_{BX} + R_{AZ})$, *Н·м*.

Колона являє собою корпус з трубою в середині, встановленою на опори A і B, для якої визначається зовнішній D та внутрішній d діаметри. Для D обираємо середній радіус підшипників $R_П$ і визначаємо M_{TP}. При обертанні колони з прискоренням виникає ще і динамічний момент $M_{ДИН}=J\cdot\varepsilon_{max}$, де J – момент інерції повороту відносно осі колони, *кг·м*^{3}, який розраховується; ε_{max} – максимальне задане кутове прискорення, *рад/с*^{2}. Максимальний обертальний момент $M = M_{CT} + M_{ДИН}$.

На третьому етапі будується наближена навантажувальна діаграма. Визначаються часові параметри робочого циклу приводу та будується діаграма зміни моменту в часі. Розраховується час розгону та час гальмування, виходячи з динамічного та статичного моментів. Визначається загальна тривалість робочого циклу. Розраховується тривалість паузи. На основі розрахованих моментів (статичного та динамічного) та часових інтервалів (пуск, усталений рух, гальмування та пауза) будується наближена навантажувальна діаграма.

На четвертому етапі обирається і перевіряється електродвигун механізму обертання колони. Здійснюється попередній вибір електродвигуна, здатного забезпечити необхідні параметри руху. На основі аналізу навантажувальної діаграми призначається режим роботи. Розраховується необхідна номінальна потужність двигуна $P_{НОМ}=M_{НОМ}\cdot\omega/\eta_p$, враховуючи що $M_{НОМ}= M_{СЕ}\cdot k_д$, $M_{СЕ}$ – статичний експериментальний момент, η_p – ККД приводу і ω – кутова швидкість оберту колони. На основі розрахованої потужності обирається конкретний двигун.

Далі розраховуються динамічні параметри приводу: передавальне число редуктора $i = \omega_1/ \omega$ (де ω_1 – кутова швидкість роботи двигуна) для узгодження швидкості двигуна та колони; сумарний електромагнітний момент $M=M_c'\pm M_д'$ [2] для різних фаз руху (розгін, усталений рух та гальмування), який враховує приведений статичний момент двигуна $M_c' = M_c / (i\cdot\eta_p)$, M_c – статичний момент на валу колони, η_p – ККД редуктора, і динамічний момент двигуна $M_д'$, який знаходиться з сумарного моменту інерції привода $J=\delta\cdot J_д + J_м/i^2$, складеного з моменту інерції ротора двигуна $J_д$ із коефіцієнтом, враховуючим інерцію рухомих часток передаточного механізму δ і моменту інерції обертових частин механізму $J_м$. Розраховані параметри є основою будови уточнених навантажувальних діаграма $\omega_1 = \omega_1(t)$, $M_c' = M_c'(t)$ і $M_д' = M_д'(t)$.

На основі одержаних параметрів відбувається перевірка двигуна за нагріванням в процесі його роботи. При цьому використовується метод розрахування електромеханічного еквівалентного моменту для робочих ділянок циклу і перевіряється умова $M_{ЕКВ} \le M_{НОМ}$. Для обертового коротко- часового режиму еквівалентний момент визначається тільки для робочих дільниць (без врахування пауз) [1]. Також двигун перевіряється за перевантажувальною здатністю. За умовою $M_{max} \le M_{доп} = \lambda M_{НОМ}$, тобто максимальний момент навантаження M_{max} не повинен перевищувати допустимий момент двигуна $M_{доп}$, враховуючи кратність пусковому моменту λ.

На п'ятому етапі визначаються і аналізуються основні робочі характеристики обраного приводу. Розраховується швидкість обертання валу електродвигуна постійного струму $\omega_1 = \omega_0 - M \cdot R_Я / C^2$ і будується [2] по двох точках при $\omega_1 = \omega_0$, $M = 0$ і $\omega_1 = \omega_{НОМ}$, $M = CI_{ЯНОМ}$ механічна характеристика $\omega_1(M)$, де $I_{ЯНОМ}$ – номінальний струм якоря, *А*; $R_Я$ – спротив обмотки якоря, *Ом*, ω_0 – швидкість ідеального холостого хода електродвигуна, визначена як: $\omega_0 = U/C$, *U* – напруга прикладена к якорю, *В*; *С* – постійна машини: $C = K \cdot Ф$, *К* – конструктивна постійна електричної машини; *Ф* – магнітний потік.

Обчислюється і аналізується жорсткість механічної характеристики [2] $\beta = \Delta M / \Delta\omega_1$, де ΔM – зміна моменту електродвигуна у часі *t*. Як що швидкість трохи змінюється $\Delta\omega_1$ з часом, тоді природна механічна характеристика жорстка.

Розраховується середня кутова швидкість $\omega_{ср}$ обертання колони робота, при який досягається точність зупинення, що оцінюється величиною максимально можливого зміщення від заданої точки зупиненого робочого органу $\Delta\varphi$, *рад* і визначається з вирішення рівняння, яке враховує похибки часу спрацьовування, похибки швидкості, зміни моменту інерції та динамічного моменту. Діапазон регулювання швидкості розраховується за формулою $D = \omega / \omega_{ср}$, в який ω – задана кутова швидкість обертання колони робота-маніпулятора.

Далі виконується розрахунок та аналіз перехідних процесів: визначаються постійні часу приводу: електромагнітні $T_E = L_Я / R_Я$ ($L_Я$ – індуктивність, $R_Я$ – спротив обмотки якоря електродвигуна) та електромеханічні $T_M = JR_Я / k^2$ (*J* – момент інерції якоря двигуна, $k_E = (U_{НОМ} - I_{НОМ} R_Я) / \omega_{НОМ}$ – коефіцієнт). Аналізується співвідношення постійних часу. Рівняння швидкості і моменту в перехідному процесі залежить від співвідношення постійних часу $m = T_M / T_E$. Розраховуються обертальні швидкості ω та моменти *М* під час пуску та гальмування, які враховують коефіцієнт затухання $\alpha_1 = 1/T_E$ та частоту коливань $\Omega_P = (1/(2 \cdot T_M))(4 \cdot m - m^2)^{-1/2}$. Результати розрахунків представляються залежностями величин кутової швидкості і обертального моменту від часу у вигляді таблиць та графіків: значення частоти обертання двигуна при запуску $\omega_П = \omega_П(t)$, значення крутного моменту запуску двигуна $M_П = M_П(t)$, значення швидкості гальмування двигуном $\omega_Г = \omega_Г(t)$, значення крутного моменту гальмування двигуном $M_Г = M_Г(t)$.

Аналіз перехідних процесів базується на відповідності вимогам по точності та швидкодії, що пред'являються до двигуна. Тому в системі управління повинні бути передбачені елементи, що зменшують перерегулювання і тим самим підвищують точність (наприклад, потужні системи обмеження струму).

На останньому етапі оцінюється енергоефективність приводу. Розраховуються втрати потужності $\Delta P=M \cdot \omega_{НОМ} \cdot (1-\eta)/(2\cdot\eta)$ (η - ККД двигуна, M – момент на відповідному етапі циклу) та робота $A= (M\cdot\omega_{НОМ}/2 + \Delta P)\cdot t$ (t – протяг стадії циклу), що витрачаються на кожній стадії циклу (пуск, усталений рух та гальмування). Визначається за цикл: виконана корисна робота $A=A_П+A_{УСТ}+A_Г$ і обчислюються сумарні втрати енергії $\Delta E=\Delta P_П\cdot t_П+\Delta P_{УСТ}\cdot t_{УСТ}+\Delta P_Г\cdot t_Г$. Розраховується ККД $\eta=(A - \Delta E)/A$ двигуна за весь робочий цикл як відношення корисної роботи до сумарної витраченої роботи.

Висновки

1. Розглянута теоретична фізична модель обертової колони робота-маніпулятора, яка дозволяє обчислити навантажувальну діаграму і обрати електричний двигун.
2. Модель аналізує особливості електроприводу промислового роботу. Це дає можливість вносити в конструкцію комплектного приводу роботу-маніпулятору необхідні доопрацювання для використання на конкретному виробництві.

Посилання

1. Фіраго Б. І., Лівшиц Ю. Є. Методичний посібник до курсового проектування з автоматизованого електроприводу верстатів і промислових роботів. — БДПА, 1995. - 71 с.
2. Михайлов О. П. Автоматизований електропривод верстатів і промислових роботів: Підручник для вузів. — М.: Машинобудування, 1990. - 304 с.: іл.
3. Довідник з електричних машин: В 2 т. / Під заг. ред. І. П. Копилова та Б. К. Клокова. — М.: Енергоатоміздат, 1988. - 456 с.: іл.
4. Промислові роботи: Довідник: Козирєв Ю. Г. — М.: Машинобудування, 1983.
5. Бєлянін П. М. Промислові роботи та їх застосування: Робототехніка для машинобудування. 2-е вид., перероб. і доп. — М.: Машинобудування, 1983, - 311 с., іл.
6. Наришкін М. А. Довідник з підшипників — М.: Машинобудування, 1977.
7. Ковчин С. А. Теорія електроприводу — Спб., 2000.
8. Сафонов Ю. М. Електроприводи промислових роботів — М.: Енергоатоміздат, 1990

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИПЛАВКИ СПЛАВІВ МАРГАНЦЮ В ІНДУКЦІЙНІЙ ПЕЧІ

Аспірант К.О. Величко
Український державний університет науки та технологій
Дніпро, Україна

Широко застосовувані способи виплавки сплавів марганцю реалізують у відновлювальних печах [1-3].

Розділяють безфлюсовий та флюсовий способи плавки. У першому випадку одержуваний при цьому високомарганцевий шлак (38%Mn) використовують як вихідний компонент шихти для виплавки силікомарганця з зниженим вмістом фосфору, що підвищує вилучення марганцю і знижує витрату шихтових матеріалів. При флюсовому способі високовуглецевий феромарганець виплавляють з використанням вихідних концентратів, коксику та вапняку.

Процес виплавки ведуть у два етапи. На першому етапі відновлюють фосфор із переведенням його в попутний метал. Для цього концентрат Mn-руди дефосфорують, відновником в якому є твердий вуглець. Отриманий шлак є вихідним продуктом для виплавки середньо- та низьковуглецевого феромарганцю. На другому етапі в дуговій електропечі ведуть процес відновлення марганцю із ШМП кремнієм передельного феросилікомарганцю, який може бути представлений реакцією:

$$(nMnO \cdot mSiO_2) + x[Si] = 2x[Mn] + (n - 2x)MnO \cdot (m + x)SiO_2.$$

Недоліками описаного способу виплавки низьковуглецевого феромарганцю є втрати марганцю з попутним металом, що виходить на першій стадії, і підвищена сумарна витрата електроенергії на виплавку сплавів за цією технологією.

Свого часу академік М.І. Гасік, співробітники кафедри електрометалургії стали та феросплавів Дніпропетровського металургійного інституту та фахівці Нікопольського Заводу Феросплавів розробили спеціальну технологію виплавки марганцевих сплавів на основі марганцевмісної шихти з відносно високим вмістом фосфору.

В цілому, процеси характеризуються високою продуктивністю та технологічністю та вирішують завдання отримання сплавів марганцю.

Разом з тим, при електродуговому нагріванні шихти і проведенні вуглецевотермічного відновлення температури процесу в районі дуг невиправдано високі, що призводить до підвищених втрат марганцю з випаровуванням, а власне вуглецевотермічне відновлення супроводжується виділенням великої кількості монооксиду вуглецю на кожну тонну по М стехіометрії 276 кг вуглецю та процес відновлення супроводжується виділенням майже 642 кг монооксиду вуглецю і після допалювання останнього до CO_2 утворюється приблизно 1000 кг вуглекислого газу {CO_2}.

При сьогоднішніх екологічних вимогах до викидів CO_2 в атмосферу і тим більше у майбутньому, такі класичні технології виплавки марганцевих сплавів не можна вважати екологічно прийнятними, як з точки зору теплових навантажень та випаровування металів, так і насамперед у зв'язку з викидами $\{CO_2\}$ в атмосферу.

Як альтернативні рішення автором запропоновано:

- вести процес в індукційній печі;
- використовувати як відновник газоподібний водень;
- Завершальну стадію виплавки марганцевих сплавів (MnO -> Mn) проводити використовуючи силікомарганець (SiMn) або феросиліцій (FeSi).

На вибір індукційної печі в якості металургійного агрегату для нагріву, проведення твердофазного відновлення і розплавлення шихти вплинули переваги останньої при реалізації виплавки сплавів марганцю. По-друге, втрати в індукційній печі значно менше, ніж в електродуговій печі.

Саме ці переваги пропонується використовувати для виплавки сплавів марганцю.

Індукційну піч можна розглядати як унікальний металургійний агрегат, можливості якого не реалізовані повною мірою, у тому числі для марганцевих сплавів [4].

Шихтові матеріали:

1. марганцевий концентрат;
2. вугілля;
3. силікомарганець;
4. DRI;
5. вапно.

З марганцевого концентрату та вугілля готують марганецьрудовугільні брикети.

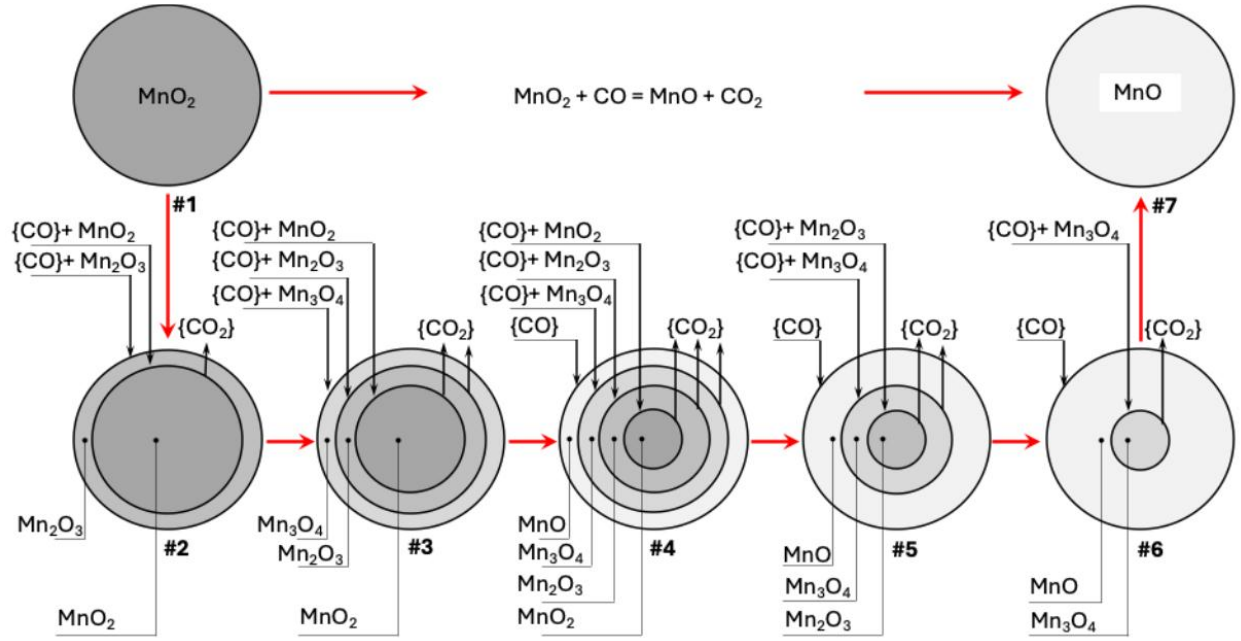
Зважаючи на відсутність металевої складової в марганецьрудовугільних брикетах, їх нагрівання не можливе в магнітному полі індукційної печі.

Разом з тим, введення металевої частини (частинок DRI) змінює уявлення про теплові можливості процесів нагрівання та розплавлення марганецьрудовугільних брикетів в індукційній печі робить такий нагрівання та розплавлення реалізованим.

Марганецьрудовугільні брикети змішують з подрібненим DRI до рівномірного розподілу частинок DRI серед марганецьрудовугільних брикетів.

Для швидкого нагріву марганецьрудовугільних брикетів розміри останніх обмежують діаметром 10-25 мм.

У марганецьрудовугільному брикеті кількість вугілля на процес має забезпечувати вуглецевотермічне твердофазне відновлення оксидів заліза до заліза та відновлення MnO_2 до MnO. Схема послідовного ступінчастого відновлення оксидів марганцю представлена малюнку 1.



Мал. 1. Схема послідовного ТФВ елементі марганецьрудовугілльному брикету

Відновником є монооксид вуглецю як продукт газифікації вуглецю вугілля. В елементі брикету, як і у всьому брикеті, частинки концентрату марганцевої руди та вугілля нагріваються шматочком DRI. Нагрів марганецьрудовугільної шихти йде від поверхні металевої частинки вглиб. Розмір частинки концентрату марганцевої руди в брикеті - до 1-2 мм, Позиція 1 на рис.1 представляє інкубаційний період, коли в системі насамперед за рахунок нагріву формуються умови для протікання реакцій ТФВ. Після досягнення температури газифікації вугілля та початку процесу твердофазного відновлення на поверхні частинки концентрату марганцевої руди протікає реакція відновлення монооксидом вуглецю MnO_2 до Mn_2O_3 з утворенням скоринки відновленого оксиду Mn_2O_3 на поверхні (позиція 2 на рис. 1). Подальше просування нагріву та монооксиду вуглецю вглиб створює умови протікання там також відновної реакції MnO_2 - Mn_2O_3. У той же час в області близької поверхні йде відновлення сесквіоксиду марганцю до подвійного оксиду марганцю (позиція 3 на рис.1). Серцевина частинки складається з діоксиду марганцю MnO_2. У позиції 3 показані просування фронту підведення відновника та в протилежному напрямку відведення газоподібного продукту відновлення CO_2.

Позиція 4 на рис.1 показує, як реакції ТФВ набувають подальшого розвитку. Нагрів та підведення монооксиду вуглецю від периферії до центру дозволяє умовно виділити чотири області. В області близької поверхні процеси відновлення оксидів марганцю концентрату марганцевої руди вуглецем завершуються утворенням області монооксиду марганцю. Наступна вглиб область представлена подвійним оксидом марганцю (Mn_3O_4). У ній завершено реакцію відновлення Mn_2O_3 до подвійного оксиду. Далі проходить область, де завершуються перетворення MnO_2 на Mn_2O_3. У центральній

області, куди не доставлено відновлювач, ще зберігається діоксид марганцю MnO_2.

Позицію 5 характеризує відсутність у частинці марганцевого концентрату вищого оксиду MnO_2. Центр представлений тепер оксидом Mn_2O_3, області подвійного оксиду марганцю та монооксиду марганцю збільшуються. Процеси ТФВ уповільнюються та йдуть до свого завершення. У позиції 6 представлені лише дві відносно великі області: у центрі невідновлений подвійний оксид марганцю Mn_3O_4 і далі монооксид MnO. При подальшій доставці монооксиду вуглецю до центру та перебігу відновлення Mn_3O_4 процес ТФВ завершується і частинка концентрату марганцевої руди брикету (як і у всьому брикеті) тепер представлена монооксидом марганцю (позиція 7 на рис. 1).

Подальший нагрівання DRI та марганецьрудовугільного брикету призводить до їх розплавлення. Отриманий марганцевистий шлак спочатку скачують, а відновлення MnO ведуть SiMn кремнієм.

Сумарна витрата матеріалів для проведення процесу в індукційній печі склала:

- марганцева руда - 1.000 кг;
- вугілля – 140 кг;
- силікомарганець (28% Si) – 410 кг;
- вапно – 300 кг.

Спосіб експериментально перевірено в умовах роботи 50 кг індукційної печі.

Висновки. Показано важливу можливість ефективної виплавки сплавів марганцю в індукційній печі.

Література

1. Величко А.Г., Ду Юньшень, Гасік М.А. Теоретичні основи процесів та технологій середньовуглецевого феромарганцю. - Дніпропетровськ, НМетАУ, 2016 р. 259 стор.
2. Гасік М.А., Кравченко П.А., Сазоненко О.М. Удосконалення технологічних процесів тристадійного виробництва металевого марганцю силікотермічним способом. Металургійна та гірничорудна промисловість, 2008.02, с. 21-26
3. Величко А.Г., Ду Юньшень, Гасік М.А. Дослідження термодинаміки відновлення закису марганцю силікомарганцем при отриманні середньовуглецевого феромарганцю. Металургійна та гірничорудна промисловість, 2015.04, с. 34-37
4. Грек О.С., Величко К.А. Індукційна піч – універсальний металургійний агрегат для твердофазного відновлення та плавлення сталі та високовуглецевого феромарганцю. Теорія та практика металургії. 2023. Вип. 4 (141). С. 13–21.

РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЇ ПРЯМОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЗАЛІЗА З ВИКОРИСТАННЯМ ІНДУКЦІЙНОЇ ПЕЧІ ЯК ЄДИНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЗАЛІЗА ТА ВИПЛАВЛЯННЯ СТАЛІ

О.С. Грек
ННІ Дніпровський металургійний інститут
Українського університету науки та технологій
м. Дніпро, Україна
alex.grek.ks@gmail.com https://orcid.org/0009-0001-0153-5416

Вступ. Світове виробництво сталі останні 25 років безперервно зростало та у 2025 році становило близько 1,9 млрд. тон [1]. Разом із тим на металургію припадає 20% глобального споживання викопного вугілля та як галузь, металургія відповідальна за 9% глобальної емісії парникових газів [2].

Близько 72% світового виробництва сталі припадає на технологічний маршрут виплавки сталі Доменна Піч - Кисневий Конвертер, 20% сталі виплавляють із металевого брухту в дугових електросталеплавильних (ДЕСП) печах, а 8% сталі виробляють із прямо відновленого заліза (DRI - Directly Reduced Iron) з використанням ДЕСП [3]. Енергетична інтенсивність та викиди вуглецевого газу для різних технологічних шляхів отримання сталі наведено у 2023 році наведені у Таблиця 1.

Таблиця 1.
Емісія CO_2 та енергетичне споживання на виробництво сталі у 2023 році.

	Інтенсивність викидів CO_2, т/т сталі	Енерговитрати, ГДж/т сталі
ДП - КК	2,32	24,20
Лом - ДЕСП	0,70	10,24
DRI - ДЕСП	1,43	23,19

Порівняно з технологічною послідовністю «Доменна Піч - Кисневий конвертер» виплавка сталі в ДЕСП з металевого брухту дає в 3 рази менше викидів парникових газів і набуває широкого поширення у світі як варіант «зеленої» металургії [3, 4]. Також, через те що у світі зростає потреба у транс регіональному транспортуванні залізної руди, що у 2023 році склало 62,7%, та через обмежений доступ до коксівного вугілля , отримують розвиток технології прямого твердофазного відновлення заліза з першоджерельних матеріалів (Рис. 1).

У 2023 році 99,9% виробництва заліза прямого відновлення реалізовували за чотирма технологіями твердофазного відновлення (Таблиця 2).

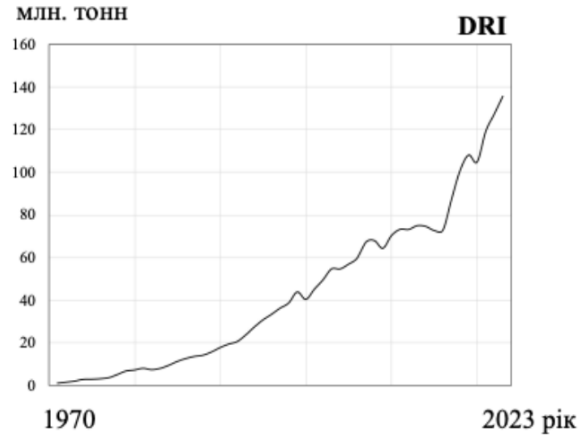


Рис. 1. Світова динаміка виробництва заліза прямого відновлення (DRI) [1].

Таблиця 2.

Розподіл світового виробництва заліза прямого відновлення за технологіями у 2023 році

MIDREX	55,8%
HYL/Energiron	12,2%
PERED	2,30%
Вращающаяся рудовосстановительная печь	29,6%
Другие	0,10%

Технології прямого отримання відносно низької питомої продуктивності, порівняно з доменно-конвертерним циклом, мають низку істотних переваг:

- значно нижчі капітальні витрати;
- менші енерговитрати на тонну розлитої сталі;
- можливість отримання пористого матеріалу для порошкової металургії;
- використання тільки електроенергії;
- не використання коксу;
- зниження викидів парникових газів.

Запропоновано інший технологічний ланцюжок виплавки сталі, що передбачає використання індукційної печі. Відповідно до нього, під час виплавки сталі не застосовують доменну піч, виключають кокс і коксохімічне виробництво, не використовують киснево-конвертерний агрегат або дугову електросталеплавильну піч (Рис. 2. Схема отримання якісної сталі з використанням у технологічному ланцюжку індукційної печі.Рис. 2).

Рис. 2. Схема отримання якісної сталі з використанням у технологічному ланцюжку індукційної печі.

Принциповим у пропонованій технологічній схемі є використання індукційної печі суміщеного металургійного агрегату - печі для твердофазного відновлення і розплавлення продуктів твердофазного відновлення з подальшим рафінуванням.

Матеріали, що не мають електропровідних і магнітних властивостей, зокрема оксиди заліза та інші оксиди, не нагріваються в магнітному полі індукційної печі. У зв'язку з цим, для нагріву діелектричної немагнітної шихти (у нашому випадку шихти для твердофазного відновлення) запропоновано проводити опосередкований нагрів, коли металева складова, яка вводиться, нагрівається в магнітному полі індуктора і, своєю чергою, нагріває прилеглі до неї матеріали шихти. Такою металевою складовою, що гріє, може слугувати металізована губка (Sponge) або подрібнений металізований окатиш (DRI), металева стружка.

Твердофазне відновлення може проводитися вуглецем, частково вуглецем і воднем або тільки воднем. В останньому випадку, що дуже важливо, реалізується концепція «зеленої» металургії. Так індукційна піч може претендувати на універсальний металургійний агрегат для виплавки сталі.

Методика дослідження. Проведені експериментальні дослідження на лабораторній індукційній печі потужністю 5 кВт довели принципову можливість нагріву та відновлення залізо-рудо-вугільних брикетів із вмістом металевої складової у вигляді порошку металізованого заліза (Fe 98%) від 30 до 50%. Результати експериментів та математичного моделювання процесу опубліковано в роботі [5]. Варто зауважити що вміст металевої складової нижче 30% не призводив до бажаних результатів нагріву рудо-вугільної шихти брикету, натомість математичне моделювання демонструвало теоретичну можливість нагріву та відновлення навіть при вмісті металевої складової на рівні 10%.

Було проведено додаткову серію експериментів з використанням металевої складової у формі окатишів діаметром 7-10 мм із вмістом 5-10% від маси залізорудної складової брикету. Така зміна умов експерименту привела до дуже швидкого розігріву та відновленню рудо-вугільної складової. Час нагріву та відновлення брикету скоротився майже в 1,5 рази порівняно з часом відновлення для брикетів із вмістом металевої складової у вигляді порошку на рівні 40-50%.

Проведено математичне моделювання механізмів та умов що впливають на ефективність взаємодії змінного електромагнітного поля індукційної печі та металізованої складової з метою отримання параметрів що дозволять зменшувати вміст металевої складової в залізо-рудо-вугільному брикеті, збільшувати швидкість нагріву та регулювати умови проведенні відновлення рудної складової брикету.

Результати та їх обговорення. Матеріал DRI має відносно високий електричний опір у діапазоні від 10^{-5} до 10^{-6} Ом·м, що є вищим за чисте залізо (приблизно $9{,}98 \cdot 10^{-8}$ Ом·м) або вуглецеву сталь $1{,}71 \cdot 10^{-7}$ Ом·м. Це пов'язано з

пористістю та неметалевими включеннями в структурі DRI. Відносна магнітна проникність DRI становить 100-500 і з тих самих причин, що й опір, є нижчою, ніж у щільного заліза (96% Fe і 4% Si μ_r = 500-7000). Температуру точки Кюрі для DRI приймають 1008 К, що дещо нижче, ніж у чистого заліза 1043 К [6].

Глибина проникнення змінного магнітного поля вглиб матеріалу, що нагрівається, обернено пропорційна кореню від частоти змінного струму в обмотках індуктора. В Таблиця 3 наведено розрахункові значення товщини скін-шару для матеріалу DRI зі збільшенням частоти змінного струму.

Таблиця 3.

Значення товщини скін-шару (δ) за різної температури і частоти (f) змінного струму в обмотках індуктора для матеріалу металевих частинок - DRI.

f, Гц	50	500	5 000	50 000
δ (при Т = 300 К), мм	7,12	2,25	0,71	0,23
δ (при Т = 1008 К), мм	123,34	39,00	12,33	3,90

Приймаючи $R_{\text{мч}} = \delta$ як оптимальні умови для нагріву металевої сфери, проведено розрахунки радіусу металевої частинки, що дадуть змогу проводити ефективний індукційний нагрів у діапазоні робочих частот від 50 Гц до 10 кГц, а також зміни швидкості та одиничної потужності металевої частинки під впливом змінного магнітного поля за $R_{\text{мч}} = \delta$ та $\mu_r = 1$залежно від частоти змінного струму в індукторі печі. Результати розрахунку представлені на **Ошибка! Источник ссылки не найден.**.

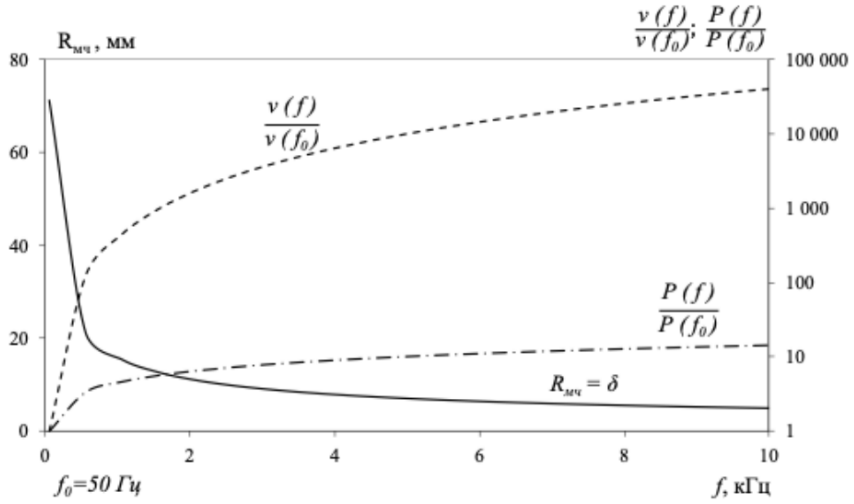


Рис. 3. Залежність радіуса металевої частинки $R_{\text{мч}}$, відносної зміни швидкості нагріву частинки $v(f)/v(f_0)$ і теплової потужності частинки$P(f)/P(f_0)$ від частоти змінного струму індуктора за умови $R_{\text{мч}} = \delta$ для матеріалу частинки - DRI.

Висновки:

1. Проведено експериментальне дослідження нагріву та відновлення залізо-рудо-вугільних брикетів із вмістом металевої складової менше

10% від маси рудо-вугільної частини брикету та встановлено збільшення швидкості нагріву при збільшенні геометричного розміру частинок металевої складової брикету.

2. Встановлено взаємний вплив параметрів матеріалу що нагрівається (розмір, форма та електромагнітні властивості) та частоти електромагнітного поля індукційної печі.
3. Проведено розрахунок діаметрів сферичних металізованих частинок у відповідності до частоти змінного струму в індукторі печі а також зміну теплової потужності та швидкості нагріву металевої складової залізо-рудо-вугільного брикету.

Посилання

1. World Steel in Figures 2024. Brussels, Belgium: World Steel Association, 2024.
2. Iron and steel technology roadmap. Paris, France: IEA, 2020.
3. Sustainability performance of the steel industry 2003-2023. Brussels, Belgium: World Steel Association, 2024.
4. Madias J. Electric Arc Furnace. *Ironmaking and Steelmaking Processes*. Springer, 2016. С. 267–281.
5. Velychko O., Grek O., Grishin O., Velychko K. physicochemical characteristics of solid-phase reduction of pellets (briquettes) under induction heating. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. 2024. № 3. С. 37–45.
6. Lide D. R., Baysinger G., Chemistry S., Berger L. I., Goldberg R. N., Kehiaian H. V., Kuchitsu K., Rosenblatt G., Avenue M., Roth D. L., Library M., Zwillinger D. CRC Handbook of Chemistry and Physics.

ГАЗОВЕ ТВЕРДОФАЗНЕ ВІДНОВЛЕННЯ ЗАЛІЗА. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ

Р.Д. Скрипченко[1], О.С. Грек[2]
[1]vizvoxer@gmail.com [2]alex.grek.ks@gmail.com
ННІ Дніпровський металургійний інститут
Українського університету науки та технологій
м. Дніпро, Україна

Вступ. Одним з найважливіших завдань, що стоять перед металургійною галуззю на сучасному етапі, є скорочення мінеральних та енергетичних витрат, а також включення до технологічного процесу різних техногенних матеріалів. Найбільш ефективним способом вирішення цього завдання є подальша розробка фізико-хімічних основ та технологічних аспектів твердофазного відновлення рудних матеріалів. Частка металів, отриманих з даної технології, у світі постійно підвищується [1]. Однак, незважаючи на істотні переваги, технологічні схеми твердофазного відновлення, що існують, мають вагомий недолік - низька продуктивність. В даний час розроблені та успішно застосовуються різні методи інтенсифікації процесів відновлення: фізичний, хіміко-каталітичний та

енергетичний вплив на реагуючу систему. Спільним для даних методів інтенсифікації є вплив на дифузійну та кристало-хімічну ланки процесу відновлення. Але залишається недостатньо дослідженим інтенсифікація процесів відновлення оксидів металів за участю різних видів енергетичного впливу.

Різні зовнішні енергетичні (фізичні) впливи, як можливі регулятори перебігу фізико-хімічних процесів, давно привертають увагу дослідників. Завдяки численним роботам найбільш значних успіхів у цій галузі досягнуто шляхом застосування електромагнітних і корпускулярних випромінювань [2–7].

Високочастотні електромагнітні впливи (видиме світло, γ-промені та ін.) викликають появу в кристалах над рівноважних вільних електронів та електронних дірок (можливо через проміжний екситонний стан) [7, 8]. Частина вільних носіїв заряду може локалізуватися на структурних дефектах кристалічних ґрат. Все це призводить до зміни хемосорбційних та каталітичних властивостей поверхні напівпровідників [2, 3, 7, 8].

Є відомості що до впливу на широке коло процесів зовнішніх електричних полів [3, 4, 9]. Накладення їх на напівпровідникові матеріали, змінюючи поверхневу концентрацію вільних зарядів, зумовлює електро-адсорбційний ефект, що дозволяє регулювати донорно-акцепторну хемосорбцію газів. Впливаючи на положення рівня Фермі, зовнішні електричні поля створюють електро-каталітичний ефект, впливають на швидкість хімічних реакцій [3]. У сильних полях напівпровідники збагачуються додатковими носіями заряду (головним чином внаслідок термоелектронної та ударної іонізації), що також відбивається на поверхневих властивостях та реакційної здатності твердого тіла.

Методика. Відновлення залізорудних зразків здійснювалося у потоці газів, на лабораторній установці. Для створення електромагнітних впливів вона була додатково забезпечена водо охолоджуваним індуктором, розташованим коаксіально з реактором і нагрівальним елементом.

У разі генерації низькочастотних магнітних полів індуктор був багатовитковим соленоїдом з мідного дроту. Живлення його здійснювалося від електромережі через автотрансформатор, що дозволяло змінювати напруженість поля *H*. Для регулювання частоти останнього (f<50 Гц) використовували мультивібратор. В дослідах з постійним магнітним полем соленоїд живили через випрямляч.

Для створення електромагнітних впливів підвищених частот (f=50 кГц) служив індуктор, виконаний з мідної водоохолоджувальної трубки. Живлення його та регулювання параметрів поля здійснювали за допомогою генератора потужності УЗГ 5-1,6 і генератора, що задає ГЗ-33. Потужність, що підводиться до індуктора, встановлювалася і підтримувалася по індикатору з межами шкали від 0 до 100 відносних одиниць (W). Напруга (U) вимірювали ламповим вольтметром.

У дослідженнях були використані різні залізорудні матеріали: хімічно чисті оксиди заліза та промислові концентрати. Відновленню піддавалися: Fe_2O_3 кваліфікації ЧДА, кристалічний (великістю частинок 0,5 – 2 мм); залізні руди в шматочках і зернах різної крупності - лисаковская ($Fe_{общ}$ = 41,6 - 43,7 %), криворізький гематит ($Fe_{общ}$ = 54,7 %), магнетит ($Fe_{общ}$ = 56,7 %), багата мартитова

руда; сирі та піддані окислювальному випалу при 1523 К; офлюсований агломерат основністю 1,1 та 1,33 з вмістом кисню 22,5 та 22,2 % відповідно.

Результати та їх обговорення. На першому етапі роботи було вивчено вплив змінних магнітних полів промислової частоти (f = 50 Гц) на швидкість відновлення кристалічного оксиду заліза (III) воднем. Дослідженнями встановлено інтенсифікуючий ефект зовнішніх впливів, що зростає із збільшенням W_{H2} (Рисунок 1).

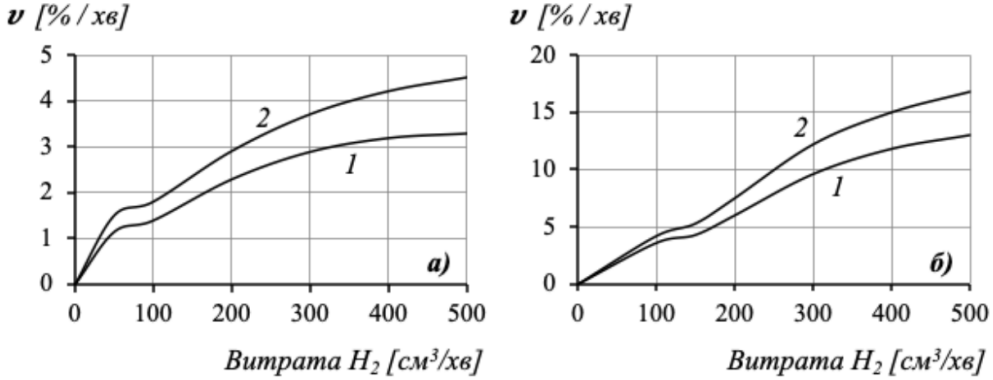


Рисунок 1. Вплив змінного поля на відновлення Fe_2O_3 воднем при температурі 773 К (а) та 973 К (б):
1 – поза полем; *2* – у полі Н=24 кА/м.

Варіації температури в інтервалі 773-1073 К показали, що накладення магнітного поля найбільше прискорює процес при 873-973 К. Характер кінетичних кривих зберігається однотипним (Рисунок 2а). До 973 К відновлення розвивалося східчасто; перевищення зазначеної температури призводило до зональної течії процесу. У дослідах при температурі 773 К відзначалася поява метастабільного вюститу. Подібні закономірності мали місце у дослідах із порошковими матеріалами – хімічно чистими Fe_2O_3 та Fe_3O_4. Магнітне поле промислової частоти помітно форсувало видалення кисню практично протягом усього процесу (Рисунок 2б).

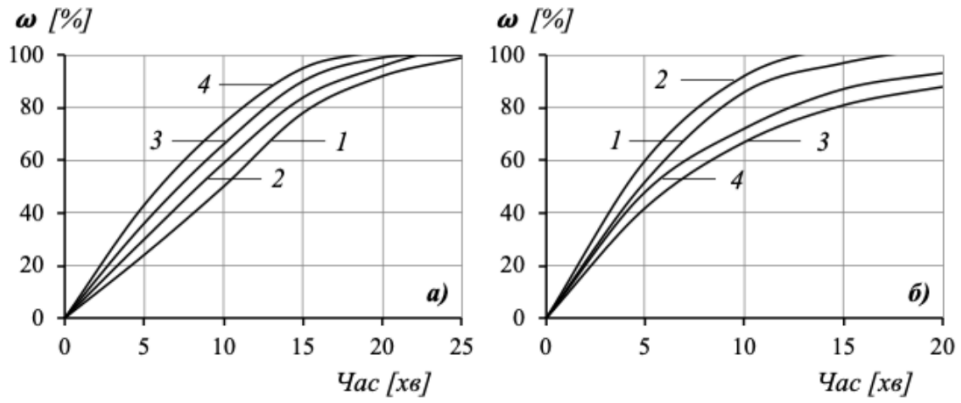


Рисунок 2. Кінетика відновлення оксидів заліза воднем за умов ЕМП промислової частоти:
а – Fe_2O_3; 1,2-873 К, 3,4-973 К, 1,3-поза полем, 2,4- у полі; *б* – 973 К, порошок; 1,2-Fe_2O_3, 3,4- Fe_3O_4; 1,3- поза полем, 2,4-у полі.

Вплив змінного магнітного поля на тривалість повного відновлення гематиту $\tau_{\omega=100}$ у температурному інтервалі 773-1073 К ілюструється у Таблиця 4.

Таблиця 4. Час повного відновлення кристалічного Fe_2O_3 воднем у звичайних умовах та при накладенні змінного магнітного поля (H = 24 кА/м)

Т, К		773	873	973	1073
$\tau_{\omega=100}$	поза полем	34,5	26	21,7	17,2
	у полі	32	22,5	17,7	16

Наступним етапом роботи було вивчення впливу електромагнітного поля підвищених частот на кінетику газового відновлення залізорудних матеріалів. Проведені дослідження виявили значні можливості інтенсифікації процесу цим методом.

Відновлення хімічно чистого Fe_2O_3 воднем (витратою 300 $см^3$/хв) показало, що накладання ЕМП (f = 25 кГц, U = 80 В, H~5 кА/м) сильно форсує видалення кисню шихти в області низьких температур: 573-673 К. Так ω, що досягалася за 20 хв при 673 К, зростала від ~ 40 до 70%, тобто. більше, ніж у 1,7 рази, а за перші 10 хв експерименту – у 1,6 рази. Підвищення температури знижувало інтенсифікуючий ефект: при температурі 873 К збільшувалася від 52 до ~65% або в 1,25 рази (Рисунок 3).

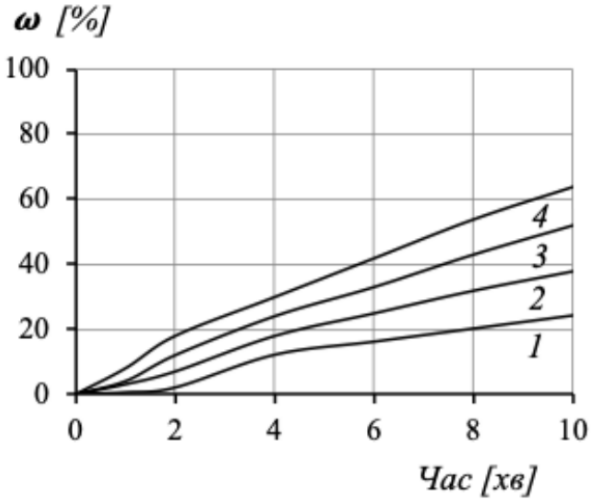


Рисунок 3. Вплив високочастотного електромагнітного поля (f = 25 кГц, W = 30, H~5 кА/м) на кінетику відновлення Fe_2O_3 воднем (W_{H2} = 300 $см^3$/хв): 1,2-673 К; 3,4-873 К; 1,3-поза полем; 2,4 -під впливом поля, режим II.

Накладення низькочастотних магнітних полів (f ≤ 50 Гц) не викликало розігріву шихти. Термопара, що вводилася всередину порошкових навішування Fe_2O_3, Fe_3O_4 і Fe, не зафіксувала зміни температури. До аналогічних результатів привели виміри в ході відновлення зернистої лисаківської руди H_2 при температурі 873 К.

Інша картина мала місце за умов електромагнітних впливів підвищених частот. Термопара, розташована під зразком, показувала зростання його

температури за сталості потужності, що споживається нагрівальним елементом. Цей додатковий розігрів шихти зменшувався із підвищенням температури відновлення. Перевірка показала, однак, що інтенсифікація процесу, що спостерігається, не може бути зведена до одного розігріву (кількісні співвідношення розглядаються далі).

Висновки:

1. Встановлено інтенсифікуючий вплив слабких електромагнітних полів частотою $0{,}5\text{-}5\cdot10^4$ Гц при відновленні заліза газами – H_2, CO та їх сумішами.

2. Високочастотні електромагнітні поля найбільш сильно форсували відновлення заліза в області температур 573-773 К. Зі збільшенням частоти (до 35-40 кГц) та напруженості ефективність їх накладання зростала.

3. У зазначеній температурній області електромагнітні дії (f = 25-40 кГц; H = 3,5-5 кА/м) збільшували швидкість відновлення хімічно чистих оксидів заліза та лисаківської руди воднем у 1,5-2 рази.

Посилання

1. World Steel in Figures 2024. Brussels, Belgium: World Steel Association, 2024.
2. Thomas J. M., Thomas W. J. Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis. Wiley, 2015. 768 с. ISBN 978-3-527-31458-4.
3. Волькштейн Ф.Ф. Физико-химия поверхности полупроводников. М.:Наука, 1973. 399 с.
4. Lannoo M., Bourgoin J. Point Defects in Semiconductors I. Springer Berlin Heidelberg, 1981. 265 с. ISBN 978-3-642-81576-8.
5. Ubic R. Crystallography and Crystal Chemistry. Springer Cham, 2024. 442 с. ISBN 978-3-031-49751-3.
6. Stiegler J.O., Mansur L.K. Radiation Effects in Structural Materials. *Annual Review of Materials Research*. 1979. Вип. 9. С. 405–454.
7. Zhao C., Hirota K., Taguchi M., Takigami M., Kojima T. Radiolytic degradation of octachlorodibenzo-p-dioxin and octachlorodibenzofuran in organic solvents and treatment of dioxin-containing liquid wastes. *Radiation Physics and Chemistry*. 2007. Вип. 76, № 1. С. 37–45.
8. Chen Z., Huang C., Zhou T., Hu J. Strike a balance between adsorption and catalysis capabilities in Bi2Se3−xOx composites for high-efficiency antibiotics remediation. *Chemical Engineering Journal*. 2020. Вип. 382, № 122877.
9. Panjak, Chauhan M. Effect of ultrasound on the redox reactions of iron (II) and (III). *Indian Journal of Chemistry Section a*. 2004. Вип. 43. С. 2098–2101.

Секція 2

ЯКІСТЬ В ОСВІТІ

МОДЕРАТОР – ЛУЗІК ЕЛЬВІРА ВАСИЛІВНА

докт. пед. наук, професор, заслужений працівник освіти України,
завідувач кафедри педагогіки і психології професійної освіти
Національного авіаційного університету (м. Київ)

Section 2

QUALITY IN EDUCATION

MODERATOR – ELVIRA LUZIK

Dr. Sc. in Pedagogical, Prof., Honored Educationalist of Ukraine
Head of Department «Pedagogy and Psychology of Vocational Education»
of the National Aviation University (Kyiv)

Секция 2

КАЧЕСТВО В ОБРАЗОВАНИЕТО

МОДЕРАТОР – ЕЛВИРА ЛУЗИК

док. пед. наук, професор, заслужил работник на образованието на Украйна,
глава Катедра Педагогика и психология на професионалното образование
Национален авиационен университет (Киев)

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ОСВІТНІЙ ПРОГРАМІ: ВІДПОВІДЬ НА ВИКЛИКИ СУЧАСНОСТІ ТА КЛЮЧОВА КОМПЕТЕНЦІЯ ДЛЯ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ (на прикладі ОПП Металургія Нікопольського факультету УДУНТ)

Проф., докт. техн. наук, гарант ОПП «Металургія» В.Ф. Балакін,
зав. каф., канд. техн. наук, доц., заст. гаранта Ю.О. Ступак,
ст. викладач Ю.М. Николаєнко
Кафедра теорії, технології та автоматизації металургійних процесів
Нікопольський факультет ННІ Дніпровський металургійний інститут (ДМетІ)
Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)
Дніпро, Україна

Розвиток технологій штучного інтелекту та стрімке розширення сфер його застосування в усьому світі (рис. 1) спонукають до адекватних та своєчасних відповідей. Так, наприклад, згідно даних, що наведені на порталі Exploding Topics [2], який спеціалізується на дослідженні сучасних трендів, глобальний ринок ШІ на 2025 рік оцінюється майже у 400 млн. доларів. В тому ж прогнозі зазначається, що станом на 2025 рік, у сфері штучного інтелекту працюватимуть до 97 мільйонів людей, а до 2030 року обсяг світового ринку штучного інтелекту досягне 1,8 млрд. доларів (рис. 2).

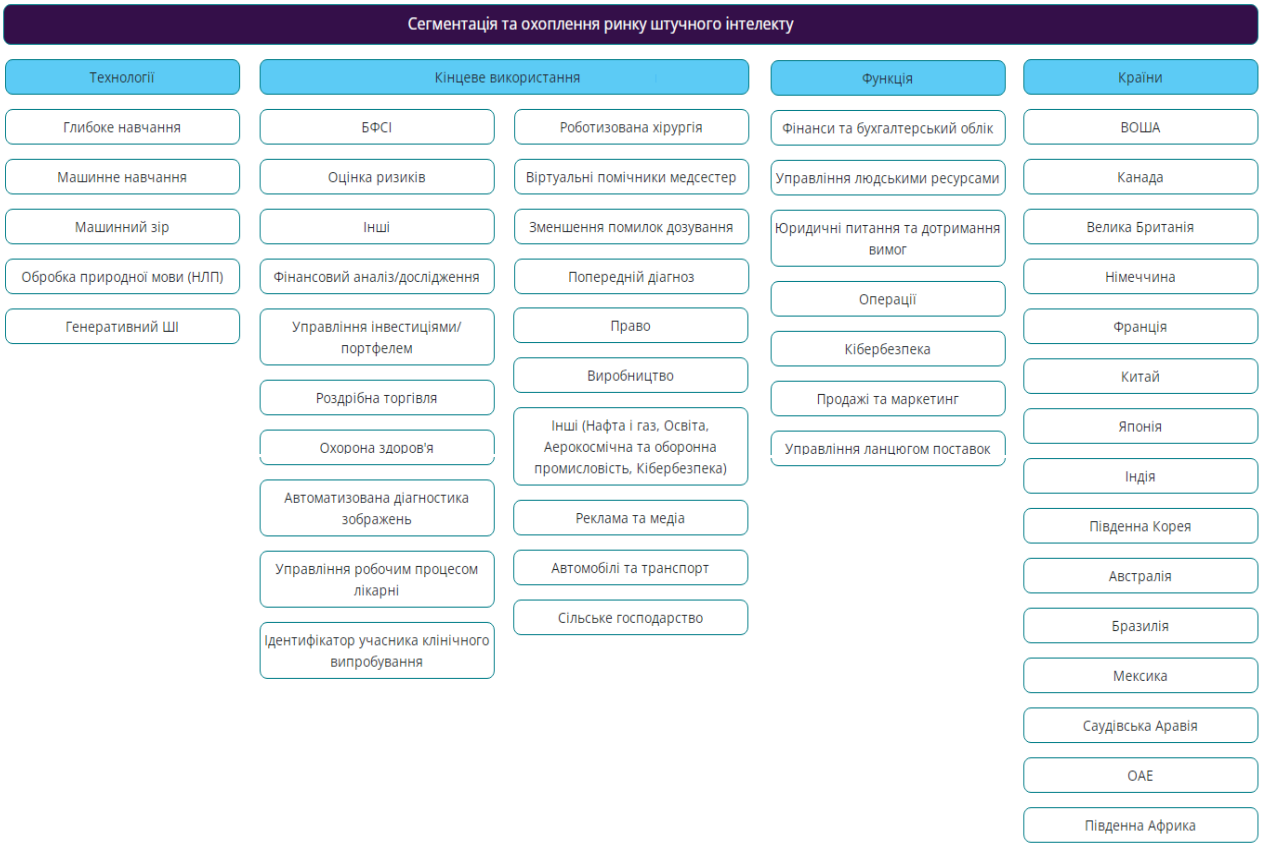


Рис. 1. Окремі характеристики світового ринку штучного інтелекту та основні сфери кінцевого використання технологій із застосуванням ШІ [1]
/з авторськими скороченнями/

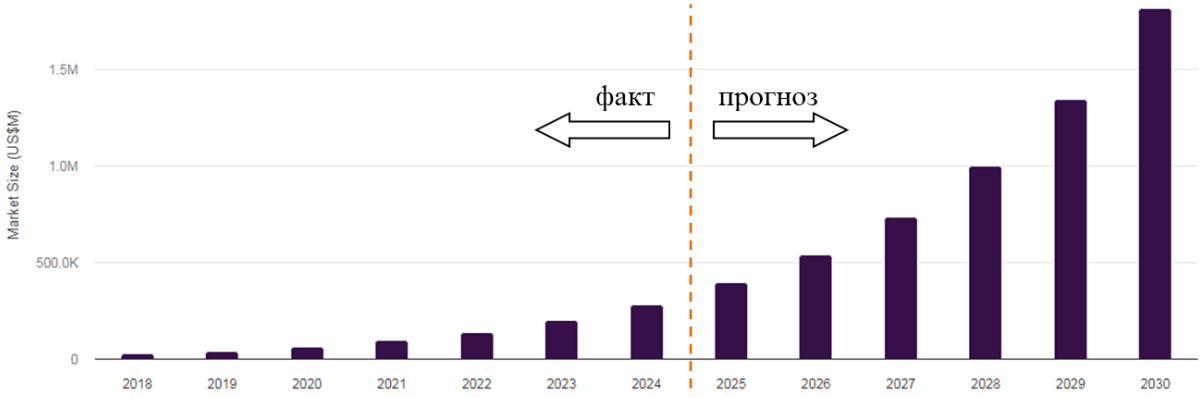


Рис. 2. Глобальний ринок ШІ у 2018-2030 рр. (млрд. доларів США) [2]
/з авторськими доповненнями/

Як видно з рис. 1, використання ШІ охоплює на сьогодні найрізноманітніші сфери людської діяльності, від виробництва, транспорту та сільського господарства до вузькоспеціальних застосувань на кшталт медичної діагностики та роботизованої хірургії. Як стверджує статистика, глобальне впровадження штучного інтелекту організаціями зростатиме зі середньорічним темпом зростання (CAGR) на рівні до 36% у період з 2025 по 2030 рік [1].

Слід зазначити, що промислове виробництво – це та сфера, звідки насправді бере свій початок ШІ. Ще у далекі 1950-ті роки вчені-інформатики почали моделювати штучні нейронні мережі, які розроблялися для імітації нейронних зв'язків, що мають місце в мозку людини. І вже тоді мали місце перші спроби застосування у промисловості принципів нейромереж, таких як контроль температури плавильної печі, прогнозування попиту на продукт або виявлення дефектів у виготовленій деталі. Але в останні десятиліття технології та програмне забезпечення значно просунулися, сучасні рішення ШІ для виробництва включають аналіз великих даних, машинне навчання, обробку природної мови, робототехніку, автономні транспортні системи та багато іншого, що складає основу т.з. промислового штучного інтелекту.

Промисловий штучний інтелект є галуззю ШІ, що зосереджена на створенні цифрових версій фізичних об'єктів, якими можна керувати дистанційно або взагалі автономно, як частиною мережі. Використовується комп'ютерний зір, розпізнавання мовлення, обробка природної мови та багато іншого для створення віртуальних представлень промислового обладнання. Це забезпечує більшу операційну гнучкість за меншої кількості людей, присутніх на об'єкті. У сучасному виробництві (Індустрія 4.0) такі складові як Інтернет речей (IoT) створюють сприятливі умови для безперешкодної інтеграції інтелектуальних систем на основі ШІ. Сучасні технології дозволяють фізичним пристроям, таким як складальні лінії, підключатися та взаємодіяти з цифровими системами і штучний інтелект розкриває у цій сфері все нові й нові можливості.

На окремий розгляд заслуговують різноманітні застосування ШІ в науковій діяльності та в галузі винахідництва. Навесні 2025 року журналом Nature було проведено опитування близько 5000 дослідників з усього світу (в цьому опитуванні брав участь і один з авторів цієї доповіді) щодо можливості використання ШІ при написанні наукових статей. До цього опитування редакцію спонукало стрімке зростання кількості наукових статей з ознаками використання ШІ [3, 4], що викликає питання щодо плагіату та інші етичні проблеми.

Не менш цікавою та неоднозначною є ситуація з використанням ШІ в галузі винахідництва, яку можна проілюструвати чисельними прикладами. Так, у роботі [5], присвяченій наслідкам застосування «машин» штучного інтелекту для створення винаходів, розглянуто рішення кількох судів, більшість з яких вирішили, що за чинного законодавства машини не можуть бути «винахідниками». На думку цих авторів, яку поділяємо і ми, такі рішення є правильними.

В цілому, щодо застосування ШІ в науковій діяльності та в галузі винахідництва слід констатувати, що на сьогодні відсутній єдиний погляд щодо того, чи можна машину (програму) вважати винахідником або автором наукової статті. Питання на кшталт «Хто буде власником патенту, якщо штучний інтелект створив винахід з мінімальним втручанням людини або без нього?» або «Хто нестиме відповідальність за порушення, спричинене штучним інтелектом?» є ажніяк не риторичними і потребують вирішення чим далі, тим скорішого…

Вважаємо, що наведеного вище більш ніж достатньо для обгрунтування тези про необхідність введення до бакалаврських (і можливо окремих магістерських) освітніх програм дисципліни на кшталт «Технології штучного інтелекту», «Застосування штучного інтелекту» тощо. Проведене авторами дослідження показало, що подібна дисципліна поки що присутня в освітніх програмах (та відповідних робочих програмах навчальних дисциплін) переважно для здобувачів освіти, що навчаються за спеціальностями галузей знань 11 Математика та статистика та 12 Інформаційні технології. В окремих університетах ШІ викладають для студентів інших спеціальностей, але поки що це поодинокі приклади.

На наше переконання здобувачі вищої освіти, незалежно від галузі знань та спеціальності, повинні бути обізнаними з технологіями штучного інтелекту та їх застосуванням на практиці, в тому числі в промисловості та бізнесі. Разом з тим не менш важливим вбачаємо формування у сучасних фахівців «культури використання» ШІ, яка б передбачала розуміння технічних та морально-етичних обмежень при його застосуванні. З метою реалізації на практиці зазначених цілей, групою забезпечення якості ОПП Металургія для оновленої редакції освітньої програми (з 2025-26 навч. року) було запропоновано до вибіркового блоку фахових компонентів практичного профілю «Технологія виробництва труб та технологічне проєктування» дисципліну ВК3.10 Застосування систем штучного інтелекту, в обсязі 3

кредитів ЄКТС. Відповідну робочу програму навчальної дисципліни буде розроблено з урахуванням сучасних тенденцій розвитку систем ШІ та їх застосуванням на підприємствах, які є потенційними роботодавцями для здобувачів освіти за ОПП Металургія, що реалізується на Нікопольському факультеті УДУНТ.

Посилання

1. Global Artificial Intelligence Market Size & Outlook // Grand View Research. URL: https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/artificial-intelligence-market-size/global (дата звернення 01.06.2025).
2. 50 New Artificial Intelligence Statistics (May 2025) // Exploding Topics. URL: https://explodingtopics.com/blog/ai-statistics#key-takeaways (дата звернення 01.06.2025).
3. Dmitry Kobak, Rita González-Márquez, Emőke-Ágnes Horvát et al. Delving into ChatGPT usage in academic writing through excess vocabulary // Cornell University. URL: https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.07016
4. Diana Kwon. AI is complicating plagiarism. How should scientists respond? // Nature. Publication Date 30 July 2024. URL: https://www.nature.com/articles/d41586-024-02371-z (дата звернення 01.06.2025).
5. Gervais, Daniel J., Artificial Inventors (April 5, 2023). Intellectual Property - A Global Project (S Frankel, M Chon, G B Dinwoodie, B Lauriat and J Schovsbo, eds) Edward Elgar 2023, Vanderbilt Law Research Paper No. 23-28. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4410992

THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCES OF STUDENTS BY MEANS OF INTERACTIVE TECHNOLOGIES

Head of the Department "Construction of Buildings and Structures and Land Management" L.V. Bandurka
Teacher of the Institution of Professional Pre-Higher Education O.L. Moskalenko
Teacher of the Institution of Professional Pre-Higher Education A.M. Nechai
Separate structural subdivision "Classic Professional College of Sumy State University", Konotop, Ukraine

Today, in the educational sector of Ukraine, we observe a mismatch between the pace and nature of social and pedagogical processes. The full-scale war has only exacerbated the crisis in pedagogy, including the objective inability to influence students through distance learning, which hinders the formation of a holistic personality; objective or subjective lack of ability to take into account the socio-biopsychological and age characteristics of students.

Therefore, the modern educational environment requires teachers of professional pre-higher education institutions to master and implement innovative teaching methods based on multimedia, information, and interactive technologies.

The modern transformation of education requires a student-centred learning process and the transmission of the fundamental values of democratization of the educational sphere.

The analysis of scientific sources on the use of interactive technologies in education shows that this issue is in the focus of researchers' attention, in particular:

- S. Sysoieva considers interactivity as a central element in the social aspect of education;

- O. Komar emphasizes that interactive learning should be considered as learning that "...involves interpersonal pedagogical communication...", as well as effective communication in which "...participants in the interaction process are mobile, open and active...";

- L. Varga emphasizes the joint educational, cognitive and active search activities of teachers and students;

- N. Volkova emphasizes that the difference between interactive learning and traditional learning is that "...learning interaction is provided not only between the teacher and students";

- I. Gevko considers modern methodological innovations as those related to the use of interactive teaching methods based on "...the principles of interaction, student activity, reliance on collective experience, and mandatory feedback".

In our opinion, training technologies, which have recently been introduced into the educational process in professional pre-higher education institutions, deserve special attention among interactive technologies. Researcher L. Bondarieva proposes to understand training as an active learning activity of students, during which future specialists perform training exercises and tasks adapted to their future professional activities under the guidance of a trainer on the basis of specially prepared instructional and methodological materials that meet modern requirements for professional activity.

Most Ukrainian scientists, including A. Buriachenko, D. Hryzoglazova, and A. Slavkova, see the main purpose of the training as the formation of the interpersonal component of future professional activity through the development of psychodynamic properties of the individual and the formation of his or her emotional intelligence and megacompetencies.

We share the approach of L. Bondarieva, who identifies the following among the main advantages of the training:

1. The ability to simulate specific types of professional activity.
2. The effectiveness of mastering specific professional skills.
3. Formation of qualities important for mastering the profession.
4. Possibility of further independent extracurricular activities of students.

At the Classic Professional College of Sumy State University, training sessions are actively used by teachers of educational programmes: "Construction and Operation of Buildings and Structures", "Land Management".

Teachers of the specialized disciplines of these specialities have developed instructional and methodological materials on topics that require special practical learning and will become the basis of the professional activities of college graduates in the future. By participating in training sessions, students have the opportunity, under the guidance of a teacher, to engage in a specific model of their future professional activity, to get acquainted with the current requirements for its specific areas, practically assimilating and testing the knowledge, skills and abilities they have already acquired, deepening their ability to interact professionally, realizing and demonstrating behavioral patterns and individual communication style.

Training technologies have become especially widespread in blended learning, when during the distance learning period, the teacher tends to focus on delivering a theoretical block, while during full-time study, this block can be consolidated, tested and deepened through training sessions.

In the context of our study, we consider it appropriate to highlight another important aspect of the introduction of interactive learning in pre-higher education institutions - simulation technologies. Modern foreign and Ukrainian researchers consider them to be a powerful tool for the formation of future builders, land surveyors, and computer scientists. Simulation training in these areas of study contributes to the development of professional skills that will be useful in the course of professional activity.

Among the innovative mechanisms designed to intensify the pedagogical and scientific process, the researchers name the 'race for the leader' method. The authors of this methodology emphasize the need to introduce the spirit of competition in the full psychological context of the concept of "competition"; reveal the methodology of using artificial competition; and make constructive suggestions in terms of calculating points for the main types of educational activities.

The introduction of distance learning has become a challenge for many teachers in terms of conducting seminars. However, online seminars (webinars) held on Google Meet, Classroom, Zoom platforms allow for the demonstration of presentations, comparative tables, and video tutorials. The latest technological advances include interactive whiteboards: SMART Board SBM787V, Intboard UT-TBI82X, Gaoke GK-880H/96S, etc.

Their use enables the teacher to write down terms, concepts, formulas, and build simple diagrams. Students have the same opportunities. It is the use of interactive whiteboards in distance learning that makes it possible to bring the conditions of online classes as close as possible to real classroom conditions.

We share the opinion of researcher N. Volkova on the components of the success of interactive teaching methods:

1. Awareness of students that joint learning activities are mutually beneficial.
2. The importance of indirect interaction - students being in close contact.
3. Individual responsibility of students: each of them masters the educational material and provides assistance to classmates who are aware that the result is common and the responsibility is individual.

4. Improvement of cooperation skills: students learn interpersonal skills that are important for successful work.

5. Evaluation of work - in group work, there is always a special time for self-evaluation of the group, i.e. how effectively it works.

We believe that the effectiveness of interactive classes depends on the professional and pedagogical competence of the teacher and the observance of certain organizational and pedagogical conditions:

1. Awareness of the goals of collective activity.

2. A clear understanding of the tasks of each specific lesson, taking into account the motivation of students.

3. Selection of appropriate material and technical support in the context of the formulated tasks.

4. Implementation of a transparent system for evaluating joint activities.

5. Creation of learning situations to involve all students to join forces to achieve the planned result of the lesson.

Thus, the widespread use of interactive learning technologies in the educational process of professional pre-higher education institutions is an indisputable condition for the training of competitive specialists in all areas of training.

One of the main characteristics of interactive learning is continuous effective communication between students and teachers, establishing feedback between them. The main advantages of interactive learning include the formation of future specialists' awareness of the importance of various forms of communication, the possibility of modelling professional situations in which students demonstrate mastery of certain material, skills and abilities related to its acquisition; levelling differences between motivation and stimulation; the ability to regulate interpersonal relationships in the learning process.

The impact of the use of interactive learning technologies on the formation of engineering thinking, teamwork skills, and socialization of the individual in both full-time and distance learning requires further research in terms of its differentiation in different learning environments.

References

1. Volikova M.M., Bratanych O. G. (2021) Traditional and innovative learning in higher education institutions of Ukraine: advantages and disadvantages. Scientific notes: Series: Pedagogical Sciences, issue 194. C. 78-84 https://pednauk.cusu.edu.ua/index.php/pednauk/article/view/790/723
2. Shiba A.V., Nahaychuk O. V., Stupenkov S. O. (2023) Modern challenges and potential for introducing innovations in the educational process during martial law. Academic visions, issue 18. http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7813465
3. Lemishovska O., Yaremko I. Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies, 2020, №3-4. C. 97-98. URL: https://repository.sspu.edu.ua/bitstream/123456789/9520/1/Lemishovska_Udosnalennia%20fakhovykh%20kompetentnostei.pdf3.

ЛІДЕРСТВО ЯК ОСНОВА ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ В ОСВІТІ

Проф., докт.екон. наук В.В. Білик,
здобувач в.о. Ю.В. Крижанівський
Кафедра освітнього менеджменту, артменеджменту і соціальної роботи
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
м. Черкаси, Україна

Сфера управління постійно трансформується під впливом змін у зовнішньому середовищі. Відтоді як поняття «зміни» стало ключовим у сучасній економіці, керівники дедалі частіше змушені брати на себе роль лідерів. Лідери XX століття поступово трансформуються в лідерів XXI століття, адаптуючи нові підходи до мислення. Саме це і є основною відмінністю сучасного лідерства від традиційного.

Інтерес до феномену лідерства виник ще на початку XX століття в межах досліджень з менеджменту. Однак лише з 1930-х років лідерство стало предметом систематичного наукового вивчення [1]. Першочергово дослідники зосереджувалися на визначенні якостей і рис характеру, які забезпечують ефективність лідера. З 1940-х років почали активно збирати та аналізувати емпіричні дані щодо взаємозв'язку між особистими якостями людини та її лідерськими здібностями.

Так О.В. Гаврюшенко визначає лідерство як складний соціально-психологічний процес, побудований на впливі особистого авторитету однієї людини на поведінку членів колективу, групи [1]. В основі даного процесу лежить здатність лідерів «притягувати» до себе людей, несвідомо викликати почуття прихильності, поваги та любові

Сучасне реформування системи освіти вимагає від керівників навчальних закладів нових управлінських підходів, гнучкості мислення, високого рівня комунікативності та здатності до стратегічного бачення. У таких умовах роль керівника як лідера значно зростає. Він має не лише адмініструвати, а й надихати, вести за собою колектив, підтримувати мотивацію та впроваджувати інновації. Саме тому дослідження лідерських якостей керівника набуває особливої актуальності.

Лідерство можна розглядати з двох точок зору: як сукупність особистісних якостей, притаманних керівникам або лідерам, здатним ефективно впливати на інших, і водночас — як процес м'якого, ненасильницького впливу, спрямованого на досягнення організаційних цілей.

Лідерство у сфері освіти – це не лише вміння приймати рішення чи керувати колективом. Це, передусім, здатність бачити перспективу, доносити цілі до підлеглих, формувати спільне бачення розвитку освітньої установи. Лідер надихає і мотивує, а не лише контролює. В умовах реформ важливо не чинити опір змінам, а навпаки – бути провідником цих змін.

Керівник-лідер повинен уміти трансформувати бачення реформи у конкретні дії, що ведуть до покращення якості освітнього процесу. Він має

стати прикладом для колективу, продемонструвати відкритість до нових ідей, готовність до змін та відповідальність за прийняті рішення.

Серед найважливіших якостей, якими повинен володіти керівник-лідер в умовах реформування освіти, можна виділити наступні:

- стратегічне мислення– здатність аналізувати ситуацію в цілому, бачити довгострокові цілі, планувати майбутнє закладу освіти з урахуванням нових вимог і тенденцій.
- комунікативність– ефективна комунікація з колективом, батьками, учнями, громадськістю. Вміння слухати і бути почутим.
- гнучкість і адаптивність– здатність швидко реагувати на зміни, коригувати плани, шукати альтернативні рішення в умовах нестабільності.
- мотиваційні здібності– уміння підтримувати і підвищувати мотивацію працівників, створювати командний дух, сприяти професійному зростанню педагогів.
- емоційний інтелект – вміння розуміти власні емоції та емоції інших, керувати ними, будувати здорові взаємини у колективі.
- інноваційність – відкритість до нових педагогічних і управлінських технологій, готовність впроваджувати сучасні цифрові інструменти.
- рішучість і відповідальність – здатність приймати рішення в умовах невизначеності, брати на себе відповідальність за результати діяльності.

Сучасні освітні реформи в Україні орієнтовані на підвищення якості освітніх послуг, це означає, що керівник повинен не лише реалізовувати державну політику, а й виступати ініціатором і провідником змін на рівні власного закладу. Його лідерські якості стають критично важливими для реалізації концепції Нової української школи, впровадження інклюзивної освіти, цифрової трансформації тощо.

Успішний керівник сучасного закладу освіти – це лідер у своєму колективі, який ефективно управляє людськими ресурсами, має активно взаємодіяти з громадою, партнерами, місцевими органами влади, поєднує якості формального і неформального лідера. Він повинен не боятися делегувати повноваження, довіряти своїй команді й водночас зберігати контроль над ключовими процесами. Таким чином, лідерство керівника – це поєднання професійної компетентності та особистісної зрілості.

Висновки

Таким чином, у період реформування освіти керівник повинен бути не лише менеджером, а насамперед лідером. Лідерські якості сприяють створенню позитивного мікроклімату в колективі, забезпечують ефективне управління змінами та сприяють досягненню стратегічних цілей закладу. Формування таких якостей має стати важливим напрямом професійного розвитку сучасних управлінців в освіті. Тільки сильне лідерство дозволить успішно реалізувати завдання реформ і забезпечити якісні зміни в освітній галузі.

Посилання

1. Гаврюшенко О. В. Лідерство в освіті: сучасні виклики та орієнтири / О. В. Гаврюшенко // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Педагогічні науки. – 2020. – Вип. 91. – С. 108–112. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvkhdpu_2020_91_21
2. Шиян Р. Б. Освітній менеджмент в умовах трансформації: роль лідерства / Р. Б. Шиян // Освітологічний дискурс. – 2021. – № 3–4. – С. 42–48. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/osdys_2021_3-4_6

ФУНКЦІОНАЛЬНА ПРОПЕДЕВТИКА В КУРСІ МАТЕМАТИКИ 5-6 КЛАСІВ НУШ: ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТА ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ

Студент 1 курсу другого (магістерського) рівня в.о. І.Б. Волощук,
науковий керівник – проф. І.В. Житарюк
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
м. Чернівці, Україна

У сучасних освітніх реаліях, зокрема в контексті впровадження концепції Нової української школи (НУШ), особливої актуальності набуває питання підготовки учнів 5-6 класів до сприйняття ключових математичних понять. Одним із таких є поняття функції, яке є не лише базовим у курсі алгебри, але й формує підґрунтя для розвитку логічного, алгоритмічного та структурного мислення. Водночас численні дослідження та спостереження показують, що більшість учнів стикається з труднощами у засвоєнні функціональних залежностей у 7-9 класах, що пояснюється недостатньою пропедевтикою на попередніх етапах.

Функціональна пропедевтика спрямована на поступове ознайомлення учнів з ідеєю залежності між величинами, змінними, графічними й табличними способами подання даних, що передують формальному визначенню функції. У межах НУШ вона реалізується вже у 5-6 класах, інтегруючись у теми «координатна площина», «відношення і пропорції», «масштаб», «таблиці і графіки».

У психолого-педагогічній науці акцентується увага на важливості використання наочно-образного мислення у підлітковому віці, поступового переходу від конкретного до абстрактного, а також потребі у мотиваційному підкріпленні навчального матеріалу. Успішне засвоєння абстрактних понять, зокрема таких як «змінна» чи «графік функції», можливе лише за умови опори на реальні ситуації, досвід учня й практичне застосування знань.

Ці положення підтверджуються у працях В. А. Кушнір, яка підкреслює, що формування математичних понять має відбуватися із залученням досвіду учнів, наочного матеріалу та системної педагогічної підтримки [1]. Є. Сивка

акцентує увагу на ролі наочно-образного мислення в організації пізнавальної діяльності, що є особливо важливим для учнів молодшого та середнього шкільного віку [2]. Т. Грищенко у своїй статті зазначає, що розвиток образного мислення є ключовим чинником гармонійного розвитку особистості учня, що має безпосередній вплив і на математичну компетентність [3]. У курсі 5-6 класів функціональну пропедевтику можна реалізувати через:

- використання задач на зміну величин (швидкість, витрати, час, шлях);
- побудову і аналіз графіків певних залежностей (наприклад, «залежність температури від часу доби»);
- роботу з таблицями й діаграмами;
- ігрові моделі (наприклад, «магазин» (кількість товару (x) і загальна ціна (y)) або «подорож» (час у дорозі (t) і пройдена відстань (s)), де одна величина впливає на іншу;
- використання середовищ типу GeoGebra для візуалізації залежностей.

Особливу увагу доцільно приділяти формувальному оцінюванню і створенню ситуацій успіху: вправи з коротким зворотним зв'язком, завдання з реального життя, застосування диференціації складності.

Переваги функціональної пропедевтики	**Виявлені труднощі та недоліки**
Забезпечує підготовку до вивчення алгебраїчного матеріалу.	Відсутність чіткого методичного забезпечення: більшість підручників дає лише фрагментарні вправи без системного підходу.
Сприяє формуванню міжпредметних зв'язків (наприклад, з фізикою, географією, інформатикою).	Низький рівень методичної підготовки вчителів щодо застосування функціонального підходу у 5–6 класах.
Розвиває пізнавальний інтерес і рефлексивне мислення.	Недостатнє використання цифрових ресурсів і візуальних середовищ у навчальному процесі.
Знижує рівень формалізму в подальшому вивченні функцій.	Брак адаптованих завдань, які поєднують практичну ситуацію й абстрактне мислення.
Сприяє розвитку математичної грамотності та вміння інтерпретувати графіки, таблиці, схеми, діаграми.	

У межах дипломного дослідження було організовано педагогічний експеримент в основній школі, де запропоновано спеціально розроблений дидактичний матеріал, що включав інтерактивні вправи, проблемні задачі, візуальні моделі. Було проведено діагностику рівня сформованості

функціональних уявлень до і після впровадження методики. Результати показали значне зростання здатності учнів розпізнавати та інтерпретувати залежності, будувати прості графіки та користуватися поняттями «змінна», «залежність».

Функціональна пропедевтика є ключовим компонентом якісної математичної підготовки учнів основної і старшої школи. Її реалізація у 5-6 класах дозволяє не лише уникнути труднощів у подальшому навчанні, але й сприяє формуванню критичного та структурного мислення. Подальші дослідження мають бути спрямовані на створення авторських задачників, методичних рекомендацій, цифрових платформ для реалізації функціонального підходу, а також підготовку вчителів до використання цих ресурсів.

Посилання

1. Кушнір В.А. Теоретико-методологічні основи системного аналізу педагогічного процесу // Інноваційна педагогіка. – 2019. – Вип. 18, т. 2. – С. 12–16. URL: https://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/32376 (Дата звернення: 21.05.2025)
2. Сивка Є. Психологічні особливості наочно-образного мислення молодших школярів // Збірник наукових праць Південноукраїнського національного педагогічного університету. – 2016. URL: https://dspace.pdpu.edu.ua/handle/123456789/993 (Дата звернення: 21.05.2025)
3. Грищенко Т. Гармонійний розвиток дитини в контексті естетичного виховання // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету. – 2020. URL: https://znp.udpu.edu.ua/article/view/196242 (Дата звернення: 21.05.2025)

АСПЕКТИ ЯКІСНОГО ФОРМУВАННЯ СУЧАСНОГО ДОСЛІДНИКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО СПРЯМУВАННЯ НА ТРЕТЬОМУ ОСВІТНЬОМУ РІВНІ НА БАЗІ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ УСТАНОВИ

Канд. техн. наук Т.С. Голуб, канд. техн. наук Л.С. Молчанов
Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України
м. Дніпро, Україна

Вже майже двадцять років пройшло, як **Україна приєдналася** до Болонської угоди [1,2]. 5 березня 2023 року набрала чинності Глобальна конвенція з визнання кваліфікацій [3]. Прагнення «глобалізації» передбачає створення в Європі відкритої системи вищої освіти, яка забезпечує одночасний захист і збереження культурних особливостей країн та створює

умови для активного співробітництва й вільного обміну знаннями та досягненнями в інтересах добробуту і постійного процвітання суспільства. До того ж, система освіти повинна забезпечувати доступ всіх бажаючих до знань протягом усього життя. На практиці втілювати ці ідеї повинна була єдина система залікових одиниць і Конвенція про визнання дипломів і навчання, яка має свій початок ще з 1979 року [4], до якої приєдналась більшість європейських країн.

Болонський процес передбачає створення нових навчальних планів і програм, переорієнтацію навчального процесу на самостійне навчання студентів, на їхню власну науково-дослідницьку діяльність та індивідуальний підхід. Головним завданням навчального закладу при цьому є створення комфортних умов для самостійної роботи студентів, формування прагнення до навчання. В західних університетах цьому сприяє цілодобовий доступ до бібліотек, Інтернету та іншої інфраструктури, що забезпечує процес навчання. Завдання викладача при цьому – «навчити вчитися» – сприяння опануванню вмінням здобувати знання самостійно протягом всього подальшого життя. Ця навичка є вкрай важливою для забезпечення принципів «виживання» людини у стрімко змінюваних умовах сучасності.

Як наслідок, почалося реформування системи підготовки наукових кадрів, яку ми успадкували ще від радянських часів, у тому числі значні зміни відбулися й на третьому рівні підготовки кадрів – колишній кандидат наук за галузями, а нині доктор філософії.

Європейський тип конкуренції – це конкуренція в науковій сфері. Науковець повинен поєднати навички «митця» та менеджера – маркетолога задля розробки та впровадження у виробництво свого нового «продукту». Сучасна наука відіграє провідну роль у розвитку економіки європейських країн, тому організації та фірми прагнуть долучати до штату своїх співробітників не просто високоосвічені кадри, а молодь до 30 років, яка здатна до нестандартного творчого мислення. І просто ідей замало! Важливим, чи навіть ключовим стає вміння практичної реалізації. Таким є «сучасний науковий процес».

Важливим етапом опанування навичок «сучасного наукового процесу» є третій освітній рівень – навчання в аспірантурі та отримання ступеня доктора філософії.

Метою дослідження є аналіз найбільш впливових негативних факторів, що діють при формуванні молодого вченого на третьому освітньому рівні під час навчання в аспірантурі в дослідницькому Інституті, та розгляд способів їх подолання на шляху до формування цілісної, сучасної наукової особистості.

Відповідно до ст. 5 закону України «Про вищу освіту» та Постанови Кабінету Міністрів України від 23.03.2016 № 261 [5,6] доктор філософії – це освітній і водночас перший науковий ступінь, що здобувається на третьому рівні вищої освіти. Його здобуття передбачає надбання особою теоретичних знань, умінь та інших компетентностей, достатніх для самостійної роботи: створення нових ідей або розв’язання комплексних проблем у галузі

професійної та дослідницько-інноваційної діяльності, оволодіння методологією наукової та педагогічної діяльності, а також постановка проблеми та проведення власного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Основними рекомендаціями щодо створення науково-педагогічного процесу на третьому освітньому рівні є «Зальцбурзькі принципи» організації докторських програм, підтримані у 2010 р. багатьма країнами Європи [7], основою яких є необхідність проведення оригінальних досліджень, розвиток у молодому спеціалісті вміння самостійно ставити та розв'язувати нові задачі, що сприятиме розширенню кар'єрних можливостей. Важливим пунктом є також диверсифікованість навчальних програм в Європі, у тому числі як спільно виконані з міжнародними Університетами програми у рамках географічної, міждисциплінарної та міжгалузевої мобільності та міжнародного співробітництва.

Окрім «Зальцбурських принципів» важливими у стратегії формування нового наукового потенціалу є принципи Європейської хартії дослідників та Кодексу працевлаштування наукових працівників [8]:

1. Свобода наукових досліджень;
2. Етичні принципи
3. Професійна відповідальність,
4. Професійний підхід
5. Контрактні та правові обов'язки
6. Відповідальність
7. Засади безпеки у наукових дослідженнях
8. Поширення та використання результатів
9. Участь у житті суспільства
10. Ефективна співпраця з науковими керівниками
11. Наукове керівництво та управління
12. Постійний професійний розвиток

Можливість навчатися на третьому освітньому рівні може бути реалізована як в навчальних закладах, де подібна діяльність є основним напрямком, так і в науково-дослідних Інститутах. Станом на 2013 р. в Україні було зареєстровано 732 наукові установи, що проводять науково-дослідницьку діяльність та створюють новітні розробки в різних галузях науки та техніки України. Частина з них акредитовані на проведення навчання на третьому рівні.

На відміну від навчальних закладів, можлива кількість аспірантів в дослідницьких Інститутах зовсім невелика, проте наукові дослідники повноцінно поринають в наукову атмосферу з перших днів навчання. Поруч з ними працюють досвідчені колеги. Аспіранти долучаються до вирішення поточних актуальних тем сьогодення, мають можливість переймати досвід роботи з діючими підприємствами й додатково отримувати навички та зв'язки для подальшого втілення своїх розробок.

Загальні чинники, які позитивно впливають на якість підготовки аспірантів та успішний захист ними дисертацій наведені на схемі (рис. 1). Мотивація здобувачів третього освітнього рівня є ключовою ланкою, навколо й завдяки якій вибудовується нова особистість – сучасний вчений. Мотивацію до навчання підвищує використання індивідуалізованого підходу, врахування думки аспіранта при формуванні змісту освітньої програми та надання самостійності в постановці проблематики, пошуку шляхів її вирішення та побудові індивідуального графіку виконання етапів роботи.

Рисунок 1 - Загальні чинники, які позитивно впливають на якість підготовки аспірантів

Негативними демотивуючими факторами можуть бути: відсутність чіткого розуміння навчального процесу її необхідності та ролі у підготовці аспіранта й успішному захисті дисертації; дублювання навчальних матеріалів, які вже викладалися на попередніх освітніх рівнях, відсутність підтримки діяльності з боку керівництва на різних рівнях організації, де навчається аспірант.

Складним викликом для сучасних молодих наукових дослідників може стати недостатня або зовсім відсутня матеріально-технічна база. І це може значно ускладнити роботу в дослідницьких Інститутах, бо радянська спадщина вже давно застаріла та вийшла з ладу, а переобладнання лабораторій здебільшого покладено на плечі самих дослідників. Проте це не вирок, а необхідність пошуку можливостей. Серед важливих помічників у цьому питанні можуть стати гранти.

Гранти Президента України для підтримки наукових досліджень молодими вченими це фінансова підтримка державою молодих науковців України, що надається з метою вирішення їхніх актуальних проблем, забезпечення активної участі науковців у реалізації державної політики в сфері наукової та науково-технічної діяльності, збереження і розвитку

інтелектуального потенціалу. Грантова програма розпочала свою роботу з 2003 р. згідно з Указом Президента України «Про додаткові заходи щодо підтримки молодих учених» від 9 квітня 2002 р. № 315/2002 [9].

26 березня Кабінет міністрів України ухвалив проект указу «Про внесення змін до деяких Указів Президента України щодо щорічних грантів Президента України молодим ученим та докторам наук». [10]. Цей законопроєкт передбачає, що з 2025 року буде відновлено конкурсні відбори на отримання грантів Президента України, а з 2026 року молоді вчені та доктори наук, які переможуть у конкурсах, зможуть отримувати гранти на проведення наукових досліджень. Заплановано відновлення 77 щорічних грантів для молодих вчених та 20 щорічних грантів для докторів наук, які можуть отримати молоді вчені віком (на момент подання заявки):

-доктори наук (до 40 років включно) – 7 грантів;

-докторанти (до 35 років включно) – 20 грантів;

-доктори філософії / кандидати наук (до 35 років включно) – 50 грантів. [11]

Конкурси наукових та науково-технічних проектів для надання щорічних грантів проводитиме Національний фонд досліджень України, створений Постановою Кабінету Міністрів України від 4 липня 2018 року № 528 [12]. Згідно з зазначеною постановою Національний фонд досліджень є правонаступником прав та обов'язків Державного фонду фундаментальних досліджень, який припинив існування в результаті реорганізації шляхом приєднання до Національного фонду досліджень, як один з ключових кроків у ланцюгу реформування. Досі в Україні не існувало інституції подібного формату, яка могла б надавати гранти на дослідження і розробки на умовах відкритих конкурсів і незалежно від відомчих ознак. Нині діє Національний фонд досліджень і дія його для науковців з 2025 року відновлюється, що надає грантову підтримку фундаментальних наукових досліджень у галузі природничих, технічних, суспільних і гуманітарних наук та прикладних наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок за пріоритетними напрямами розвитку науки і техніки.

Також існує грантова підтримка НАН України на реалізацію проектів науково-дослідних робіт молодих учених, що проходить кожні два роки. Може бути надано до 100 грантів. Максимальний розмір кожного гранту не може перевищувати 54 тисячі гривень. Грант може одержати громадянин України віком до 35 років.

Загалом значення законопроєкту про гранти для молодих вчених для майбутнього нашої науки важко переоцінити (рис. 2).

Окрім підтримки державою молоді науковці для виконання науково-технічних проєктів можуть отримати інший вид підтримки.

Рисунок 2 – Значення грантової підтримки для молодих вчених

Питання партнерства університетів і промисловості, а також працевлаштування докторантів розглянуто у звітах EUA, підготовлених за результатами реалізації проєктів «DOC-CAREERS I» (2009) [13] і «DOC-CAREERS II» (2015) [14]. Останніми роками дослідники приділяють усе більше уваги питанням відстеження кар'єрних траєкторій випускників докторантури для того, щоб краще розуміти професійне майбутнє потенційних кандидатів у доктори філософії. Останнє таке дослідження провели CDE та EUA у 2020 році, результати якого опубліковано у звіті під назвою «Tracking the Careers of Doctorate Holders» [15]. В рамках зазначених ініціатив регулюється обмін науковими добутками між різними дослідниками та організаціями, де проводяться дослідження. Це допомагає у подальшій реалізації отриманих результатів досліджень на більш високому рівні та впровадження їх у певній галузі економіки.

У рамках вільного спілкування без меж з 2015 року Американське фізичне товариство (American Physical Society, APS) та Міжнародний форум з фізики (Forum on International Physics, FIP) заснували Програму для видатних студентів (DS), щоб надати перспективним молодим дослідникам за межами США фінансову підтримку для участі у своїх зустрічах APS [16]. Аспіранти та магістранти мають право на річне безкоштовне пробне студентське членство в APS, де зустрічаються для обговорення передових новітніх розробок провідні спеціалісти в області фізики.

Також існує фінансова програма Фулбрайта в Україні [17]. Вона заснована в 1946 році і є найстарішою й найпрестижнішою міжнародною програмою обміну вченими та студентами, яку фінансує уряд США. Сьогодні вона підтримує академічні обміни зі 155 країнами світу. В Україні вона діє з 1992 р. і за цей час понад 1100 українців пройшли навчання, стажування чи провели свої дослідження в США за цією Програмою. Програма Фулбрайта надає аспірантам можливість поєднувати навчання та незалежні дослідження у різний спосіб: отримати міжнародний ступінь магістра; пройти поглиблені курси; пройти викладацьку практику як асистента в університеті; дослідження за межами програми отримання ступеня дозволяють аспіранту спеціалізуватися у певній галузі; отримати перекваліфікацію в іншій галузі чи розширити академічні перспективи.

Інший приклад, дослідні організації з Фінляндії запрошують дослідників, чия робота в Україні була зупинена через початок бойових дій у 2022 році на проведення досліджень протягом 24 місяців. Фінансування передбачає, окрім покриття витрат пов'язаних з дослідженнями, покриття витрат на переїзд та проживання під час проведення наукових досліджень у Фінляндії. Детальніше про зазначену програму можна дізнатися на офіційному сайті Дослідницької ради Фінляндії: Research Council of Finland [18].

Також варіантом можливого проведення якісного дослідження є дослідницька грантова програма від DAAD у якій Україна приймає участь вже 14 років [19]. DAAD є однією з найбільших у світі організацій у галузі освіти, що забезпечує мобільність студентів, аспірантів і викладачів, та надає можливість талановитій молоді усього світу пройти наукове стажування або підвищити кваліфікацію у Німеччині. Дослідницький грант для аспірантів пропонує можливість реалізувати дослідницький проект у Німеччині під час роботи над phD проєктом. Тривалість фінансування від 2 до 12 міс.

Проте необхідно зауважити, що для отримання гранту і часто, для отримання міжнародного фінансування чи, навіть, просто долучення до міжнародного наукового суспільства, потрібні якісні **наукові публікації міжнародного рівня**. Такі публікації свідчать про те, що ваші дослідження є актуальними та мають значення, а ви володієте необхідними навичками та досвідом для успішного виконання проекту.

Відповідно до наказу МОН від 23.09.2019 № 1220 Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук публікація результатів досліджень повинна бути у фаховому виданні, тобто це журнал, у якому публікують результати дисертаційних досліджень на здобуття наукового ступеня та звання і які є фаховими виданнями (відповідно до дотримання вимог) Міністерства освіти і науки України [20]. Перелік журналів, що входять до фахових видань за певними галузями знань оновлюються щоквартально. Тому необхідно уточнювати приналежність видання до фахового не тільки за вказаними вище критеріями, але й відповідно до опублікованого реєстру на сайті Міністерства освіти і науки України [21].

Також можлива публікація результатів досліджень у журналах які індексуються в міжнародних наукометричних базах, за якими можна відстежувати цитованість опублікованих статей. Вагомими серед науковців наразі є бази даних Scopus та Web of Science (WoS). Scopus – реферативна база даних і наукометрична платформа для відстеження цитованості статей, що була створена у 2004 р. видавничою корпорацією Elsevier (Нідерланди). Вона є однією зі складових інтегрованого науково-інформаційного середовища SciVerse, містить близько 50 млн реферативних записів. Індексує 18,000 назв наукових журналів, матеріалів конференцій та серійних книжкових видань з технічних, медичних та гуманітарних наук.

Web of Science – провідна реферативна база і наукометрична платформа, що належить незалежному інвестиційними фонду Clarivate

Analytics (до 2016 року належала Thomson Reuters), на якій розміщено бази наукової літератури і патентів з природничих, технічних, біологічних, суспільних, гуманітарних наук та мистецтва.

Фахові журнали України мають різні категорії. Категорія «А» – найпрестижніші та найавторитетніші журнали; входять до списків рецензованих статей WoS та Scopus. Вони є найкращими для публікації наукової статті в Україні. Високий рівень журналу відповідає суворим критеріям відбору матеріалів, що надходять, та високою вартістю публікації. Процес рецензування статей може тривати до шести місяців, а середній час, необхідний для публікації статті в журналі категорії «А», становить 12 місяців.

Категорія «Б» – фахові журнали, що входять до інших міжнародних наукометричних спеціалізованих баз даних. Середній час публікації для журналів категорії «Б» – три місяці й вартість публікації або не дуже висока, у порівнянні з публікацією у журналі категорії «А», або зовсім відсутня.

Відповідно до вимог, що до опублікування результатів наукових досліджень, публікується не більше однієї статті в одному випуску (номері) наукового видання. За темою дисертації не зараховуються наукові публікації, в яких повторюються наукові результати, опубліковані раніше в інших наукових публікаціях, що вже зараховані за темою дисертації.

Для того щоб знайти журнал з безкоштовною публікацією категорії «А», потрібно розібратися у доступі до наповнення журналу. Якщо у базі Scopus журнал знаходиться у відкритому доступі (Open Access), то він фінансується коштами внесків авторів, і публікація в ньому буде платною. Якщо ж відкритого доступу немає – за публікацію не береться оплата з автора. Підбирати журнал потрібно виходячи зі сфери дослідження та швидкості розміщення статті.

Іншою можливістю опублікувати результати своїх досліджень ще й безкоштовно для аспіранта є участь у конференції, яка видає матеріали доповідей учасників. Найчастіше учасники науково-технічних конференцій мають можливість опублікувати не тільки їх, але й повноцінні статті у віснику організації, яка проводить конференцію. Для аспіранта це буде зараховуватися як участь у конференції та опублікована стаття у фаховому виданні.

Ще одним варіантом публікації є участь у монографічному дослідженні. Це видання присвячене одній темі, яка вивчається глибоко, ґрунтовно та всебічно і може мати як одного так і групу авторів. Розділ монографії у співавторстві оцінюється як 0,5 публікації, а без співавтора – як одна наукова публікація. Звичайно, участь у колективній монографії оцінюється як більш вагома наукова доробка у порівнянні з одноосібною науковою статтею. Слід відзначити, що вартість публікації колективної монографії для одного учасника значно менша ніж у випадку одноосібного видання, що важливо для молодого науковця.

Висновки. Таким чином слід визнати, що поступове реформування, яке вже відбувається багато років має свої позитивні наслідки у вигляді більш досвідчених та мотивованих аспірантів, які на сьогодні мають реальні можливості спілкування та розвитку у міжнародному науково-технічному середовищі без кордонів і меж. Навчання на третьому освітньому рівні в науково-дослідних Інститутах має як свої переваги так і складнощі. Найбільшою серед них є фінансова складова наших реалій та втрачений потенціал матеріальної бази. Це основний фактор, що перешкоджає на шляху гармонійного розвитку вченого нового покоління у аспірантурі як молодого науковця та потребує від особистості міцності духу й чіткого розуміння цілей та стратегічної мети своєї діяльності. Від цього залежить наше наукове майбутнє.

Посилання

1. Болонський процес та нова парадигма вищої освіти: монографія / Ю. М. Рашкевич. М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2014. – 168 с. Згуровський М. З. Болонський процес: головні принципи та шляхи структурного реформування вищої освіти України. – К.: Політехніка, 2006. – 544 с.
2. Global Convention on Higher Education: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.unesco.org/en/higher-education/global-convention
3. УКАЗ Президії Верховної Ради Української РСР Про ратифікацію Конвенції про визнання учбових курсів, дипломів про вищу освіту та вчених ступенів у державах регіону Європи № 2993-X від 11.01.1982: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2993-10#Text
4. Ст. 5 ЗУ Про вищу освіту від 01.07.2014 № 1556-VII : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://kodeksy.com.ua/pro_viwu_osvitu/statja-5.htm;
5. Постанова Кабінету Міністрів України від 29.04.2015 № 266 «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-%D0%BF#Text.
6. Salzburg II Recommendations. European Universities' Achievements since 2005 in Implementing the Salzburg Principles. Brussels: EUA, 2010. 8 p. EUA: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://eua.eu/downloads/publications/salzburg%20ii%20recommendations%202010.pdf
7. Європейська хартія дослідників та кодекс працевлаштування наукових працівників : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mon.gov.ua/nauka/nauka-2/reforma-nauki/evropeyska-khartiya-doslidnikiv-ta-kodeks-pratsevlashtuvannya-naukovikh-pratsivnikiv
8. Указ Президента України «Про додаткові заходи щодо підтримки молодих учених» від 9 квітня 2002 р. № 315/2002 : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ 315/2002#Text

9. Указ президента України №324/2024 Про внесення змін до деяких указів Президента України щодо щорічних грантів Президента України молодим вченим та докторам наук : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.president.gov.ua/documents/3242024-50813
10. Наука та метрика.- Уряд відновлює надання грантів на наукові дослідження для молодих вчених та докторів наук : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nim.media/articles/uryad-vidnovlyuye-nadannya-grantiv-na-naukovi-doslidzhennya-dlya-molodikh-vchenikh-ta-doktoriv-nauk
11. Національний фонд досліджень : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mon.gov.ua/nauka/nauka-2/natsionalniy-fond-doslidzhen
12. Collaborative Doctoral Education in Europe: University-Industry Partnerships for Enhancing Knowledge Exchange. Report on DOC-CAREERS Project. EUA. 2009 : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.eua-cde.org/downloads/publications/2009_borrell-damianl_c-doctoral-enhancing-knowledge-exchange.pdf.
13. Collaborative Doctoral Education in Europe: Research Partnerships and Employability for Researchers: Report on DOC-CAREERS II Project. EUA. 2015 : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://eua.eu/downloads/publications/collaborative%20doctoral%20education%20in%20europe%20report%20on%20doc-careers%20ii%20project%20.pdf
14. Tracking the careers of doctorate holders. EUA-CDE Thematic Peer Group Report. Brussel: EUA-CDE. 2020 : [Електронний ресурс]. – Режим доступу:https://eua-cde.org/downloads/publications/eua-cde%20tpg_web.pdf
15. Національний фонд фундаментальних досліджень.- Програма для молодих дослідників від APS 2024 : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nrfu.org.ua/news/programa-dlya-molodyh-doslidnykiv-vid-aps-2024/
16. Fulbright Ukaine : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://fulbright.org.ua/en/fulbright-graduate-student-program-e/
17. Call for inviting researchers from Ukraine to Finland 2024 : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: ttps://www.aka.fi/en/research-funding/apply-for-funding/calls-for-applications/for-researchers/call-for-inviting-researchers-from-ukraine-to-finland-2024/
18. Німецька служба академічних обмінів : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.daad-ukraine.org/uk/propozitsiyi-finansovoyi-pidtrimki/stipendialna-baza-danih-daad/stipendien-datenbank-uk/
19. Наказ МОН від 23.09.2019 № 1220 Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1086-19#Text
20. Реєстр наукових фахових видань України : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mon.gov.ua/nauka/nauka-2/atestatsiya-kadriv-vishchoi-kvalifikatsii/naukovi-fakhovi-vidannya

ПРИЧИНИ ТА ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ КОНФЛІКТІВ (НА ПРИКЛАДІ ВО «ОСКАР»)

Ст. викладач[1] *В.І. Гуцалова*
[1]Кафедра Теорії, технології та автоматизації металургійних процесів
Нікопольський факультет ННІ Дніпровський металургійний інститут (ДМетІ) УДУНТ

Директор[2] *Г.Г. Савченко, викладач*[2] *циклу економічних дисциплін А.Г. Іваненко*
[2]ВСП Фаховий коледж УДУНТ
Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)
м. Дніпро, Україна

Підприємство – це складна система з великою кількістю взаємозв'язків і соціальною взаємодією, це свого роду організм, який живе і розвивається за своїми законами. Існування і розвиток кожної організації пов'язане з постійним виникненням і розв'язанням протиріч в боротьбі різних сил як в середині організації так і за її межами, які як правило, переростають у конфлікти. Тому для успішного управління трудовими конфліктами та здійснення подальшої роботи з оптимізації соціально-психологічного клімату колективів, керівнику необхідно виявляти причини виникнення конфліктів і загострювати увагу на джерелах напруги [1].

В останні роки питання вирішення конфліктів у колективах почало набувати більш широкого обговорення. Це питання досліджували як вітчизняні, так і зарубіжні вчені, серед яких Ємельянко Л.М., Петлюх В.М., Торгова Л.В., Гріненко А.М., Винославська О.В., Калінкіна І.В., Орбан-Лембрик Л.Е., Гришина Н.В., Прокопенко Г., Ентоні С., Джонсон М., Синфілд Дж., Олтман Е. та інші.

Управлінський конфлікт в колективі – особливий вид взаємодії, в основі якого лежать протилежні і несумісні цілі, інтереси, типи поведінки людей та соціальних груп, які супроводжуються негативними психологічними проявами в рамках виконання управлінських завдань. Впродовж останніх років проблематика конфліктів викликає значний інтерес у психологів, однак відсутність єдиного розуміння змісту поняття «конфлікт» спонукає їх до пошуку власного розуміння досліджуваного феномену. Українські вчені Г.В. Ложкін та Н.І. Пов'якcль розглядають конфлікт як зіткнення різноспрямованих сил (цінностей, інтересів, поглядів, цілей, позицій) суб'єктів – сторін взаємодії [3].

Безпосередніми суб'єктами, діяльність яких пов'язана з попередженням і розв'язанням конфліктів у сфері управління, є самі керівники. Причому головна роль у цьому процесі приділяється керівнику тієї ланки управління, в якій назріває або виник конфлікт, або керівнику вищої ланки. З цього складається одна з особливостей процесу попередження і розв'язання управлінських конфліктів. Для того, щоб з'ясувати фактори, що безпосередньо впливають на появу конфлікту, проаналізуємо деякі основні причини, що характеризують механізм виникнення конфлікту.

Основа конфлікту – протилежність, граничний випадок існуючої різниці, об'єктів, процесів, явищ. Протилежності – це відносини нетотожності, неоднаковість об'єктів, процесів, явищ. Джерело конфлікту – протиріччя чи їх комплекс. Протиріччя − це певний тип взаємодії різних, протилежних сторін, властивостей тенденцій, тобто зіткнення протилежностей. Це означає, що виникнення конфлікту пов'язане не з протилежностями як такими, а із зіткненням протилежних об'єктів, процесів, явищ. Причина конфлікту − усвідомлене двома різними суб'єктами протиріччя. Конкретні причини конфліктів дуже різні. У конфліктології та в інших науках, що вивчають конфлікти, існує дуже багато класифікацій причин конфліктів по різних критеріях. Аналіз причин конфліктів дозволяє зрозуміти, чому і як розвивається конфлікт, намітити способи їх усунення. Серед шляхів розв'язання конфліктних ситуацій вчені виділяють: попередження конфлікту, управління конфліктом, прийняття оптимальних рішень у конфліктних ситуаціях, розв'язання конфлікту[2].

Трудовий конфлікт – це конфлікт у сфері трудових відносин із приводу засобів працезабезпечення, рівня заробітної плати, використання професійного та інтелектуального потенціалу, різних елементів та чинників трудового процесу, рівня цін на різні блага, реального доступу до цих благ й інших ресурсів, викликаний протилежністю інтересів або поглядів[8]. У виробничому об'єднанні «Оскар» мають місце різноманітні конфлікти, які знижують ефективність праці співробітників. Тому гостро стоїть питання необхідності формування сприятливих соціально-психологічних умов, які забезпечать позитивний психологічний клімат в колективі. Конфлікт – це завжди зупинення та розрив нормальних, усталених відносин та виробничих процесів. Тому і є поширеною думка про те, що конфлікт – це явище негативне, деструктивне, неприємне, це те, чого слід боятися та по можливості уникати. Більшість керівників ВО «Оскар» прагнуть того, щоб не допустити виникнення конфлікту або загладити, пом'якшити його перебіг на момент його виникнення. Як правило, це призводить до того, що протиріччя зберігаються, але заганяються усередину й набувають форми хронічної напруженості та потенційного конфлікту. Керівництво вважає, що наявність конфліктів – це ознака неефективної діяльності колективу, організації, поганого управління. Але насправді навіть у найбільш благополучній організації конфлікти не лише можливі, а іноді – бажані. Адже конфлікт означає зіткнення. І це може бути зіткнення ідей, що демонструє співробітників як таких, які не є мовчазними виконавцями чужої волі і наказів, а тих, хто має особисту думку, власну позицію, готовий до плідного співробітництва, спільного пошуку рішень.

Виробниче об'єднання ОСКАР спеціалізується на виробництві трубної продукції для атомної енергетики, аерокосмічної галузі, автомобілебудування, суднобудування, оборонної промисловості. Компанія є одним з провідних виробників високотехнологічної безшовної трубної продукції і сортового прокату. Причини виникнення конфліктів безпосередньо на ВО «Оскар» можна поділити на:

1. Об'єктивні – це реально існуючі в дійсності обставини, які не залежать від волі та свідомості людей. Такі конфлікти відбуваються через: обмеженість ресурсів, які треба ділити, взаємозалежність завдань, розбіжності в меті, розбіжності в уявленнях і цінностях, розбіжності у манері поведінки і життєвому досвіді, незадовільні комунікації.

2. Суб'єктивні – це чинники, що обумовлюють конфліктні дій, однак, досить часто вони є гіпотетичними, не мають належного підґрунтя для виникнення конфлікту. Суб'єктивні фактори зумовлені конкретною поведінкою працівника, його психологічною структурою (характером, темпераментом, спрямованістю, ціннісними орієнтаціями, потребами тощо), що перешкоджає реалізації особистих інтересів. Як приклад, це можуть бути неправомірні дії як керівника, якщо він дозволяє собі особисті випади, є злопам'ятним та недовірливим, привселюдно демонструє свої симпатії й антипатії, так і підлеглих (несерйозне ставлення до праці, особиста неорганізованість, егоїстичні бажання).

3. Психологічна несумісність працівників, зіткнення їхніх цілей, інтересів, мотивів, потреб, поведінки у процесі співпраці в трудовому колективі. Наявність у колективі так званих важких людей – «агресорів», «скаржників», «зануд» і т. ін., які своєю поведінкою створюють у найближчому оточенні стан напруженості.

4. Зіткнення інтересів службовців, які тісно співпрацюють і вирішують багато проблем. Це можна означати як природне зіткнення більш значних матеріальних і духовних інтересів людей у процесі їхньої життєдіяльності.

5. Слабка розробка правових та інших нормативних процедур вирішення соціальних суперечностей. Наприклад, якщо керівник образив підлеглого, то останній часто змушений для захисту своєї гідності вдаватися до конфліктної поведінки.

6. Недостатність матеріальних і духовних благ. Якщо на підприємстві з'являється можливість підвищити оплату роботи для обмеженої кількості співробітників, то, природно, виникають конфлікти між тими, хто отримує це підвищення, та іншими працівниками. Розподіл премій, відряджень, інших матеріальних і духовних ресурсів є об'єктивно конфліктним процесом.

7. Особистісно-функціональні конфлікти пов'язані з невідповідністю компетенції працівників професійним, моральним та іншим якісним вимогам займаної посади. Будь-яка праця вимагає певних професійних знань і досвіду, інколи досить значних. Якщо людина не відповідає цим вимогам, то можливі конфлікти між нею та керівником, підлеглими, співробітниками. Вони будуть спричинені тим, що помилки, допущені цим робітником, торкаються інтересів усіх, хто з ними взаємодіє.

8. Ситуаційно-управлінські конфлікти обумовлені помилками, допущеними керівництвом і підлеглими в процесі вирішення управлінських та інших завдань. Прийняття помилкового управлінського рішення об'єктивно створює можливість конфліктів між авторами рішення і його виконавцями.

Невиконання працівниками завдань, поставлених керівництвом, також викликає небезпеку виникнення конфлікту.

Кожна з вище перелічених груп причин в тій чи іншій мірі впливає на управлінську працю виробничого об'єднання «Оскар» і може або допомогти вирішити виробничі негаразди, або зруйнувати роботу. При певному досвіді керівника щодо дій у конфліктних ситуаціях, можна взагалі запобігти потенційним конфліктам чи вирішити, і навіть використати їх як джерело поліпшення відносин з трудовим колективом. Завдання полягає не в тому, щоб піти від конфлікту, який потенційно можливий в усіх трудових колективах, а намагатися розпізнати конфлікт і контролювати його протікання для одержання найліпшого результату.

З метою попередження управлінських конфліктів керівникам ВО «Оскар» можна запропонувати рекомендації з профілактики та запобігання конфліктів: по-перше, налагодити зворотний зв'язок із усіма ланками управління, а також із всіма об'єктами управління; по-друге, постійно проводити корекцію стилю, форм, засобів і методів управління з урахуванням конкретних умов.

Керівник повинен володіти різними формами впливу на підлеглих:
- прямий вплив (наказ, директива, указівка, завдання і тип.);
- вплив через мотиви (стимулювання потреб і інтересів з метою бажаного поводження і діяльності);
- вплив через систему цінностей (виховання, освіта, ЗМІ);
- вплив через навколишню соціальне середовище (зміна умов праці, статусу в організації, зміна системи взаємодії).

Крім того можна ще надати рекомендації щодо управління конфліктами на ВО «Оскар» за наступними напрямками:

1. Прогнозування конфлікту. Постійна взаємодія по всіх комунікаційних каналах із зовнішніми організаціями; робота з лідерами в мікрогрупах усередині колективу й усередині підрозділів, що входять у структури організації; аналіз суспільної думки; знання ранніх симптомів між групових конфліктів у їхній латентній фазі.

2. Попередження конфлікту. На основі заглибленого аналізу причин і факторів назріваючого конфлікту вжити заходи щодо їхньої нейтралізації; активна робота з лідерами з метою обміну інформацією про потенційних суперників; використання адміністративних заходів для попередження мотивів конфлікту, який назріває.

3. Регулювання конфлікту. Домогтися визнання реальності конфлікту лідерами конфліктуючих груп; легітимізація конфлікту, установлення норм і правил взаємодії за рішенням конфліктних суперечок, створення відповідних робочих груп по регулюванню конфліктної взаємодії; широке застосування технологій регулювання конфлікту.

4. Розв'язання конфлікту. Організація переговорного процесу з розв'язання конфлікту; висновок договору про узгодження інтересів і позицій конфліктуючих сторін.

Головне для керівника – навчитися керувати конфліктом, знати закономірності його протікання та шляхи його вирішення.

Висновки

1. Конфлікти на підприємствах виступають як складне явище, що характеризується багатьма особливостями і рисами.

2. Кожен керівник повинен володіти мистецтвом попередження і вирішення конфліктів заради позитивного психологічного клімату в колективі, без якого не можлива творча, ефективна діяльність.

Посилання

1. Ємельянко Л.М. Конфліктологія : навч. посіб. / за заг. ред. В.М. Петлюха, Л.В.Торгової. – К. : КНЕУ, 2003. – 315 с.
2. Захарчин Г.М., Управління конфліктами : навчальний посібник / Г.М. Захарчин, Р.О. Винничук – Львів : Львівська політехніка, 2019. – 192 с.
3. Коваленко Д. В. Конфліктологія: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Д. В. Коваленко, І. М. Шалімова, О. М. Керницький; Укр. інж.-пед. акад. – Х. : Точка, 2012. – 221 с.
4. Менеджмент. Навчальний посібник / А.М. Балашов, Г.Є. Мошек, А.С. Соломко, Ю.О. Соломко, М.В. Ковальчук, Ю.В. Поканєвич, С.П. Сердюк; заг. редакція проф. Балашова А.М. та проф. Мошека Г.Є. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2022. – 646 с.
5. Менеджмент у питаннях та відповідях: навчальний посібник / А.А. Вдовічен, О.Г.Вдовічена, В.А.Чичун та ін. Чернівці: ЧТЕІ ДТЕУ, 2023. – 172 с.
6. Новікова Н.В. Управління конфліктами в організації: підходи до вирішення та профілактики / Н.В. Новікова // Галицький економічний вісник. 2013. №2(41). С. 79–83.
7. Подольчак Н.Ю., Ковальчук Г.Р. Місце та види управлінських конфліктів у сучасній системі менеджменту підприємства / Н.Ю. Подольчак // Національний університет «Львівська політехніка» : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/112b5745-10d7-4d73-b1d6-d9c187eb4929/content
8. Руденко В. Трудовий конфлікт: примирити і задовольнити вимоги // Людина і влада. 2007. № 4. С. 102-105.
9. Управління конфліктами та комунікаціями : навчально-методичний посібник / Держ. біотехн. ун-т ; Уклад. В.М. Нагаєв. – Харків : КП «Міська друкарня», 2022. – 64 с.

СУТНІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІСТУ "ЯКІСТЬ ОСВІТИ"

Проф., докт. пед. наук Т.М. Десятов, здобувач в.о. А.А.Сапіян
Кафедра освітнього менеджменту, артменеджменту і соціальної роботи
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
М.Черкаси, Україна

Сучасні стрімкі трансформаційні процеси та цивілізаційні зміни призводять до переосмислення і переоцінки завдань сучасної освіти. У зв'язку з цим велике значення набуває розвиток інтелектуально-освітнього потенціалу людини, одним із найважливіших факторів якого у сучасній соціально-економічній ситуації є проблема забезпечення якості освіти.

Характеристика змісту поняття **«якість освіти»** полягає у визначенні рівня відповідності освітніх результатів очікуванням, потребам особистості, суспільства та держави. Якість освіти охоплює не лише обсяг знань, умінь і навичок, здобутих здобувачами освіти, а й рівень розвитку їхніх компетентностей, критичного мислення та здатності до самореалізації. Вона включає якість освітнього процесу, змісту навчання, кваліфікацію педагогічних кадрів, матеріально-технічну базу та систему управління освіти.

Вперше категорію «якість» було проаналізовано давньогрецьким філософом Арістотелем. У своїх дослідженнях учений заклав основи предметного розуміння якості, розглядаючи її як видову відмінність сутності, її властивість: «жодна з властивостей не існує від природи сама по собі і не здатна відокремлюватися від сутності» [1].

При проведенні термінологічного аналізу Р. А. Кубанов визначає якість як «суттєву ознаку, властивість, що відрізняють один предмет від іншого» [2, с. 26].

Сігаєва Л. Є. також вважає, що «якість є суттєвою визначеністю предмета, в силу якої він є даним, а не іншим предметом, чим і відрізняється від інших предметів» [3, с. 219].

Важливим критерієм якості є ступінь інтеграції освіти в сучасний соціально-економічний контекст. Якість освіти визначається також через наявність ефективного освітнього середовища, що сприяє всебічному розвитку особистості. Вона є результатом взаємодії суб'єктів освітнього процесу — учнів, вчителів, батьків, адміністрації та суспільства.

На думку В. Ніколаєвського основними чинниками, що забезпечують якість освіти, є професійна підготовка викладачів, навчально-методичне забезпечення навчального процесу, наявність системи контролю й оцінювання викладання, рівня знань студентів, застосування сучасних освітніх технологій у навчальному процесі, спрямованість викладання на формування соціальних якостей сучасного фахівця, стимулювання самостійної роботи студентів, контакти з провідними зарубіжними фахівцями [4].

Таке розуміння якості є основоположним тому що якісна освітня послуга повинна відповідати вимогам відповідних стандартів та задовольняти запити споживачів даних послуг.

Аналіз сучасних теорій показав, що виділяються різні типи якості залежно від тієї чи іншої ознаки:

- якість як зовнішня чи внутрішня визначеність (залежно від форми прояву);
- якість природна, соціальна, духовна (залежно від природи носіїв);
- якість функціональна та системна (залежно від підходу до дослідження).

Основними чинниками, визначальними рівень усвідомлення та розуміння сутності категорії «якість», на думку Л. Є. Сігаєвої, є:

- світоглядні орієнтири особистості, її моральні цінності;
- соціальна основа, тобто умови життя та творчості людини в тому суспільстві, в якому вона живе;
- психологічний фактор – задоволеність людини умовами життя, творчості, конкретної діяльності;
- технологічний фактор, що визначає значимість якості матеріалів, проектування, технологій, персоналу для отримання кінцевого продукту діяльності організації, яка задовольняє споживача [3, с. 224].

Аналіз науково-педагогічної літератури дозволяє зробити висновок, що в існуючих підходах якість освіти оцінюється переважно за результатами, в яких чільне місце відводиться їх когнітивним аспектам. Водночас слід зазначити, що якість освіти – це не лише результат на виході, а й якість освітнього процесу, якість умов.

З одного боку, «якість освіти» може розглядатися як ступінь відповідності рівня освіченості випускника навчального закладу вимогам, що висуваються; з іншого боку, це якість самої освітньої системи, тобто сукупність властивостей системи, які гарантують досягнення заданого результату.

Висновки

Таким чином, досліджуючи питання якості освіти, ми розглядаємо основні його характеристики: результативну, процесуальну та системну. У сучасному розумінні якість освіти — це системне, багатокомпонентне явище, яке забезпечує конкурентоспроможність випускника на ринку праці та його здатність до безперервного навчання.

Посилання

1. *Батечко Н.* Якість вищої освіти в контексті синергії наукових підходів. Неперервна професійна освіта: теорія і практика. 2017. Вип. 3–4. С. 12–19. URL: http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/22292/1/N_Batechko_NDLOSV_2017_3-4_NPO.pdf
2. *Кубанов Р. А.* Якість освіти: суть поняття та особливості оцінювання. Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогічні науки. 2013. № 13(2). С. 25–31. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vlup_2013_13%282%29__5

3. *Сігаєва Л. Є.* Сучасні підходи до якості освіти: теоретичний аспект. Професійна освіта: методологія, теорія та технології . 2016. Вип. 4. С. 213–229. URL: https://educationjournal.org/index.php/journal/article/download/49/47/
4. *Ніколаєвський В.М.* Соціологічна освіта в Україні: критерії та освітні стратегії досягнення якості [Електронний ресурс] / В.М. Ніколаєвський – Режим доступу http://www.sociology.kharkov.ua/docs/chten 01/nick.doc.

ЛИДЕРСТВОТО НА ДИРЕКТОРА КАТО ДВИГАТЕЛ НА ПРОМЯНАТА В ОБРАЗОВАТЕЛНАТА ИНСТИТУЦИЯ: ДОБРИ УПРАВЛЕНСКИ ПРАКТИКИ ОТ РЕАЛЕН КАЗУС

THE PRINCIPAL'S LEADERSHIP AS A DRIVER OF CHANGE IN THE EDUCATIONAL INSTITUTION: GOOD MANAGEMENT PRACTICES FROM A REAL CASE

Докторант Елица Т. Димитрова
Технически университет, гр.Варна, България

Динамиката на съвременния свят и необходимостта от модернизация на образователните институции поставят нови и по-високи изисквания към управленските кадри в образованието. Актуалните предизвикателства в управлението на образователните институции намират отражение и в анализа на Националния инспекторат по образование (НИО) от 2023 г., който поставя акцент върху необходимостта от устойчиви системи за вътрешно управление на качеството. Според доклада, „въпреки усилията на директорите и педагогическите екипи, все още се наблюдава фрагментарност при планирането и реализацията на дейности, насочени към повишаване на качеството на образователния процес. Нерядко липсва връзка между стратегическите цели, оценката на резултатите и механизмите за обратна връзка със заинтересованите страни – родители, ученици и местна общност“. [8] В този контекст, ролята на директора като лидер на промяната придобива още по-ключово значение, тъй като именно от неговите управленски решения зависи въвеждането на ефективни практики, устойчиви партньорства и позитивна образователна среда. Управленската култура на съвременния директор изисква познаване както на образователните политики, така и на принципите на стратегическия, тактическия и оперативния мениджмънт.

Настоящото изследване разглежда именно тази роля на директора като двигател на положителни промени, чрез реален казус от практиката на ОБУ „Христо Ботев“ в с. Ивански. Представени са управленски решения, свързани с подобряване на инфраструктурата, педагогическата среда, намаляване на отпадането на ученици, участие в национални и международни проекти и справяне с междуличностни конфликти в учителския колектив.

Целта на изследването е да анализира ролята на директора като лидер на промяната в образователната институция и да идентифицира успешни управленски практики, приложими в условията на социални и демографски предизвикателства.

Задачите, които се поставят за изпълнение на тази цел, включват:

- Да се определи съвременният обхват на понятието „образователен мениджмънт“;
- Да се анализират конкретни управленски действия на директора, водещи до промяна в училищната среда;
- Да се проследи ефектът от въвеждането на програми за взаимодействие със семейството и намаляване на отпадане;
- Да се изведат механизми за управление на конфликти в педагогическия екип;
- Да се оцени участието на училището в програми за социално включване и устойчиво развитие.

Хипотезата на изследването е, че активното лидерство на училищния директор, съчетано с умело управление на ресурси и партньорства, води до измерими и устойчиви положителни резултати в образователната институция.

1.Определение за мениджмънт на образователните институции.

Образователният мениджмънт се дефинира като специфичен клон на управлението, насочен към планиране, организиране, ръководство и контрол на процесите в сферата на образованието. Той обединява принципите на общия мениджмънт с особеностите на училищната среда, човешкия фактор и социалната мисия на образованието.

Според Траян Гоцевски образователният мениджмънт представлява „образование на образованието“, свързано с края на „дилетанщината, импровизацията и общата култура в управлението на образованието и науката“ [1]. Авторът подчертава, че компетентността в управлението на образователни институции изисква научен подход и професионална подготовка, базирана на теоретична рамка и анализ. Пл. Радев разглежда училището като организация с идеална цел и очертава характеристиките на училищния мениджмънт чрез пет основни управленски функции – планиране, организиране, ръководство, контрол и промяна. [2] Според него успешното управление на образователна институция включва ефективно интегриране на ресурси и задачи, както и адаптиране към външната среда, чрез стратегически, тактически и оперативни действия. Обяснение на предпочитанията за използване на понятието „управление“ или на понятието „мениджмънт“ дава и Питър Дракър в книгата си „Новите реалности“. Според него хората от организациите с „идеална цел“, които се смятат „незасегнати от покварената на комерсиализма“ (а училището е такъв тип организация), свързват мениджмънта с „бизнеса“, което за мнозина от тях е „мръсна дума“. Но днес и те вече „са научили, че организацията с идеална цел се нуждае от мениджмънт дори повече, отколкото бизнесът“.[3] Целта на научното изследване е авторът да разгледа конкретните промени, настъпили вследствие

на правилно взети управленски решения и ефективно използване на ресурси от страна на директора г-н Стефан Стоянов в ОУ „Христо Ботев“, с. Ивански, общ. Шумен.

1.1.Определяне на аспектите, подлежащи на промени и конкретните управленски решения.

При встъпването си в длъжност през 2007 година, директорът на ОБУ „Христо Ботев“ – с. Ивански, се сблъсква с редица предизвикателства, както в материалната база, така и в социалната и педагогическа среда на училището. Учебната институция не разполага с компютърна зала, санитарните възли са външни, отоплението се осъществява с локални печки, а липсват и зала за събития, медицински кабинет и възможности за осигуряване на здравна грижа. Учениците, предимно от ромски произход, често срещат трудности при усвояването на учебното съдържание поради езикова бариера и липса на достатъчна подкрепа от страна на семейството.

Една от основните задачи на новия ръководител е именно преодоляването на тези сериозни дефицити чрез целенасочени управленски действия. В своята роля на образователен лидер, директорът взема стратегически и оперативни решения, свързани с:

- подобряване на физическата и технологичната среда на училището;
- изграждане на мотивационен модел за работа с учители и ученици;
- установяване на устойчиво взаимодействие между семейството и училището;
- въвеждане на допълнителни образователни и социални дейности, насочени към превенция на ранното отпадане от образователната система;
- търсене на външни източници на финансиране и партньорства с институции.

В съвременните условия се изисква от ръководителя на образователната институция не само да изпълнява административните си функции, но и да действа като вдъхновяващ лидер, способен да управлява промяната стратегически и с визия. Той разпределя ресурси, преговаря с външни заинтересовани страни, мотивира колектива и въвежда иновативни практики, съответстващи на съвременните стандарти в образованието. Както отбелязва Лилова: „лидерството в образованието се свързва с умението да се изгражда доверие, да се създават професионални общности и да се насърчава иновацията в процеса на преподаване и учене“. Това изисква системен подход към мениджмънта, основан на планиране, мотивация и развитие.[7]

1.1.1. Основни постижения в процеса на промяна

В резултат на целенасочените управленски усилия от страна на директора, в периода след 2007 година в ОБУ „Христо Ботев“ – с. Ивански, са реализирани редица съществени подобрения както в инфраструктурата, така и в качеството на образователния процес. Сред тях се открояват:

- Изграждане на компютърна зала, която предоставя възможност за въвеждане на информационните технологии в учебния процес;
- Реконструкция на сградите, включително подмяна на отоплителната система и изграждане на вътрешни санитарни възли;
- Обособяване на зала за културни и родителски събития, медицински кабинет и подходящи условия за извънкласни дейности;
- Развитие на учебно-възпитателна среда, насочена към ученици с обучителни трудности и езикови дефицити – чрез допълнителни занятия, занимални, летни училища и уикенд програми;
- Инициране на училище за родители – форма на партньорство със семействата, която има за цел подобряване на мотивацията за учене и подкрепа на децата;
- Установяване на партньорства с местни институции и неправителствени организации с цел достъп до външно финансиране и мултидисциплинарна подкрепа.

Тези постижения не само подобряват материалната база и организацията на учебния процес, но също така допринасят за повишаване на ангажираността на родителите, намаляване на броя на отпадащите ученици и изграждане на по-позитивен имидж на училището в местната общност.

1.2.Разработване на диагностично-корекционна управленска програма за взаимодействие между училището и семейството.

Един от ключовите приоритети в управленската дейност на директора на ОБУ „Христо Ботев“ – с. Ивански, е създаването на устойчива връзка между училището и семейството като условие за по-добра образователна интеграция на учениците. Преобладаващата част от децата са от ромски произход, като около 50% не владеят добре български език, а 25% не посещават редовно учебни занятия. Тези фактори водят до ниски учебни резултати и увеличен риск от ранно отпадане.

С цел справяне с тези предизвикателства, в училището е разработена и внедрена диагностично-корекционна програма, насочена към засилване на взаимодействието с родителите и семействата. Тази програма включва:

- Провеждане на регулярни срещи с родители с фокус върху ролята на образованието за бъдещето на децата;
- Създаване на училище за родители, в рамките на което се провеждат беседи, лекции и семинари по теми, свързани с възпитанието, детската психология, хигиената на умствения труд и здравното образование;

- Индивидуален подход към семействата, отчитащ техните културни, социални и икономически особености;
- Мотивация на родителите да бъдат партньори в образователния процес, като им се предоставя информация за важността на редовното посещаване на училище, навременната подготовка за учебния процес и възможностите за кариерно ориентиране;
- Формиране на положителен образ на училището като място за развитие, общуване и подкрепа както за децата, така и за техните семейства.

Усилията за ангажиране на родителската общност допринасят за по-добра подготовка на децата за училище, засилване на интереса към учебния процес и постепенно подобряване на резултатите. Наблюдава се съществено намаляване на броя на отпадащите ученици, както и подобрение в комуникацията между учители и родители.

2.Установяване и превенция на причините за възникването на конфликти при учителите в конкретната образователна институция.

Някои автори определят конфликта като поведение – отхвърлящо, заимстващо, творящо. Той обаче не е война, нито пък споразумение за временно примирие, а отсъствие на съгласие между две или повече страни.[4] Конфликтите са неизменна част от динамиката на всяка социална система, включително и в сферата на образованието. В училищната среда те могат да възникват както между различните звена в институцията, така и вътре в самия учителски колектив. Често срещани са напреженията, породени от различия в педагогически подходи, междуличностни несъгласия, конкуренция, липса на ефективна комуникация или недостатъчна подкрепа от ръководството. В периода след 2007 г. в ОБУ „Христо Ботев“ – с. Ивански, директорът предприема конкретни управленски действия за диагностика и превенция на конфликтите в учителския колектив. Един от важните етапи в този процес е проведеното през юни 2012 г. психологическо изследване, целящо да оцени нивата на агресивност и враждебност сред преподавателите.

Изследването обхваща 15 преподаватели: 7 от начален и 8 от прогимназиален етап, с възрастов диапазон между 26 и 63 години. Използвани са методите на анкетиране, наблюдение и тестиране. Резултатите показват:

- Средни стойности на агресивност и враждебност, като няма крайни случаи на рисково поведение;
- Необходимост от работа върху механизмите за самоконтрол и релаксация, особено при по-възрастните преподаватели;
- Потенциал за вътрешна мобилизация и колегиално сътрудничество, когато са налице ясни правила, подкрепа от ръководството и възможности за емоционално разтоварване.

В отговор на тези констатации, директорът инициира:

- вътрешни обучения по теми като управление на стреса, емоционална интелигентност и ефективна комуникация;

- насърчаване на участие в квалификационни програми и семинари с психологическа насоченост;
- прилагане на административни механизми за навременно разрешаване на напреженията, включително ротация на екипи и фасилитирани колективни разговори;
- създаване на култура на взаимна подкрепа и доверие чрез по-чести неформални срещи и тиймбилдинги.

Тези мерки водят до осезаемо подобрение на работната атмосфера, намаляване на междуличностните конфликти и повишаване на удовлетвореността от работата.

2.1 Програми за сътрудничество.

През 2016 г. ОБУ „Христо Ботев“ – с. Ивански става партньор по българо-швейцарската програма за сътрудничество ЗОВ (Здраве и образование за всички). Проектът се реализира от октомври 2016 г. до април 2019 г. и е насочен към социалното приобщаване на ромската общност и други уязвими групи в региона. Общата стойност на проекта възлиза на 723 656 лв., от които 533 682 лв. са швейцарско съфинансиране. В рамките на проекта Община Шумен си сътрудничи с Шуменския университет „Епископ Константин Преславски“, ДГ „Пролетна дъга“, ОБУ „Христо Ботев“, ДКЦ 1 – Шумен и Семейно-консултативния център – Шумен. [5] Проектът е координиран от управляващите органи в три министерства – труда и социалната политика, здравеопазването и образованието и науката.Целевата група включва деца до 10-годишна възраст, като основният фокус е поставен върху предотвратяване на ранното отпадане от образователната система, повишаване на образователната мотивация и осигуряване на подкрепа за родителите. В резултат на проекта в училището са постигнати следните подобрения:

- Обновена и модернизирана училищна база – ремонтирани и обзаведени са три учебни зали за извънкласни дейности, в т.ч. „наваксващо училище“, „уикенд училище“ и „училище за родители“;
- Изградена здравна служба и подобрени условия за училищна профилактика;
- Организирани обучения и демонстрационни занятия с преподаватели от различни учебни заведения с цел мултиплициране на добри практики при работа с деца, които не владеят български език;
- Създадени устойчиви модели на родителска подкрепа и взаимодействие с местната общност, чрез включване на здравни медиатори и социални работници.

Партньорството по ЗОВ затвърждава ролята на директора като лидер на промяната и като стратегически мениджър, който умее да изгражда мрежи от сътрудничество и да привлича външни ресурси в полза на образователната институция.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Директорът на съвременната образователна институция е не просто администратор, а лидер на промяната. В условията на социални трансформации, демографски предизвикателства и нужда от приобщаване на

уязвими групи, ролята му излиза извън традиционните рамки. Представеният казус от практиката на ОБУ „Христо Ботев“ – с. Ивански демонстрира как стратегическото мислене, социалната ангажираност и способността за изграждане на партньорства водят до реални и устойчиви резултати. В хода на анализа бе потвърдена заложената хипотеза – че ефективният директор, който разполага с визия, управленски капацитет и способност за взаимодействие с външни и вътрешни заинтересовани страни, може успешно да трансформира една образователна институция.

Предложения за усъвършенстване на практиката и нормативната рамка:

- Необходимо е разработване на устойчиви механизми за ранно идентифициране на рискови ученици, чрез съвместна работа между училище, социални служби и местна власт.
- Следва да се засили подкрепата за директорите чрез обучителни програми, които надграждат умения за работа с многообразие, за управление на конфликти и за привличане на външно финансиране.
- Препоръчва се преразглеждане и актуализиране на нормативната уредба, така че да се предвиди реална автономия и финансова гъвкавост за училищата, особено в социално уязвими райони.
- Подкрепа за прилагането на иновативни образователни модели, които обвързват училището с общността – включително чрез уикенд училища, училища за родители и мултикултурни практики.

„Ефективният, динамичен лидер на училището е от съществено значение за оптималното управление на училищната организация и за постигане на нейните цели и приоритети. Ето защо в редица европейски стратегии и документи лидерството и мениджмънтът на училището се адресират и се търсят пътища за повишаване квалификацията на училищните мениджъри и превръщането им в ефективни лидери.“ [6]

В заключение може да се изведе, че директорът като лидер на промяната има решаваща роля за бъдещето на образователната система – особено в училища, изправени пред сериозни предизвикателства. Неговата визия, социална чувствителност и умение да мобилизира ресурси могат да се окажат ключът към едно по-успешно и приобщаващо образование.

Литература

1. Гоцевски, Т. „Образователен Мениджмънт”, Изд УИ "Св. Климент Охридски" 2004
2. Радев, П. „Обща училищна дидактика”, Пловдив, 2005
3. Георгиева В. и Николаева Св., „Образователен мениджмънт”, „Аскони-Издат” 2001
4. Попов, Х., „Човешката агресия”, „Информа Интелект”, 2007
5. https://www.shumen.bg/evropejski-fondove-i-programi/drugi-proekti/balgaro-shvejtsarska-programa -za-satru/
6. Първанова, Й. „Съвременното училище между децентрализацията, конкуренцията и автономията”. С.,2011. „Колбис”

7. Lilova, E. (2016). 'Problemi na upravlenieto na kachestvoto v srednoto obrazovanie', *i-Prodŭlžavashto obrazovanie*, [online] DĬUU, Sofiĭski universitet 'Sv. Kliment Okhridski'. Available at: https://diuu.bg/emag/5388/ [Accessed 26 May 2025]
8. NIO. (2023). *Analiz na sistemyata za upravlenie na kachestvoto v obrazovatelnite institutsii*. Sofiia: Natsionalen inspektorat po obrazovanie. Available at: https://nio.government.bg/bg/publications [Accessed 26 May 2025]

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ СТУДЕНТАМИ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Доц., канд. фіз.-мат. наук О.Ю. Дюженкова,
доц., канд. фіз.-мат. наук І.В. Степахно
НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», м. Київ, Україна

У процесі вивчення вищої математики студенти інженерних спеціальностей повинні навчитися аналізувати реальні процеси та застосовувати математичні методи для їх дослідження. Цьому сприяють прикладні задачі, якими можна проілюструвати більшість математичних понять з різних розділів вищої математики [1]. Побудова математичної моделі є необхідною складовою розв'язання таких задач і часто викликає найбільші труднощі при їх розв'язанні. Складаючи математичну модель задачі, потрібно не тільки детально розбиратись в описаному процесі, але й добре розуміти суть математичних понять, які при цьому застосовуються. Багато різноманітних прикладних задач можна розглянути при вивченні диференціальних рівнянь [2]. Зокрема, для описання величин, швидкість зміни яких пропорційна їх значенню, використовують диференціальні рівняння органічного росту, які показують цілісний підхід до різних об'єктів, що досліджуються. Найчастіше диференціальні рівняння використовують у фізиці, хімії, біології, але є багато інших задач, досить цікавих з точки зору практичного застосування.

Наприклад, при вивченні диференціальних рівнянь студентам хімічних спеціальностей можна запропонувати таку задачу.

Під час роботи в цеху, що має об'єм V *м*^{3}*, у повітря виділяються шкідливі домішки (газ, пил, хімічні речовини) в кількості* y од./год. *Завдяки вентиляції обмін повітря становить* P м^3/год*, при цьому повітря, що поступає в цех, також може містити домішки в концентрації* z *на* 1 *м*^{3}. *Скласти рівняння процесу вентиляції, тобто записати функцію концентрації*

домішок на $1м^3$ *повітря в цеху через* t *годин після початку роботи. Початкове значення концентрації домішок* y_0 *при* $t = 0$ *вважаємо заданим.*

Для побудови математичної моделі доводиться формалізувати процес, нехтуючи менш суттєвими моментами. Припускаємо, що шкідливі домішки та повітря при вентиляції розподіляються в цеху рівномірно. При складанні математичної моделі цієї задачі потрібно звернути увагу студентів, що процес вентиляції пов'язаний зі зміною концентрації домішок за певний проміжок часу. А саме, концентрація шкідливих домішок у цеху збільшується на величину dy за проміжок часу dt. Загальна кількість домішок Vdy у повітрі цеху складається із домішок ydt, які виділяються при виробництві, та домішок $zPdt$, що потрапили всередину приміщення під час вентиляції. При цьому враховуємо, що в процесі вентиляції із цеху виходить $yPdt$ домішок. У результаті проведених міркувань дістаємо рівняння, яке описує процес вентиляції, а саме:

$$Vdy = ydt + zPdt - yPdt.$$

Таким чином, визначення функції концентрації домішок у цеху зводиться до розв'язання лінійного диференціального рівняння першого порядку. Розв'язавши це рівняння та врахувавши початкову умову $y(0) = y_0$, дістанемо:

$$y = \frac{zP}{P-1} + \left(y_0 - \frac{zP}{P-1} \right) e^{-\frac{P-1}{V}t}.$$

Можна також розглянути наступну задачу практичного змісту, яка є частинним випадком попередньої. *Людина дихає в середньому 18 разів за хвилину, видихаючи кожного разу 2000* $см^3$ *повітря, що містить 4% вуглекислого газу. У залі, об'єм якого 400* $м^3$*, знаходиться 50 учасників конференції. Визначити, який відсоток вуглекислого газу буде в залі через годину, якщо в процесі вентиляції туди подається 40* $м^3$ *свіжого повітря за хвилину.*

Зазначимо, що цю задачу досить легко розв'язати, скориставшись побудованою раніше математичною моделлю. Проте, якщо розглядати її окремо, без прив'язки до попередньої задачі, у студентів при розв'язанні виникають труднощі, пов'язані з вибором математичного апарату.

У процесі вивчення вищої математики розв'язання прикладних задач пов'язано з опануванням конкретних тем, що спрощує складання математичних моделей, для яких використовуються певні математичні поняття. Найбільші труднощі виникають тоді, коли необхідно визначити, який математичний апарат потрібно використати для побудови моделі реального процесу. У зв'язку з цим варто приділяти час на розв'язання прикладних задач після вивчення основних розділів вищої математики. Важливе значення при цьому мають підсумкові заняття, потрібні для узагальнення вивченого матеріалу, які формують цілісний підхід до вивчення

математики, дають можливість глибше зрозуміти суть математичних понять та розширюють можливості їх застосування для розв'язання прикладних задач.

Висновки

Математичне моделювання має велике значення для пізнання навколишнього світу, оскільки дає можливість аналізувати реальні процеси та застосовувати математичні методи для їх дослідження. При побудові моделі важливо правильно вибрати математичний апарат, що вимагає глибокого розуміння суті математичних понять. Застосування диференціальних рівнянь дає можливість розв'язувати різноманітні прикладні задачі, причому важливою складовою їх розв'язання є побудова математичних моделей.

Посилання

1. Дюженкова Л.І. Вища математика. Приклади і задачі / Л.І. Дюженкова, О.Ю. Дюженкова, Г.О. Михалін. – К.: Видавничий центр «Академія», 2003. – 624 с.
2. Ковтун І.І. Вища математика. Побудова математичних моделей фізичних процесів / І.І. Ковтун, Т.А. Скороход. К: Центр інформаційних технологій, 2010. – 60 с.

БІНАРНИЙ УРОК ЯК АДАПТАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ ПРИ ЗАСВОЄННІ ВЕТЕРИНАРНИХ ДИСЦИПЛІН

Докт. пед. наук, проф. Г.В. Єльникова,
аспірантка І.Є. Скороходова
ННІ Українська інженерно-педагогічна академія
Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна
м. Харків, Україна

Робота ветеринарного лікаря вимагає великої відповідальності та професійних навичок, що допомагають не тільки врятувати життя тварини, але й підтримати емоційний стан їх власників.

Останні роки Україна впроваджує зміни в освітньому просторі. Наразі змінюються стандарти освіти - відповідно треба змінювати підходи до них; зменшуються терміни навчання - відповідно треба змінювати форми організації освітнього процесу задля збереження та підвищення якості підготовки випускників закладів фахової передвищої освіти.

Сьогодення диктує певні стандарти сучасних фахівців ветеринарної медицини, які зможуть швидко адаптуватися до новітніх інновацій та економічних умов розвитку країни. Перед закладами освіти стає задача підготувати такого професійно компетентного спеціаліста використовуючи

сучасні методи навчання, які будуть покращувати якість засвоєння спеціальних дисциплін. Викладачі постійно шукають шляхи інтенсифікації процесу викладання навчального матеріалу та отримання зворотного зв'язку, який мотивує всіх здобувачів освіти, підвищити їх інтерес до навчальної діяльності, і водночас забезпечити швидкість запам'ятовування, розуміння, усвідомлення та засвоєння навчального матеріалу. Впровадження адаптаційних інструментів у викладання та засвоєння ветеринарних дисциплін допомагає покращити навчання, зробити його доступнішим та ефективнішим. Впровадження бінарних занять у систему освіти ветеринарної медицини буде сприяти навчанню нового покоління фахівців, які володіють відповідними навичками, для швидкої адаптації та будуть підготовленими до сучасних проблем практичної ветеринарії.

Одним з адаптаційних інструментів при засвоєнні ветеринарних дисциплін є бінарний урок. Бінарний (з латинської «binarius») – подвійний, *що складається з двох частин, або компонентів*. Одним із шляхів реалізації міждисциплінарних зв'язків та інтеграції предметів є бінарний урок. Урок проводять два або більше викладачів співпраця яких перетворюється на творчий процес здобувачів освіти. [1]

Застосування сучасних технологій як форми організації навчання є одним із завдань бінарних уроків. Навчальною діяльністю є поєднання теорії і практики. Бінарні інтегровані уроки сприятимуть формуванню у здобувачів освіти цілісної професійної компетентності. [2] Бінарний урок надає переконаність у взаємозв'язку навчальних дисциплін, у цілісності світу створює умови для практичного застосування знань, є засобом підвищення мотивації, а також розвиває співпрацю викладачів і сприяє згуртуванню педагогічного колективу. [4]

Метою проведення бінарного заняття є:

1. Зробити процес отримання нових знань привабливим і захоплюючим.
2. Підвищити когнітивні і комунікативні навички за допомогою обміну знаннями у співпраці.
3. Надати можливість здобувачам освіти спостерігати результати наполегливої роботи, створюючи сценарії самомотивації, які спонукатимуть їх використовувати свої знання, навички та вміння на практиці. [5]

Типи і форми бінарних занять:

1. урок формування нових знань

Уроки формування нових знань конструюються у таких формах: лекція, семінар, інтерв'ю або прес-конференція, метод перевернутого класу, урок-панорама, урок-кейс, урок-проєкт, інтегрований урок.

Мета уроку формування знань - організація роботи з інтеграції нових понять і наукових фактів з навчальної програми.

2. урок навчання умінням і навичкам

Урок навчання умінням і навичкам передбачає форми: тренінг, ділова чи рольова гра, практичне та лабораторне заняття, виробниче навчання.

Мета даного типу уроку – опанування здобувачами освіти специфічних вмінь та навичок, які є складовою навчальної програми.

3. урок застосування знань на практиці

Основні форми уроків даного типу: груповий пазл, експеримент, практичне та лабораторне заняття, виробниче навчання.

Мета - практичне застосування знань.

4. Урок повторення й впорядкування знань та вдосконалення вмінь.

Мета - впорядкувати вивченний матеріал, активізувати практичне застосування знань і підготувати здобувачів освіти до подальших освітніх викликів.

Форми даного типу уроку: квест, консиліум, конференція, узагальнюючий урок, конкурс кращій за професією, урок рефлексії, інтегрований урок,

5. урок контролю здатності здобувачів освіти використовувати свої знання і вміння

Форми уроку: семінар, урок- портфоліо, захист проєктів та оприлюднення результатів експерименту, аудит, квест з елементами контролю, урок тестування, залік.

Мета уроку – перевірка засвоєного матеріалу для підтримання систематизації знань, щоб сприяти зростанню та розширенню ідей, а також оцінити рівень володіння конкретним предметом або навичками. [3]

Проведення бінарного заняття має свої переваги і труднощі.

Переваги:

Зменшення когнітивного навантаження - нова інформація подається через уже знайомий контекст.

Синхронізація теорії та практики – здобувачі освіти впроваджують здобутті теоретичні знання в практичний досвід.

Розвиток міжпредметного мислення — формуються навички комплексного аналізу. Бінарні уроки дозволяють інтегрувати дисципліни, що допомагає здобувачам освіти бачити зв'язки між ними та їхню значимість вивчення.

Активне навчання: За допомогою бінарних уроків можна впроваджувати інтерактивні методи навчання, такі як дискусії, рольові ігри, що підвищує зацікавленість здобувачів освіти.

Розвиток критичного мислення: Учасники бінарного уроку мають можливість ознайомитися з різними точками зору, що допомагає формувати їхнє критичне мислення та аналітичні навички.

Підвищення інтересу та мотивації - нетиповий формат заняття стимулює активність. Спільне навчання, використання нових технологій та різноманітність форматів підвищують мотивацію здобувачів освіти до навчання.

Попри численні переваги бінарного уроку, його впровадження у ветеринарну освіту супроводжується низкою труднощів. Зокрема, відчувається нестача методичних напрацювань з організації інтегрованих занять, виникають труднощі з координацією викладачів різних дисциплін, спостерігається перевантаження навчального часу. До того ж існує проблема різного рівня підготовки здобувачів освіти у суміжних дисциплінах, що ускладнює проведення єдиного заняття. Крім того, обмеженість матеріально-технічної бази часто не дозволяє реалізувати якісний практичний компонент таких занять. Усе це обумовлює потребу впровадження бінарного формату, адаптованого до особливостей освіти ветеринарних фахівців. Окрім вище перерахованого для створення максимально ефективного уроку необхідно ретельне планування та додатковий час на підготовку. Ці уроки вимагають тісного співробітництва між викладачами різних дисциплін, узгодження навчальних програм і розроблення спільних ресурсів.

Для вдалого проведення бінарних уроків потрібно дотримуватись відповідних методичних рекомендацій:

Адаптація до потреб здобувачів освіти: Врахування рівня підготовки та специфіку групи, адаптація матеріалу до їхніх потреб та інтересів.

Визначення теми та цілей уроку: Чітке формулювання теми бінарного уроку. Визначення знань та навичок, які здобувачі освіти отримають по результату заняття.

Співпраця двох або більше викладачів: Обговорення розподілу ролей та обов'язків викладачів. Зазначення відповідальних за етапи уроку.

Інтерактивність: Використання інтерактивних методів навчання, щоб залучити студентів у процес.

Чітка структура заняття: Структурою бінарного заняття повинна бути логічна взаємозалежність освітнього змісту кожної дисципліни на кожному етапі, що збільшує інформативну місткість засвоюваного матеріалу. Продумування структури уроку (вступ, основна частина, підсумок). Визначення як буде відбуватися перехід між частинами заняття.

Використання різноманітних ресурсів: Застосування різних навчальних матеріалів, такі як відео, презентації, статті та практичні завдання, щоб забезпечити різноманітність інформації.

Технології та візуалізація: Використання цифрових платформ та інноваційних технологій для презентації матеріалу, збору відгуків та спільної роботи.

Оцінювання: Розроблення системи оцінювання для контролю засвоєння матеріалу.

Залучення студентів до самоосвіти: Надання після уроку здобувачам освіти завдання, яке дозволить глибше вивчити тему, підготовлену під час заняття. Зворотній зв'язок: По завершенні уроку надання студентам можливість обговорити, що сподобалося, а що варто покращити. Це допоможе вдосконалити майбутні заняття.

Документація та рефлексія: Після проведення уроку документальне оформлення проведеної роботи та її результату. Використання цього досвіду для рефлексії та вдосконалення подальших занять.

У ветеринарній освіті бінарний урок стає особливо корисним в ролі інструменту адаптації здобувачів освіти до складних навчальних тем, оскільки майбутні фахівці мають володіти комплексною системою знань після вивчення і засвоєння спеціальних дисциплін. Для аналізу ефективності бінарних уроків як адаптаційного інструменту при засвоєнні ветеринарних дисциплін було проведено педагогічне спостереження за проведенням заняттями у рамках дисциплін «Внутрішні незаразні хвороби тварин» та «Фармакологія з основами латинської мови».

Схема бінарного практичного заняття

Внутрішні незаразні хвороби тварин	Фармакологія з основами латинської мови
ТЕМА	
Терапевтична техніка	Виготовлення твердих, м'яких і рідких лікарських форм
МЕТА	
Дидактична	
Набути вмінь та навичок введення лікарських речовин в організм тварини	Навчитися виготовляти рецепти на тверді, м'які і рідкі лікарські форми.
Виховна	
Сприяти формуванню пізнавального інтересу, розвитку технічних умінь в процесі навчання, самостійність. Прищепити професійне ставлення до виконаної роботи.	
Після виконання роботи студент повинен	
Знати: Способи введення лікарських речовин в організм тварини Вміти: Вводити лікарські речовини різних форм ентеральним і парентеральними шляхом.	Знати: методику виготовлення твердих, м'яких і рідких лікарських форм. Вміти: Виготовляти різні лікарські форми.
Орієнтовна структура 1. Організаційна частина (викладачі «Фармакології» та «ВНХ») 2. Повідомлення теми і мети заняття 3. Актуалізація опорних знань (бліц-опитування) 4. Інструктаж з техніки безпеки та вступний інструктаж при виконанні практичної роботи. 5. Формування вмінь і навичок *Зміст основної частини практичного заняття* 6. Виконання практичної роботи, поточний контроль виконання і консультативна робота.(кейс-завдання, робота в парах і групах) 7. Узагальнення та систематизація вмінь і навичок (рефлексія: Що я знаю і вмію.) 8. Підведення підсумків заняття (обговорення помилок і правильних рішень; висновки студентів: що було найскладніше?) 9. Завдання для самостійної роботи	

Після закінчення заняття було проведено опитування серед здобувачів освіти та викладачів для оцінки ефективності такого формату заняття. Опитування показало що більшість здобувачів освіти, а точніше 73%, заначили, що бінарні уроки є більш корисними та результативними, ніж звичайні практичні заняття по окремим дисциплінам. Викладачі зауважили на збільшенні активності здобувачів освіти та покращенні їх здатності засвоювати теоретичний і практичний матеріал, з підвищенням якості навчання на 32%.

Висновок

Застосування бінарних уроків при викладанні ветеринарних дисциплін є адаптаційним інструментом, який підвищує якість освіти та сприяє кращому засвоєнню складних матеріалів, про що свідчать результати опитування викладачів і здобувачів освіти. Такі заняття адаптують до професійної термінології, лабораторного практикуму та предметної логіки ветеринарної медицини. Інтеграція знань дозволяє організувати пізнавальну діяльність і розвивати професійні навички, дає підгрунтя для розвитку інтелектуальних здібностей здобувачів освіти, що сприяє формуванню синергетичного мислення та здатності застосовувати теоретичні знання в практичному житті, в конкретних професійних ситуаціях і науковому контексті. Бінарні уроки посилюють залучення здобувачів освіти до занять і гарантують швидке засвоєння понять, оскільки немає затримки між теорією та практичним застосуванням.

Посилання

1. Бойчук О.Ю. (2019) Інтеграція у навчальному процесі закладу професійної (професійно-технічної) освіти: методичні рекомендації. – Вінниця. – с.47 https://naurok.com.ua/multidisciplinarniy-pidhid-239142.html (Звернення 09.11.2024)
2. Лист № 1/9-437 від 17.08.2016 Щодо методичних рекомендацій про викладання навчальних предметів у загальноосвітніх навчальних закладах https://zakononline.com.ua/documents/show/137443___137443 (Звернення 10.11.2024)
3. Мельник І.В. (2015) Методика проведення бінарних уроків як однієї з форм https://www.slideshare.net/slideshow/ss-44178834/44178834 (Звернення 12.11.2024)
4. Методичні аспекти проведення бінарних уроків https://vseosvita.ua/library/embed/0100bnlv-f881.docx.html (Звернення 15.11.2024)
5. Савченко Б. Бінарні уроки у початковій школі із використанням практичних методів і прийомів навчання інформатики https://vseosvita.ua/c/pedagogy/post/39404 (Звернення 15.11.2024)

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ GOOGLE У ПРОФЕСІЙНО-МЕТОДИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛІВ ІНОЗЕМНИХ МОВ У ПОЧАТКОВИХ КЛАСАХ

Ст. викладач О. А. Зимовець, доц., канд. пед. наук О. Є. Кравець
Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, Україна

Сучасний етап розвитку освіти характеризується інтенсивним впровадженням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), які трансформують підходи до навчання та професійної підготовки педагогів. У контексті реформи «Нова українська школа» особливого значення набуває формування інформаційно-цифрових компетентностей майбутніх учителів, зокрема, вчителів іноземних мов початкової школи. Цифрові інструменти Google завдяки своїй доступності, інтерактивності та широким можливостям стають важливим ресурсом для організації навчального процесу. Дослідження використання цих інструментів у професійно-методичній підготовці вчителів спрямоване на підвищення якості освіти та підготовку педагогів, здатних ефективно працювати в умовах інформаційного суспільства.

Проблема використання ІКТ у педагогічній освіті активно досліджується як українськими, так і зарубіжними науковцями. В Україні значний внесок у вивчення цієї теми зробили Н. Морзе, яка аналізує формування цифрових компетентностей педагогів, В. Биков, який досліджує інформатизацію освіти, та О. Спірін, що вивчає інтеграцію ІКТ у професійну підготовку вчителів. Також варто відзначити праці Л. Шевченко та О. Локшиної, присвячені реформуванню педагогічної освіти в контексті «Нової української школи». Серед зарубіжних дослідників важливими є роботи Дж. Воогта (Нідерланди), який досліджує інтеграцію технологій у вчительську освіту, П. Ертмера (США), що аналізує бар'єри впровадження ІКТ, та М. Кьолера (Австралія), який розробив модель TPACK для оцінки технологічної педагогічної компетентності. Ці дослідження створюють теоретичну основу для аналізу використання цифрових інструментів, зокрема сервісів Google, у підготовці вчителів.

Отже, використання цифрових інструментів у педагогічній освіті є актуальним в умовах глобальної цифровізації та реформування української освіти. Згідно з концепцією «Нова українська школа», інформаційно-цифрова компетентність визначена однією з ключових для учнів, що вимагає від учителів відповідних навичок. Дослідження показують, що інтеграція ІКТ, зокрема, цифрових сервісів Google сприяє підвищенню ефективності навчання, інтерактивності та індивідуалізації освітнього процесу. Водночас, недостатній рівень підготовки майбутніх учителів до використання таких інструментів залишається викликом, що потребує системного підходу до їх впровадження у вищу освіту. Актуальність проблеми підтверджується також

міжнародними тенденціями, де цифрові технології стають невід'ємною частиною педагогічної практики.

Метою статті є обґрунтування доцільності використання цифрових інструментів Google у професійно-методичній підготовці вчителів іноземних мов початкових класів, а також розробка практичних рекомендацій щодо їх інтеграції у навчальний процес вищих навчальних закладів. Стаття спрямована на аналіз можливостей цифрових сервісів Google для створення інтерактивного освітнього середовища, підвищення мотивації студентів та формування їхньої інформаційно-цифрової компетентності, необхідної для реалізації сучасних підходів до навчання іноземних мов у початковій школі.

Інформаційне суспільство, в процесі становлення якого ми наразі перебуваємо, суттєво змінило стиль праці сучасного педагога, надав йому додаткові можливості у застосуванні новітніх засобів навчання, пошуку необхідної інформації, створення навчально-методичних матеріалів тощо. Інформаційне суспільство надає сучасному вчителю та викладачу ЗВО справжній арсенал новітніх засобів, які можуть допомогти йому у плануванні та організації навчально-виховного процесу. Одним із таких новітніх засобів є цифрові інструменти Google. Їх перевагою є зручність і простота у використанні, відсутність необхідності завантажувати програмне забезпечення на комп'ютер (обов'язковою вимогою застосування є тільки наявність браузера та Інтернет-підключення), інтерактивність, взаємозв'язок між різними застосунками та безкоштовність більшості сервісів. Саме тому вважаємо, що оволодіння вміннями використовувати цифрові сервіси Google є необхідним як для майбутнього вчителя, так і для викладача вищої школи.

Зазначимо, що є багато сервісів та послуг Google, які застосовуються у різних сферах повсякденного життя, включаючи бізнес, освіту, дозвілля тощо [1]. Спираючись на наші попередні дослідження [2] та враховуючі практичний досвід використання вищезазначених засобів в освітній діяльності, виділимо наступні цифрові інструменти Google, які, на наш погляд, найбільш доцільно застосовувати в процесі професійно-методичної підготовки учителя іноземної мови в початкових класах: Gmail, YouTube, Classroom, Docs, Slides, Sheets, Forms, Sites, Drive, Keep, Groups, Blogger, Maps, YouTube, Calendar, Tasks, Meet, Gemini.

З одного боку, використання цифрових інструментів Google у процесі викладання освітніх компонент, передбачених навчальним планом ВНЗ, має на меті суто прикладний характер, тобто ці застосунки можуть використовуватись викладачем у процесі презентації навчального матеріалу (Google Slides, Google Docs, Google Sheets, YouTube, Google Meet), виконання інтерактивних завдань студентами під час аудиторних занять (Google Docs, Google Sheets, Google Slides), організації самостійної роботи студентів (Google Calendar, Google Tasks, Google Classroom, Google Keep, Google Groups, Google Drive, Google Sites, Google Gemimi, Gmail, YouTube), здійснення контролю навчальних досягнень студентів (Google Tasks, Google Classroom, Google Forms).

З іншого боку, інформаційно-цифрова компетентність є однією з десяти ключових компетентностей, які мають бути сформовані в учнів згідно з концепцією Нової української школи [3, с. 11]. Тож, для формування цієї компетентності майбутнім учителям необхідно самим володіти вміннями використовувати засоби ІКТ у майбутній професійній діяльності, особливо в умовах дистанційного навчання. Саме тому важливим є залучення студентів до створення електронних дидактичних матеріалів для учнів початкових класів та ознайомлення майбутніх учителів з особливостями організації навчального процесу в початковій школі при вивченні іноземної мови із застосуванням різноманітних засобів ІКТ, в тому числі й цифрових інструментів Google.

Підготовка студентів до використання вищезазначених засобів має здійснюватися в процесі професійно-методичної підготовки в рамках вивчення таких освітніх компонент як «Методика навчання мовно-літературної освітньої галузі (іншомовна освіта)», «Методика навчання іноземної мови в початкових класах», «Інноваційні технології навчання англійської мови», а також дисциплін, безпосередньо пов'язаних з використанням ІКТ, як-от «Теорія і практика навчання іноземної мови з використанням інформаційно-комунікаційних технологій».

Наведемо приклади вправ з використанням цифрових інструментів Google для студентів спеціальності 013 «Початкова освіта» ННІ педагогіки Житомирського державного університету ім. Івана Франка у системі професійно-методичної підготовки.

Вправа № 1.

Освітня компонента: Методика навчання іноземної мови в початкових класах.

Інструмент Google: Google Forms (Форми).

Завдання: Дайте відповіді на запитання тесту (Рисунок 1).

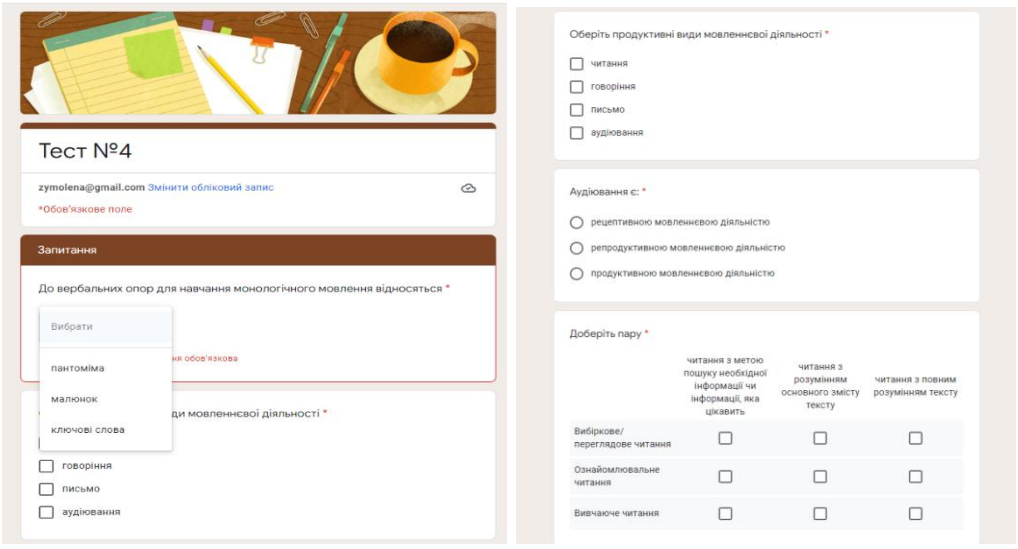


Рисунок 1 – Скріншот тесту з методики навчання іноземної мови в початкових класах, створеного у програмі Google Forms

Хід виконання: Студенти виконують завдання під час практичного заняття чи в процесі самостійної роботи та надсилають заповнену форму. Викладач та студенти мають можливість отримати результат тестування.

Спосіб контролю: автоматизований контроль, самоконтроль, контроль з боку викладача.

Вправа № 2.

Освітня компонента: Методика навчання мовно-літературної освітньої галузі (іншомовна освіта).

Інструменти Google: Google Keep (Нотатки), Google Docs (Документи).

Завдання: Опрацюйте матеріали з теми «Навчання аудіювання», зазначених у Google нотатках (Рисунок 2). Дайте відповіді на запитання [4, с. 78] (Рисунок 3), представлені у файлі Google Docs.

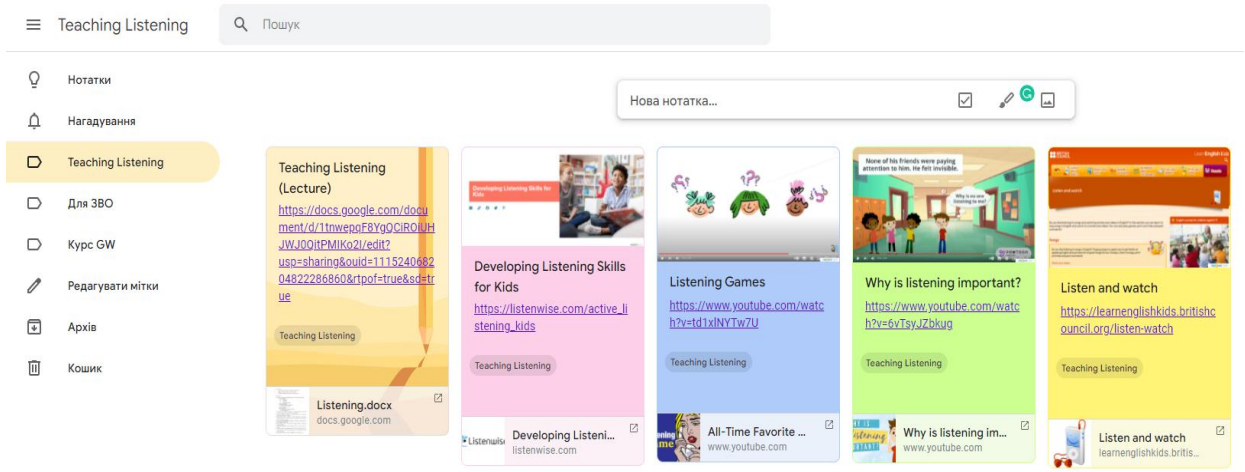


Рисунок 2 – Скріншот нотатків з методики навчання мовно-літературної освітньої галузі (іншомовна освіта), створених у програмі Google Keep

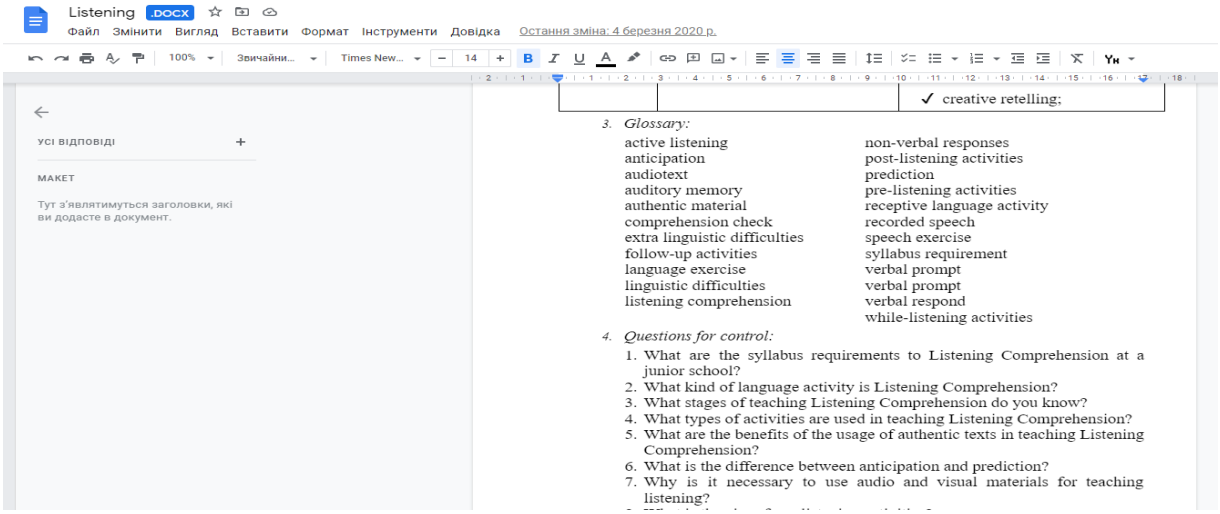


Рисунок 3 – Скріншот питань для самоконтролю з методики навчання мовно-літературної освітньої галузі (іншомовна освіта), створених у програмі Google Docs

Хід виконання: Студенти опрацьовують теоретичний матеріал за посиланнями у Google нотатках та дають письмові відповіді на запитання у файлі Google Docs.

Спосіб контролю: самоконтроль, взаємоконтроль, контроль з боку викладача.

Вправа № 3.

Освітня компонента: Інноваційні технології навчання англійської мови.

Інструмент Google: Google Gemini (чатбот зі штучним інтелектом).

Завдання: Розробіть фрагмент інтегрованого уроку англійської мови з образотворчим мистецтвом для учнів початкової школи, використовуючи чатбот зі штучним інтелектом Google Gemini. Створіть дидактичні матеріали до уроку (картинки, завдання, тести, тексти тощо).

Хід виконання: Студенти задають запит програмі Google Gemini допомогти у розробці фрагменту уроку з англійської мови та створити відповідні дидактичні матеріали до уроку. На малюнку 4 представлено запит та відповідь чату Google Gemini щодо розробки інтегрованого уроку з англійської мови для учнів початкових класів на тему “The House of My Dream”, а також розгорнутий план уроку, який включає тему, мету, тривалість заняття, матеріали та хід уроку з потенційними репліками вчителя та учнів.

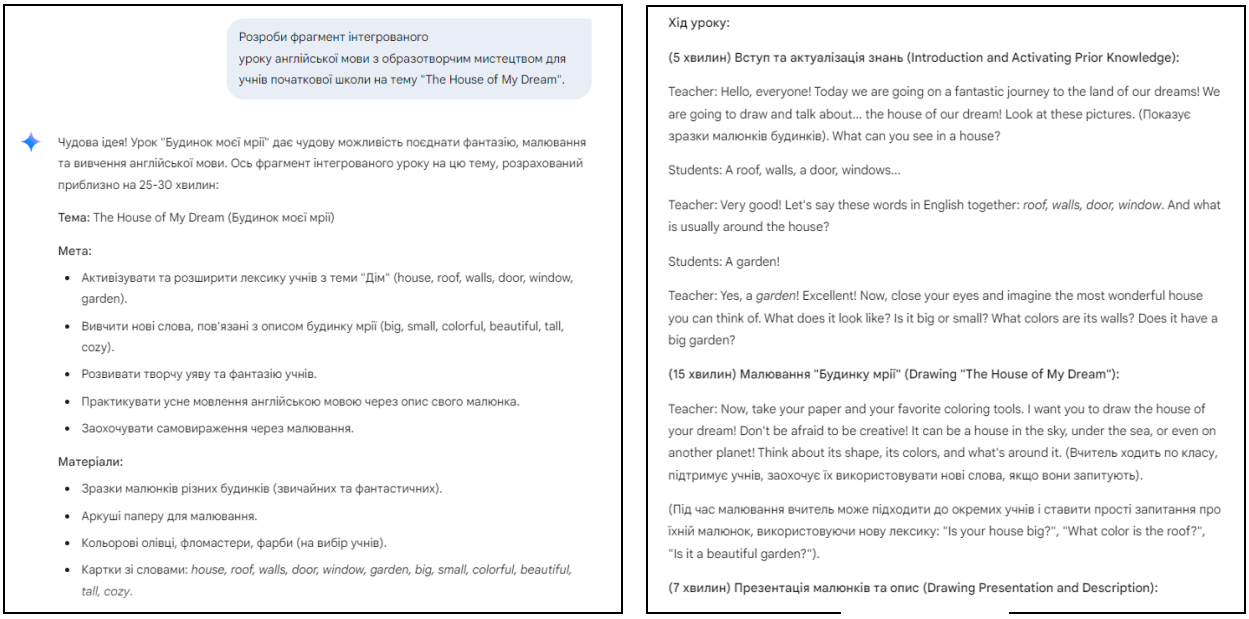


Рисунок 4 – Скріншот фрагменту уроку, створеного чатботом Google Gemini

На малюнку 5 представлено запит та відповідь чату Google Gemini по створенню одного з дидактичних матеріалів до вищезазначеного уроку, а саме картинки уявного будинку, згенерованого штучним інтелектом за описом англійською мовою.

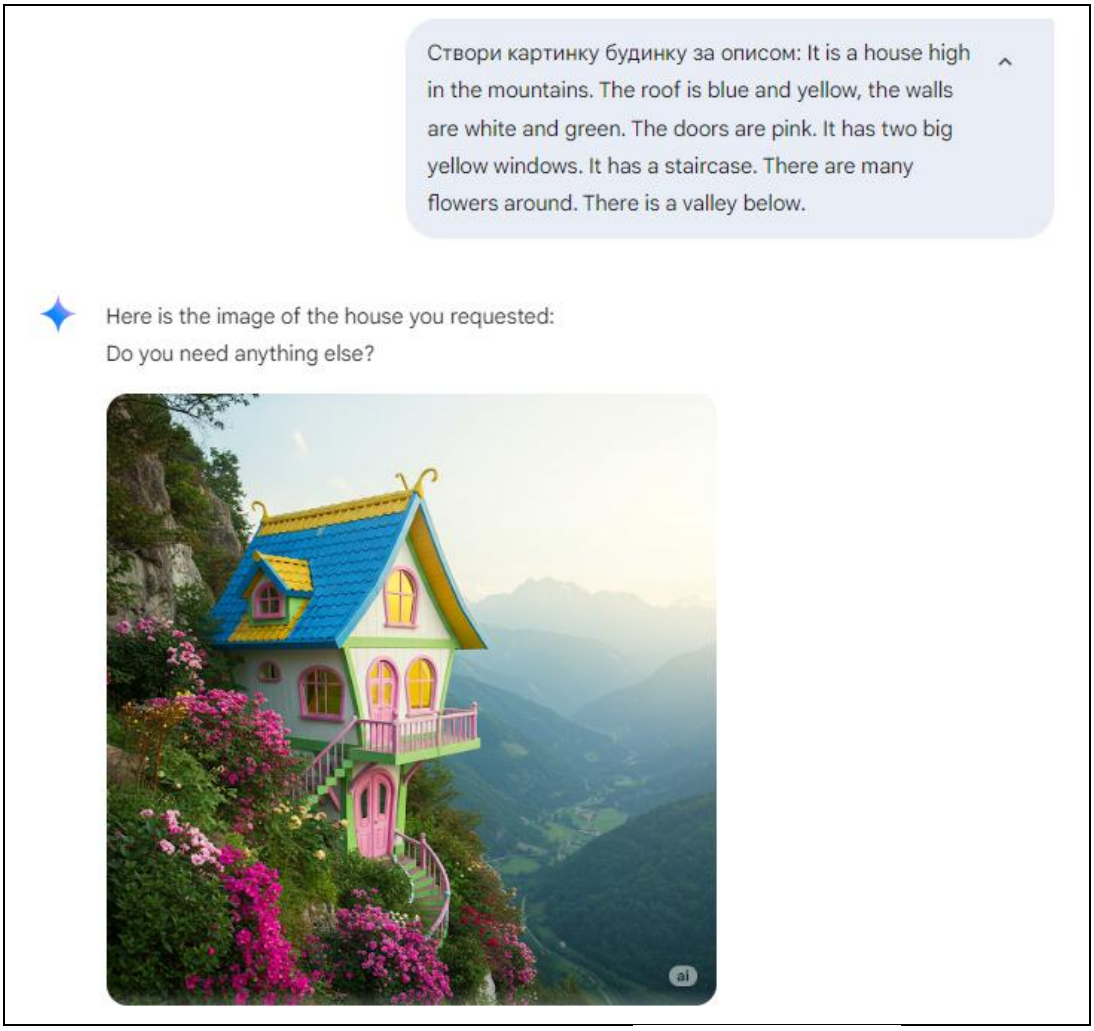


Рисунок 5 – Скріншот малюнку, створеного чатботом зі ШІ Google Gemini

Спосіб контролю: самоконтроль, взаємоконтроль, контроль з боку викладача.

Вправа № 4.

Освітня компонента: Теорія і практика навчання іноземної мови з використанням інформаційно-комунікаційних технологій.

Інструменти Google: Google Sites (Сайти), Google Slides (Презентації), Google Docs (Документи), Google Sheets (Таблиці), Google Drive (Диск), Google Calendar (Календар).

Завдання: Відвідайте головну сторінку сайту дисципліни та ознайомтесь зі структурою електронного портфоліо, яке необхідно презентувати у кінці семестру (Рис. 6). Ознайомтесь з іншими сторінками веб-сайту, присвяченими створенню електронних дидактичних матеріалів з навчання англійської мови для учнів початкової школи за допомогою різних засобів ІКТ. Перегляньте приклади електронних навчальних матеріалів, створених іншими студентами та завантаженими на веб-сайт та Google диск (Рис. 7). Створіть допис у вашому Google календарі стосовно терміну здачі електронного портфоліо.

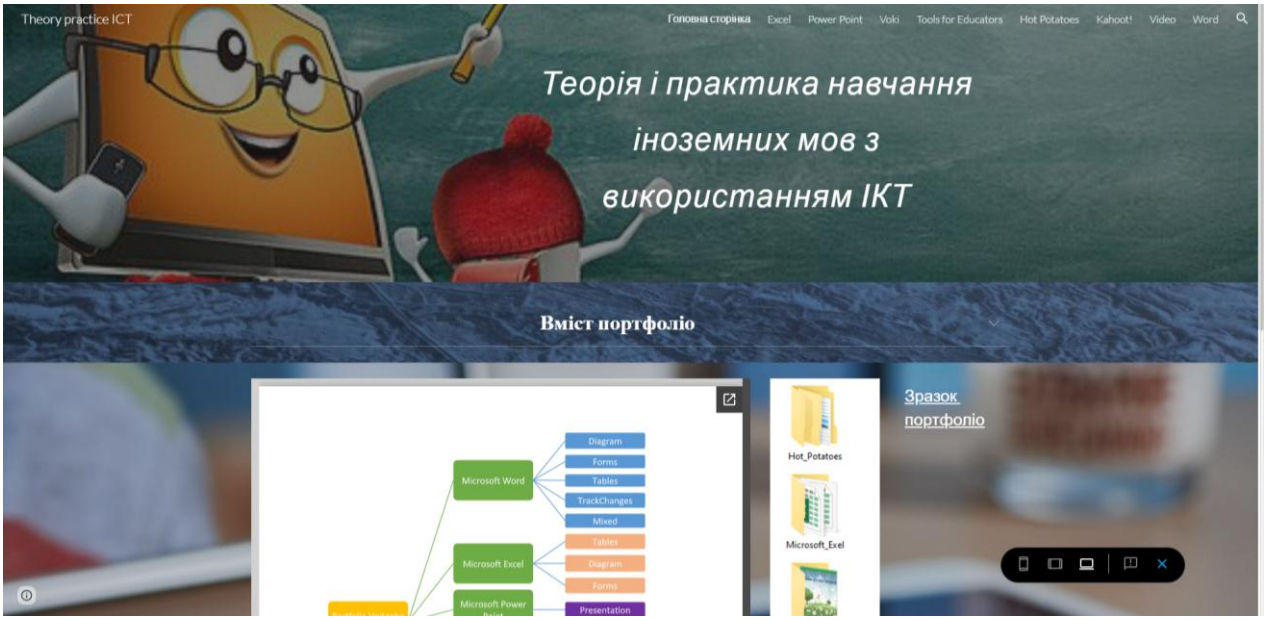


Рисунок 6 – Скріншот головної сторінки навчального веб-сайту, створеного у програмі Google Sites

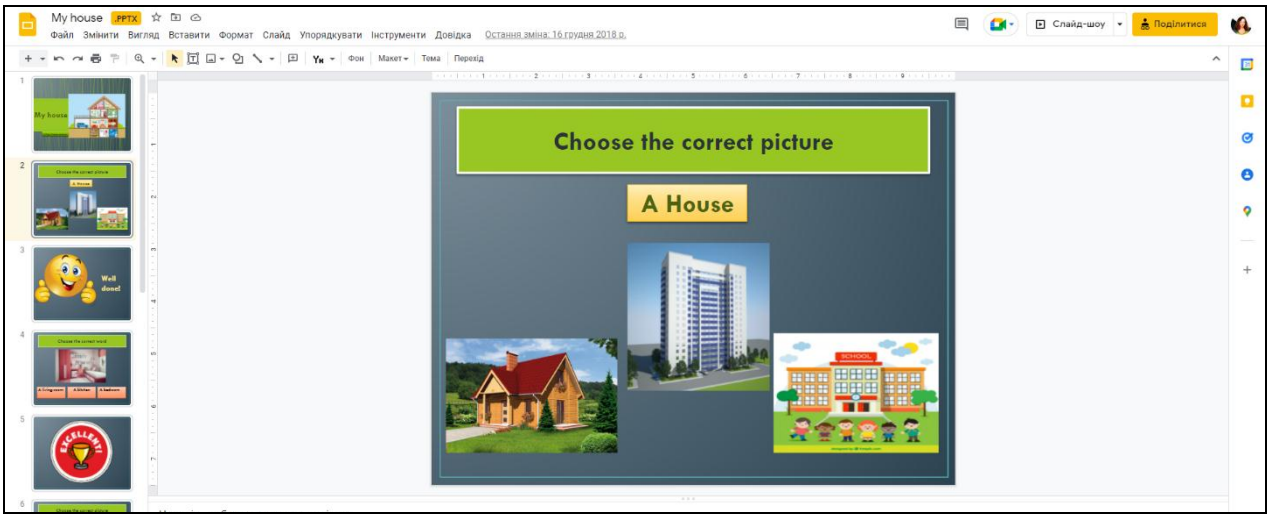


Рисунок 7 – Скріншот презентації, створеної у програмі Google Slides

Хід виконання: Студенти ознайомлюються з навчальним веб-сайтом дисципліни, створеним викладачем. У процесі ознайомлення студенти дізнаються про структуру електронного портфоліо та засоби ІКТ, з якими вони будуть працювати протягом семестру, а також переглядають матеріали, зроблені студентами попередніх років. У процесі перегляду матеріалів студенти застосовують такі додатки Google як Sites, Slides, Docs, Sheets, Drive. Далі студенти планують свою роботу над електронним портфоліо за допомогою інструменту Google Calendar.

Спосіб контролю: самоконтроль, контроль з боку викладача.

Приклади, наведені вище, демонструють, що цифрові інструменти Google значно розширюють можливості вчителя та викладача ЗВО для вирішення різноманітних завдань освітнього процесу, створюють додаткову мотивацію до навчання у студентів та учнів, сприяють економії часу

викладачів та здобувачів освіти, допомагають систематизувати та структурувати навчальну інформацію.

Висновки

1. Використання цифрових інструментів Google у професійно-методичній підготовці вчителів іноземних мов початкових класів є ефективним і перспективним напрямом, що відповідає сучасним вимогам інформаційного суспільства та реформи «Нова українська школа».
2. Ці інструменти забезпечують інтерактивність, доступність і гнучкість у створенні навчальних матеріалів, організації навчального процесу та оцінюванні знань студентів. Застосування сервісів Google сприяє формуванню інформаційно-цифрової компетентності майбутніх учителів, що є необхідною умовою для їхньої успішної професійної діяльності в умовах цифровізації освіти.
3. Проведений аналіз підтверджує доцільність інтеграції таких інструментів у навчальні програми вищих навчальних закладів, зокрема, в межах дисциплін, пов'язаних із методикою викладання іноземних мов та ІКТ. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку детальних методичних рекомендацій та апробацію нових цифрових сервісів Google для оптимізації підготовки педагогів.

Посилання

1. Google Products [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://about.google/intl/ua/products/
2. Zymovets O. Using Google Applications in the Process of Prospective Foreign Language Teachers' Professional Training / O. Zymovets // Modern Communicative Methods of Teaching English : All Ukrainian Scientific and Methodological Conference, October 28, 2016. – Zhytomyr, 2016. – P. 39-43.
3. Нова українська школа [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf
4. Професіно-методична підготовка студентів-філологів у вищому навчальному закладі: монографія/ Н. В. Зінукова, Л. В. Калініна, І. В. Самойлюкевич, Н. Р. Петранговська, О. Р. Світлична, І. І. Березенська, Н. П. Сіваєва, О. С. Гуманкова, Л. В. Барало, О. А. Зимовець, С. Б. Моркотун, Ю. М. Жиляєва, А. М. Мормуль, І. Ф. Литньова, Є. М. Карпенко. – Д., Вид-во ДУЕП, 2009. – 494 с.

ДОСЛІДНИЦЬКО-ТВОРЧИЙ ПІДХІД ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ У ФОРМУВАННІ ПРОФЕСІЙНИХ ЯКОСТЕЙ ЗДОБУВАЧА ОСВІТИ В УМОВАХ ОСВІТНЬОГО ПАРТНЕРСТВА

Аспірант А. Л. Зінченко
Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг
Докт. філософії (пед.), доц. С.М. Зінченко
Кафедра теорії, технології та автоматизації металургійних процесів
(Нікопольський ф-т ННІ ДМетІ УДУНТ)
Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)
м. Дніпро, Україна

Сучасний етап науково-технічного розвитку суспільства висуває нові, набагато вищі вимоги до творчого потенціалу фахівців, що передбачає володіння новими науковими методами, вміннями орієнтуватися в потоці наукової інформації, знаходити найраціональніші конструкторські, технологічні й організаційні рішення. Нині сучасні вимоги до випускників фахової передвищої та вищої освіти відбувається через інтелектуалізацію професійної підготовки їх до організації освітнього партнерства. Виробничі питання, які постають перед випускниками на сучасному виробництві, часто є нестандартними, непередбаченими інструкціями, але потребують швидкого вирішення, нешаблонного підходу. Тому й виникає нагальна потреба у створенні творчого середовища у процесі навчання фундаментальних дисциплін (фізика, математика та інші) з метою розвитку творчої особистості здобувача освіти. Повноцінне навчання фізики та математики, у сучасному розумінні, має за мету не лише отримання здобувачами освіти якісних знань, але й озброєння їх умінням застосовувати ці знання нестандартно, творчо, постійно поповнювати систему знань; знаходити оригінальні способи, прийоми, методи розв’язання виробничих завдань.

Одними із пріоритетних напрямків державної політики щодо розвитку фахової передвищої та вищої освіти, як визначено в законах «Про вищу освіту», «Про фахову передвищу освіту», розпорядженні Кабінету міністрів України від 2022 р. «Про схвалення Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки» є :

- забезпечення органічного поєднання в освітньому процесі теоретичного та практичного навчання, дослідницької та інноваційної діяльності;
- створення необхідних умов для реалізації учасниками освітнього процесу їхніх здібностей і талантів;
- підготовка конкурентоспроможного випускника, здатного до творчої праці, продуктивної професійної діяльності;
- впровадження нових технологій, розв’язування нестандартних виробничих задач. [4,5].

Задача сучасної освіти полягає у формуванні творчого активного потенціалу у здобувачів освіти в рамках освітнього партнерства, яке дозволяє підняти якість та ефективність змісту освітніх технологій професійно-практичної підготовки здобувачів освіти, забезпечити сучасний рівень підготовки випускників металургійних спеціальностей, максимально задовольнити потребу базових підприємств у висококваліфікованих кадрів під час повномасштабної війни з російським агресором.

Згодні з думкою вчених Важинського С. Е., Щербак Т. І., що «сучасний здобувач освіти повинен мати не тільки глибоку професійну підготовку, а й певний обсяг знань у галузі наукових досліджень, що передбачає засвоєння методологічних засад наукової праці, уміння збирати і опрацьовувати інформацію, розробляти програми наукових досліджень, аналізувати одержані результати та оформляти їх у вигляді наукового звіту» [1].

Творчість здобувача освіти передбачає наявність у нього здібностей, професійних знань і умінь, які сприяють його професійній діяльності, що вирізняються унікальністю та оригінальністю. Здобувач освіти, який вміє користуватися довідниками, інформаційними пошуковими системами, вміє і не боїться вирішувати нестандартні задачі, зможе легко адаптуватися на першому робочому місці, зробити успішну професійну кар’єру. Тому створення позитивної творчої мотивації здобувачів освіти є державно важливим у підготовці конкурентоспроможних випускників відповідно до вимог сучасного ринку, для відбудови підприємств України.

Одним із можливих шляхів реалізації розвитку творчих здібностей у процесі фундаментальної професійної підготовки майбутніх бакалаврів і фахових молодших бакалаврів є групова дослідницько-творча робота здобувачів освіти першого курсу щодо виконання та захисту колективних творчих проєктів на заняттях з фізики. Весь курс поділяється на мікрогрупи (5 – 7 осіб). Метою проведення підготовки та захисту дослідницько-творчих проєктів є розв’язування комплексної задачі, а саме: практичне засвоєння студентами науково-теоретичних положень з розділів фізики та складання тематичної презентації, підбір комплексу прикладних, якісних задач та їх розв’язків, історичний екскурс та цікаві факти, проведення контрольного тестування, перелік використаних джерел з даної теми та інше. Після вивчення кожного розділу з фізики надається членам відповідної групи, для відкритого захисту дослідницько-творчого проєкту (15-20 хв). Рецензенти – здобувачі освіти з цього курсу аналізують якість, актуальність, науковість, оригінальність виконання роботи, аргументують оцінки за роботу. Підсумовуючи, викладач аналізує підготовку та захист дослідницько-творчого проєкту, виступи та оцінки рецензентів. Пропонує шляхи перенесення деяких питань «вузької фізики», які використовуються на підприємстві, для поглибленого вивчення, з урахуванням індивідуальних особливостей здобувачів освіти, спрямованості їх інтересів, оптимального розвитку інтелектуального та творчого мислення, аргументує підсумкові оцінки.

Рисунок 1 – Колективні творчі проєкти з фізики здобувачів освіти першого курсу за спеціальністю 136 «Металургія»

Рисунок 2 – Колективні творчі проєкти з фізики здобувачів освіти першого курсу за спеціальністю 136 «Металургія»

Висновки. Проблема якісної професійної підготовки здобувачів освіти до організації освітнього партнерства диктує необхідність впровадження інноваційних підходів у систему фахової передвищої та вищої освіти, тому є необхідним створення творчого середовища у навчально-виробничому процесі при вивченні фундаментальних дисциплін.

Посилання

1. Важинський С.Е., Щербак Т І. Методика та організація наукових досліджень : Навчальний посібник. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. 260 с.
2. Волкова Н.П. Засоби стимулювання та мотивації творчої діяльності студентів. *Вісник Університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія».* 2017. № 1. С.161-169
3. Михайличенко В.Є., Полянська В.В. Роль мотивації навчально-пізнавальної діяльності у формуванні професійної спрямованості студентів . Педагогіка *формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах: Збірник наукових праць.* Запоріжжя, 2011. №17. С. 322-328
4. Про Вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII: станом на 09 квіт. 2024 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2745-19#Text (дата звернення: 21.05.2025)
5. Про фахову передвищу освіту : Закон України від 06.06.2019 р. № 2745-VIII : станом на 17 лист. 2024 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2745-19#Text (дата звернення: 21.05.2025).

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПІДГОТОВЦІ ТА ПРОВЕДЕННІ ЗАНЯТЬ З ІНОЗЕМНОЇ МОВИ ЗА ПРОФЕСІЙНИМ СПРЯМУВАННЯМ

Доц., канд. філол. наук Т. В. Кирпита,
ст. викладач Т. А. Давидова, ст. викладач С. І. Левицька
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна

Вступ

У сучасній цифровізованій реальності освітній процес неминуче трансформується і основується на новітніх технологіях. Штучний інтелект (ШІ) стає важливим інструментом у сфері освіти, особливо у викладанні іноземних мов. Специфіка предмета "Іноземна мова за професійним спрямуванням" вимагає не лише опанування загальної лексики й граматики, а й навчання засобів фахової комунікації. Це створює подвійний виклик для

викладачів і студентів, адже треба забезпечити і якісне засвоєння мови, і професійних компетенцій.

Зростання інтересу до використання ШІ в освіті підтверджується різким збільшенням кількості наукових публікацій у цій сфері. Згідно з дослідженням, наведеним на рис. 2, лише у 2023 році було опубліковано 32 академічні праці, присвячені використанню штучного інтелекту в ELT (викладанні англійської мови як іноземної), що майже дорівнює сумарному показнику за попередні дев'ять років (2014–2022). Така динаміка свідчить про стрімке зростання зацікавленості до технологій ШІ серед освітян, науковців та практиків, зокрема у зв'язку з поширенням генеративного ШІ, як-от GPT-4 та Gemini.

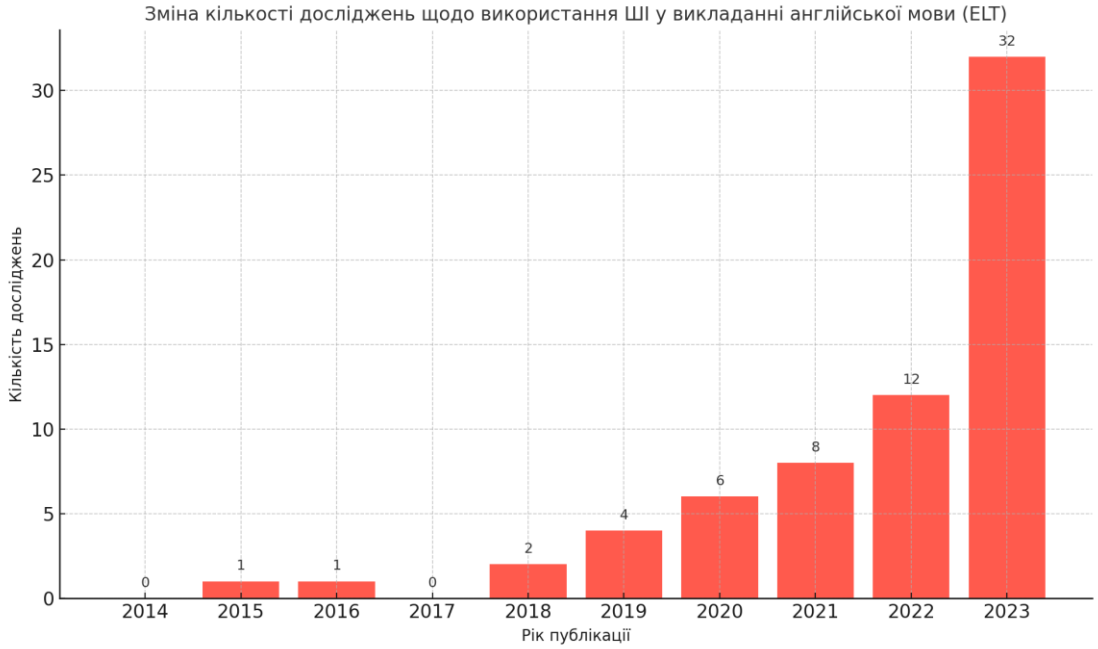


Рисунок 1. Динаміка змін кількості досліджень щодо використання ШІ у сфері ELT (за даними 2014–2023 рр.)

Мета статті – проаналізувати можливості та перспективи застосування штучного інтелекту у підготовці та проведенні занять з англійської мови за професійним спрямуванням, визначити потенційні переваги та ризики.

Огляд літератури

Останні роки відзначаються зростаючим інтересом до використання штучного інтелекту (ШІ) у професійному навчанні іноземних мов у закладах вищої освіти. Аналіз п'яти актуальних досліджень (Співаковська і Бибик, 2025; Bondar et al., 2024; Жукевич і Спірічева, 2024; Осарчук, 2024; Мельник, 2023) свідчить про позитивний вплив цифрових інструментів на навчальні результати студентів, зокрема у контексті інтерактивного навчання, розвитку комунікативної компетентності, а також зниження навантаження на викладачів.

Зокрема, у трьох із п'яти досліджень використання ChatGPT продемонструвало покращення словникового запасу, навичок формулювання

запитань, зростання мотивації до навчання та підвищення результатів тестування (Співаковська і Бибик, 2025; Осарчук, 2024; Мельник, 2023). У дослідженні Мельник (2023) акцент зроблено на підготовці майбутніх викладачів англійської мови, де ChatGPT сприяв розвитку автономії, креативності та міжособистісної взаємодії.

Інші дослідники (Bondar et al., 2024; Жукевич і Спірічева, 2024) вивчали ефективність таких платформ, як MagicSchool.ai, Twee, інструменти розпізнавання мовлення, перекладачі та інтерактивні системи. Ці засоби виявилися корисними для покращення вимови, навичок говоріння та аудіювання, а також для залучення студентів до навчального процесу. Особливо важливою вважається роль адаптивних систем та автоматизованого оцінювання, які, за даними Осарчук (2024), сприяють індивідуалізації навчального шляху, забезпеченню об'єктивності оцінювання та зменшенню викладацького навантаження.

Разом із тим, дослідники звертають увагу на низку обмежень, пов'язаних із впровадженням ШІ в освітнє середовище. У чотирьох із п'яти робіт згадуються проблеми з точністю відповідей, можливими помилками, упередженістю алгоритмів та етичними аспектами використання ШІ (Жукевич і Спірічева, 2024; Співаковська і Бибик, 2025; Bondar et al., 2024; Осарчук, 2024). Зокрема, підкреслюється необхідність критичної оцінки ШІ-висновків і збереження балансу між технологіями та людською експертизою.

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить про зростаючу увагу до потенціалу ШІ у сфері викладання іноземних мов. З одного боку, дослідження підтверджують численні переваги впровадження таких технологій, з іншого — окреслюють низку ризиків, які потребують подальшого вивчення та регулювання.

На особливу увагу заслуговують дослідження впливу ШІ на розвиток мовленнєвих навичок. Наприклад, у роботі K. Kruk (2023) доведено, що застосування голосових асистентів та інструментів автоматичного зворотного зв'язку сприяє покращенню вимови, інтонації та загального рівня володіння мовою. Схожі висновки робить D. Xu (2022), який наголошує на ефективності інтерактивних ШІ-платформ у формуванні навичок аудіювання та усного мовлення серед студентів неангломовного середовища.

У контексті викладання професійно-орієнтованої іноземної мови важливими є дослідження, присвячені використанню генеративних мовних моделей для створення навчального контенту. У роботах H. Nguyen та Y. Song (2023) йдеться про те, що GPT-моделі (як-от ChatGPT) можуть бути ефективними у створенні симульованих ситуацій спілкування, адаптованих до конкретної професії, що, у свою чергу, розвиває у студентів не лише мовні, а й професійні компетентності.

Також вивчалося питання впливу ШІ на мотивацію та залучення студентів до навчального процесу. У дослідженні L. Ivanova (2022) наголошується, що використання ігрових елементів та візуальних компонентів у ШІ-інструментах позитивно впливає на мотиваційний фон та

сприяє розвитку автономного навчання. Подібні результати отримали A. Singh та M. Kaur (2023), які відзначають зростання рівня самоорганізації студентів, які мали змогу використовувати ШІ для контролю власного прогресу.

Окремо слід відзначити роботи, що акцентують на проблемах академічної доброчесності та етичних викликах. Зокрема, у публікації R. McKenna (2023) порушується питання надмірного покладання на ШІ у процесі виконання навчальних завдань, що може призвести до втрати критичного мислення та творчого підходу. У цьому ж контексті важливими є рекомендації щодо впровадження цифрової етики та формування інформаційної гігієни серед студентів (S. Petrova, 2024).

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить про зростаючу увагу до потенціалу ШІ у сфері викладання іноземних мов. З одного боку, дослідження підтверджують численні переваги впровадження таких технологій, з іншого — окреслюють низку ризиків, які потребують подальшого вивчення та регулювання.

Додатково, систематичний огляд 104 емпіричних досліджень, проведений Alharbi (2023), класифікує інструменти ШІ для автоматизованої підтримки письма на чотири основні категорії: (1) системи автоматичної оцінки письмових робіт; (2) інструменти корекції письмових помилок із зворотним зв’язком; (3) машинні перекладачі з елементами ШІ; (4) генератори тексту на базі GPT-3. Дослідження також узагальнює погляди викладачів та науковців щодо переваг та обмежень цих інструментів, а також пропонує рекомендації для оптимальної інтеграції в сучасні освітні практики: розробляти чіткі інструкції для студентів, поєднувати автоматизовану та викладацьку оцінку, а також забезпечувати навчання цифровій та інформаційній грамотності.

Методологія

Для досягнення мети було проведено якісний аналіз десяти наукових публікацій, присвячених використанню ШІ в навчанні іноземних мов у вищій освіті. Критеріями відбору джерел стали: актуальність (2023–2025 рр.), наявність емпіричних даних, фокус на професійно-орієнтованому навчанні та опис конкретних інструментів ШІ. Аналіз проводився за такими параметрами:

1. Цілі впровадження ШІ;
2. Інструменти, що використовувалися;
3. Результати навчання;
4. Виявлені переваги та недоліки.

Додатково було здійснено порівняльний аналіз досвіду викладання в рамках магістерської програми з перекладу, де використовувалися такі інструменти, як ChatGPT, Grammarly, MagicSchool.ai та засоби розпізнавання мовлення (Speech Recognition Tools).

Результати

Аналіз відібраних джерел, а також практичний досвід використання інструментів штучного інтелекту (ШІ) у професійному навчанні іноземних

мов у закладах вищої освіти дозволив виокремити низку закономірностей, позитивних тенденцій, а також визначити труднощі та суперечності, що виникають у процесі впровадження таких технологій. У цьому розділі результати представлені за ключовими напрямами дослідження: вплив на навчальні досягнення студентів, розвиток професійно-орієнтованих навичок, педагогічна ефективність, а також потенційні ризики й обмеження впровадження ШІ в освітній процес.

1. Покращення навчальних досягнень

У всіх проаналізованих джерелах зафіксовано позитивний вплив використання ШІ на навчальні результати студентів. Зокрема студенти, які працювали із чат-ботами (на прикладі ChatGPT), демонстрували вищі показники в завданнях на письмове продукування текстів порівняно з контрольною групою. Якість текстів покращувалася за такими параметрами, як структурованість, логічність, точність використання термінології та граматична правильність. Студенти, які використовували систему Grammarly на заняттях з ділової англійської мови, упродовж семестру зменшили кількість типових помилок на 35%, а також продемонстрували кращі результати у фінальному тесті з письма.

Застосування систем розпізнавання мовлення (наприклад, Google Speech-to-Text або Microsoft's Dictate) сприяло покращенню вимови, інтонації та темпу мовлення студентів. Участь у симульованих професійних ситуаціях за допомогою інтерактивних ШІ-асистентів дозволила студентам більш ефективно застосовувати вивчений матеріал у практичному контексті (створення презентацій, інтерв'ю, аналіз кейсів).

Інструмент для перевірки вимови зі штучним інтелектом забезпечує швидкий зворотний зв'язок, дозволяючи учням почути різницю між їхньою вимовою та вимовою носія мови. Це допомагає їм виправляти свої помилки та швидше вивчати мову. Дослідження також показують, що додатки зі штучним інтелектом можуть значно покращити різні аспекти вимови, зокрема точність, інтонацію та голосні звуки. Це особливо корисно для тих, хто вивчає англійську мову за професійним спрямуванням (ESP), наприклад, дикторів-початківців, яким потрібно оволодіти чіткою та професійною вимовою (Humardhiana, 2022). Завдяки потужною технологією штучного інтелекту, ті, хто вивчає мову, тепер можуть практикувати розмовну англійську самостійно та отримувати миттєвий зворотній зв'язок. Ці репетитори зі штучним інтелектом використовують глибоке навчання та автоматичне розпізнавання мови, щоб персоналізувати процес навчання, допомагаючи користувачам ефективно покращити свою вимову.

2. Розвиток професійно-орієнтованих навичок

ШІ-інструменти активно використовуються для розвитку так званих soft skills у майбутніх фахівців – критичного мислення, навичок аргументації, вміння працювати з інформацією. Наприклад, генератори сценаріїв, як-от MagicSchool.ai або Curipod, дозволяли створювати автентичні симуляції професійного спілкування для спеціальностей, пов’язаних із перекладом,

менеджментом, економікою тощо. Студенти можуть «тренувати» мовні моделі для ведення ділових перемовин, обговорення технічної документації або підготовки доповідей на фахову тематику.

Нижче наведено основні напрямки та приклади застосування ШІ для удосконалення цих компетенцій:

2.1. Критичне мислення та вирішення проблем

Сценарії симульованих переговорів і дебатів. Застосування чат-ботів на базі моделей GPT дозволяє студентам брати участь у моделюванні професійних дискусій (наприклад, переговори з клієнтом чи презентація проекту). Бот генерує аргументи та контраргументи, що стимулює аналіз власних позицій та пошук оптимальних рішень.

Аналіз кейсів у діалозі з ШІ. Персоналізовані вправи можуть містити реальні або змодельовані кейси, де студент взаємодіє з інтелектуальним асистентом для оцінки ризиків, розробки стратегії та ухвалення рішень.

2.2. Комунікативні та міжкультурні навички

Віртуальні співбесідники. Використання інструментів розпізнавання мовлення та синтезу (Text-to-Speech) створює атмосферу живого спілкування із носієм мови. Це сприяє розвитку навичок адаптації тону, темпу та вимови відповідно до професійного контексту.

Інтерактивні сценарії міжкультурної взаємодії. Генеративні моделі можуть моделювати відповіді представників різних культур, що допомагає студентам відпрацьовувати вміння коректно реагувати на культурні відмінності та вести переговори з міжнародними партнерами.

2.3. Співпраця та командна робота

Онлайн-платформи з підтримкою колективного редагування. Поєднання ШІ-асистентів з інструментами спільної роботи (наприклад, інтеграція GPT у Google Docs або Notion) дозволяє кільком студентам одночасно працювати над документом, отримувати пропозиції щодо поліпшення стилю, структури та аргументації.

Ролі в команді за моделлю ШІ. Викладач може задавати ШІ критерії різних ролей (лідера, аналітика, доповідача) і генерувати для кожної ролі завдання, що тренують комунікацію, організацію та розподіл обов’язків у проектній роботі.

2.4. Адаптивність та управління часом

Персоналізовані навчальні траєкторії. Адаптивні системи ШІ аналізують прогрес студента та пропонують оптимальний порядок завдань, що розвивають навички самоорганізації та планування.

Чат-боти як тайм-менеджери. Інтегровані в платформи для навчання ШІ-агенти можуть нагадувати про дедлайни, допомагати розподіляти час між різними видами діяльності та надавати рекомендації щодо ефективного графіку роботи.

2.5. Креативність та інноваційність

Генерація ідей і мозкові штурми. Інструменти на основі GPT можуть виступати «партнерами» у брейнштормінгу, пропонуючи нетривіальні ідеї для професійних проєктів, рекламних кампаній, технічних рішень.

Візуальні та мультимедійні проєкти. Сервіси генерації зображень та відео (наприклад, DALL·E, Midjourney) уможливлюють студентам експериментувати з дизайном презентацій, створювати інфографіку та анімовані ролики, розвиваючи одночасно технологічну грамотність.

У таких умовах іноземна мова перестає бути ізольованим предметом і перетворюється на інструмент для досягнення професійних цілей. За спостереженнями викладачів, студенти, які системно працювали з адаптованими ШІ-інструментами, краще орієнтувалися у професійній термінології, навчалися адаптувати мовні стратегії відповідно до ситуації спілкування, а також розвивали навички міжкультурної комунікації.

3. Підвищення залученості та мотивації

У більшості випадків інтеграція ШІ позитивно впливала на рівень зацікавленості студентів. Інтерактивні, візуально привабливі інструменти сприяли формуванню позитивного емоційного фону під час навчання. У дослідженні T. Bondarenko (2023) зазначається, що студенти з високим рівнем цифрової компетентності відчували більшу впевненість у роботі з ШІ, сприймали завдання як гру або інтелектуальний виклик, а не рутину. Це сприяло підвищенню частоти самостійної роботи поза межами аудиторії та розвитку автономності в навчанні.

Використання генераторів зображень, відео та презентаційних матеріалів також вплинуло на підвищення креативності студентів. Замість традиційних репродуктивних завдань вони виконували міні-проєкти з використанням ШІ, створювали власні відеоблоги, фахові подкасти, цифрові постери та інтерактивні вправи.

4. Оптимізація викладацької діяльності

Інструменти ШІ також відіграли важливу роль у підвищенні ефективності викладацької праці. Зокрема, автоматизоване створення дидактичних матеріалів (тести, картки, завдання з відкритими відповідями) дозволяло значно зекономити час на підготовку до занять. Також за допомогою ChatGPT або Wordtune викладачі адаптували автентичні тексти під рівень студентів або створювали варіанти вправ на розвиток лексичних навичок.

Важливим фактором стало також використання ШІ для формувального оцінювання. Викладачі повідомляли про успішне застосування таких інструментів, як Perplexity або Feedback Fruits, для швидкого отримання зворотного зв’язку. У деяких випадках було запроваджено гібридні форми оцінювання: автоматична первинна перевірка здійснювалася ШІ, а остаточне оцінювання — викладачем.

Основні напрями оптимізації викладацької діяльності:

4.1. Автоматизація підготовки навчальних матеріалів

Генерація вправ та тестів. Замість ручного створення десятків варіантів завдань викладач може за допомогою ChatGPT чи інших генеративних моделей в кілька кліків отримати адаптовані вправи з лексики, граматики та фахових термінів.

Персоналізовані плани занять. Інструменти на кшталт MagicSchool.ai аналізують профіль групи (рівень, професійна спрямованість, попередні успіхи) і пропонують структуровані сценарії уроків із дієвими активностями.

4.2. Формувальне та підсумкове оцінювання

Автоматизована перевірка письмових робіт. Системи Grammarly, Feedback Fruits та Perplexity забезпечують первинний аналіз есе й звітів, виявляють граматичні, стилістичні помилки та пропонують виправлення.

Оперативний зворотний зв'язок. Платформи автоматичного опитування (наприклад, Forms AI) створюють тести із різними типами запитань, збирають відповіді й генерують аналітику щодо слабких місць студентів.

4.3. Аналітика та моніторинг прогресу

Збір даних про активність. Інструменти LMS із підтримкою ШІ (Moodle AI-плагіни) відстежують час взаємодії студента з матеріалом, кількість спроб виконання вправ, успішність у завданнях.

Прогнозування ризиків відставання. На основі зібраних даних алгоритми можуть сигналізувати про студентів, які перебувають у групі ризику академічного невдачі, що дозволяє вчасно організувати індивідуальну підтримку.

4.4. Підвищення кваліфікації викладачів

Мікронавчання та адаптивні курси. Платформи Coursera AI та LinkedIn Learning використовують ШІ для персоналізації програм професійного розвитку, підбираючи тренінги з педагогічних методик, IT-інструментів та цифрової грамотності.

Колективне обговорення та обмін досвідом. Спеціалізовані спільноти на форумах (наприклад, EdTech Stack Exchange з AI) використовують чат-боти для швидкого пошуку кейсів, шаблонів і методичних рекомендацій.

4.5. Розробка інтерактивних та мультимедійних ресурсів

Генерація відео та подкастів. Інструменти Synthesia та Descript дозволяють створювати освітні відео з аватаром-лектором англійською мовою. Викладач витрачає менше часу на монтаж та запис, фокусуючись на сценарії та контенті.

Анімовані презентації. Плагіни для PowerPoint або Google Slides з елементами ШІ автоматично додають анімацію, інфографіку та адаптують дизайн слайдів.

5. Виклики та обмеження

Попри очевидні переваги, використання ШІ супроводжується низкою труднощів. Однією з головних проблем залишається якість генерації контенту: ШІ може продукувати неточну, спотворену або навіть вигадану інформацію (так звані «галюцинації»). Це потребує ретельної перевірки матеріалів як студентами, так і викладачами.

Другим викликом є ризик зниження аналітичного мислення студентів. Надмірна опора на ШІ у виконанні завдань іноді призводить до поверхневого засвоєння матеріалу, копіювання готових відповідей без критичного осмислення. У зв’язку з цим виникає потреба у формуванні інформаційної гігієни та медіаграмотності.

Також актуальними залишаються питання академічної доброчесності. Деякі студенти використовують ШІ для написання есе або перекладу текстів без належного оформлення джерел. Це ставить перед викладачами завдання перегляду критеріїв оцінювання та впровадження елементів рефлексії (наприклад, самоаналіз використання ШІ).

Нарешті, не всі викладачі мають достатню цифрову компетентність або доступ до якісних інструментів ШІ. Це створює нерівність умов у реалізації інноваційного підходу та вимагає системного підходу до підвищення кваліфікації.

6. Практичні приклади інтеграції ШІ в освітній процес

У межах власної викладацької практики було протестовано кілька форматів використання ШІ:

- ChatGPT застосовувався для створення кейсів з перекладу технічних текстів, моделювання діалогів між фахівцями та редагування письмових робіт студентів.
- Grammarly активно використовувався як інструмент самооцінювання під час підготовки академічних есе.
- Speech Recognition Tools слугували для перевірки вимови та тренування публічних виступів англійською мовою.
- MagicSchool.ai використовувався для створення завдань і презентацій на теми «Професія майбутнього», «Моя спеціальність», «Успішне інтерв’ю». Студенти не лише виконували завдання, а й аналізували якість отриманого контенту.

Зворотний зв'язок від студентів був переважно позитивним. Вони високо оцінили можливість адаптації темпу навчання до власних потреб, інтерактивність завдань та корисність інструментів для майбутньої професійної діяльності.Обговорення

Отримані результати підтверджують потенціал ШІ як ефективного інструменту в професійно орієнтованому навчанні іноземних мов. Особливо перспективними виявилися інтеграція ChatGPT у тренування академічного письма, застосування розпізнавання мовлення у розвитку усної компетенції та використання генераторів вправ для індивідуалізованого підходу до навчання. Водночас важливою умовою успішного впровадження є методично обґрунтоване використання ШІ: завдання мають бути адаптовані до рівня студентів, мати чіткі критерії оцінювання та супроводжуватися рефлексивними елементами.

Проблеми, пов’язані з академічною доброчесністю, зокрема копіювання текстів, потребують розробки етичних рекомендацій і навчання студентів

відповідального використання ШІ. Також важливо проводити підвищення кваліфікації викладачів, аби уникнути технологічного бар'єру.

Висновки

Штучний інтелект відкриває нові можливості для професійного навчання іноземних мов у вищій школі, сприяючи розвитку мови, професійних і цифрових навичок. Водночас ефективне використання таких інструментів потребує чіткої методичної бази, етичної рефлексії та постійного вдосконалення цифрової компетентності викладачів і студентів.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на:

- емпіричне вивчення довгострокового впливу ШІ на академічні результати;
- створення національних рекомендацій щодо етичного використання ШІ в освіті;
- розробку навчальних модулів з цифрової грамотності в освітніх програмах ЗВО.

Посилання

1. Бондар, А. В., Самар, О. М., & Фурманчук, Н. М. (2024). Особливості використання штучного інтелекту як ефективного інструменту викладання іноземних мов. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, (214), 133-137.
2. Осарчук, К. В. (2024). Використання штучного інтелекту у викладанні німецької мови як іноземної: інноваційні підходи. Проблеми сучасних трансформацій. Серія: педагогіка, 4. https://doi.org/10.54929/2786-9199-2024-4-06-01
3. Жукевич, І., & Спірічева, О. (2024). Трансформація вивчення іноземних мов: штучний інтелект як інструмент розвитку мовленнєвих навичок студентів. International Science Journal of Education & Linguistics, 3(3), 45–55. https://doi.org/10.46299/j.isjel.20240303.06
4. Співаковська, Є. О., & Бибик, Т. Г. (2025). Використання штучного інтелекту під час вивчення дисципліни «Країнознавство». Collection of Research Papers Pedagogical Sciences, 108, 75–81. https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2024-108-11
5. Мельник, А. (2023). Використання чат-боту ChatGPT у практичній мовній підготовці майбутніх викладачів англійської мови. Вісник Національного університету "Чернігівський колегіум" імені Т. Г. Шевченка, 177(21), 100–107. https://doi.org/10.58407/visnik.232117
6. Chapelle, C. A., & Sauro, S. (2019). The Handbook of Technology and Second Language Teaching and Learning. Wiley-Blackwell. This handbook includes discussions on the theoretical and practical aspects of using technology, such as AI, in second-language teaching and learning.
7. Fadel, C., Holmes, W. and Bialik, M., (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. The Center for Curriculum Redesign.

8. Alharbi, H. (2023). Artificial Intelligence in the Foreign Language Classroom: A Pedagogical Overview of Automated Writing Assistance Tools. *Education Research International*, 2023, Article ID 4253331. https://doi.org/10.1155/2023
9. Dja'far, V. H., & Hamidah, F. N. (2024). Improving English Pronunciation Skills through AI-Based Speech Recognition Technology. *Ethical Lingua: Journal of Language Teaching and Literature*, *11*(2).
10. Humardhiana, A. (2022). Ai-powered apps to enhance novice newsreaders' english pronunciation. *ELT Echo: The Journal of English Language Teaching in Foreign Language Context*, *7*(2), 223.

ИНТЕЛИГЕНТНИ АГЕНТИ В УЧИЛИЩНАТА АДМИНИСТРАЦИЯ

Доц. д-р Елена Ковачева, доц. д-р инж. Тодорка Георгиева,
гл. ас. д-р Севдалина Георгиева
Технически университет - Варна, България

Директор[1], инж. Вяра Дукова
[1]Професионална гимназия по компютърно моделиране и компютърни системи "Академик Благовест Сендов"
гр. Варна, България

УВОД

Интелигентните агенти представляват софтуерни системи с изкуствен интелект, способни самостоятелно да изпълняват задачи и да взаимодействат с хората. В образователната сфера те намират все по-широко приложение, особено в училищната администрация, където има голям обем информация и дейности като анализ на данни и вземане на управленски решения.

Училищната администрация ежедневно се сблъсква с необходимостта от справки с множество закони, наредби, процедури, правилници за дейността на институции. Поддържането на съответствие с постоянно променящата се нормативна уредба и справянето с различни правни казуси (например дисциплинарни въпроси, жалби на родители, трудовоправни случаи на персонала) е предизвикателна и времеемка задача. В този контекст все повече внимание се отделя на интелигентните агенти – компоненти на изкуствения интелект, способни автономно да извършват задачи и да подпомагат вземането на решения. Европейските стратегически документи поставят особен приоритет върху модернизирането на публичната администрация чрез технологии с изкуствен интелект, което включва и образователния сектор. Настоящият доклад разглежда как интелигентните софтуерни агенти могат да подпомогнат училищната администрация при работа с правната рамка – осигурявайки бърз достъп до нормативна

информация, следене за съответствие с изискванията и съдействие при разрешаване на правни казуси. В тази връзка, изследването цели да установи степента на административна тежест върху учители и административен персонал и да проучи нагласите им към внедряване на интелигентни агенти за нейното намаляване.

Интелигентни агенти: същност и приложение

Понятието "интелигентен агент" днес е в основата на изкуствения интелект, но неговите основи поставя още Алън Тюринг с идеите си за машинна интелигентност в статията "Computing Machinery and Intelligence" (1950). Той предлага поведенчески критерий за интелигентност – днес известен като Тест на Тюринг. [1]. Въпреки че Тюринг не използва термина интелигентен агент, концепцията за система, която възприема средата, обработва информация и реагира по смислен начин, вече присъства в неговото мислене. Джон Маккарти, който въвежда термина изкуствен интелект през 1956 г., разглежда машините като рационални същества, способни да вземат решения и да решават проблеми – поведение, типично за интелигентни агенти [2]. Алън Нюъл и Хърбърт Саймън, чрез създаването на програмата General Problem Solver (1957), правят опит да моделират човешкото мислене като последователност от логически стъпки – символна обработка, която по-късно става централна за дефиницията на агент, който "разсъждава" [3]. През 80-те години Марвин Мински предлага в книгата си The Society of Mind (1986) идея, според която интелигентността не е резултат от едноцентрова система, а от множество по-прости „агенти“, които взаимодействат. [4]. Едва през 90-те години терминът интелигентен агент получава широко разпространение и формално определение благодарение на Стюарт Ръсел и Питър Норвиг. В тяхната класическа книга Artificial Intelligence: A Modern Approach (1995) интелигентен агент се дефинира като: „Система, която възприема средата чрез сензори и действа в нея чрез изпълнители.“ Те също така въвеждат понятието за рационален агент – такъв, който действа така, че да максимизира очаквания си успех, базирайки се на възприятията и знанията си за света [5].

От идеите на Тюринг до съвременните дефиниции, понятието "интелигентен агент" се е трансформирало от философски въпрос в конкретен модел за изграждане на автономни системи, които възприемат, разсъждават и действат в реалния свят. Можем да обобщим, че интелигентният агент е автономна софтуерна система, която: възприема средата чрез сензори или входяща информация; интерпретира и обработва информацията с помощта на методи за изкуствен интелект; предприема самостоятелно действия, насочени към постигане на предварително дефинирани цели; адаптира се и се учи от средата и предходния опит.[6] В контекста на изкуствения интелект често се приема, че един интелигентен агент е способен на *гъвкаво автономно поведение* за постигане на поставените задачи.

Приложението на интелигентни агенти за автоматизация на административни задачи включа подпомагане на вземането на решения,

персонализирани асистенти (чатботове, виртуални помощници) за кратки въпроси или справки, автоматично търсене и обработка на информация, мониторинг и контрол на процеси (например в училищна администрация, правни дейности, финансови услуги). Интелигентен софтуерен агент самостоятелно събира данни, комуникира с различни информационни системи и предлага решения въз основа на заложените задачи. В контекста на образованието интелигентните агенти могат значително да подпомогнат училищната администрация, намалявайки бюрократичното натоварване чрез автоматично обработване на нормативни документи, анализиране на данни и предлагане на решения при административни и правни казуси. Тези системи се наричат „system-facing“ приложения и вече се използват за автоматизиране на процеси по прием на ученици, графици и други административни дейности [7] - бързо и точно изпълняват определени функции, освобождавайки време на човешките служители за по-сложни и творчески задачи.

Предизвикателства пред училищната администрация в правната област

Ръководството на едно училище – директор, заместник-директори, експерти – трябва да осигурява спазването на разнообразни нормативни изисквания. Основният рамков закон е Законът за предучилищното и училищното образование, към който са в сила редица наредби на Министерството на образованието и науката (за оценяване, за приобщаващо образование, за финансиране, за безопасни условия и др.). Освен това училищата трябва да се съобразяват с трудовото законодателство (при управление на персонала), с изисквания за защита на личните данни (на ученици и служители), с разпоредби за здраве и безопасност, както и с актове на общинско ниво. Обемът и сложността на тази нормативна уредба затрудняват своевременното намиране на релевантна информация при възникване на конкретен казус.

Например, при подготовка на заповед за налагане на дисциплинарно наказание на ученик, училищното ръководство трябва да съблюдава не само вътрешния правилник, но и разпоредбите на държавния образователен стандарт за приобщаващо образование и Закона за закрила на детето. Подобна проверка на кръстосващи се изисквания е времеемка и крие риск от пропуски. Друго предизвикателство са честите актуализации на наредбите – всяка година настъпват промени (например в наредбите за учебния план, за формите на обучение, за делегираните бюджети и пр.), с които директорът трябва да е запознат. При пропуск да се въведат новите изисквания, училищният директор може несъзнателно да изпадне в нарушение. Накрая, когато възникне спорен случай – например родител оспорва наказание или учител подава жалба – училищната администрация трябва бързо да се подготви по правната страна на въпроса, често консултирайки се с юристи или търсейки информация за подобни прецеденти.

Всички тези предизвикателства сочат нуждата от интелигентна информационна поддръжка. Една автоматизирана система, която „разбира“

структурата на нормативните актове и може да извлича от тях конкретни отговори, би била изключително полезна в следните посоки:

- **Бързо извличане на правна информация**: Чрез използване на методи за обработка на естествен език, един агент може да бъде „научен“ на съдържанието на релевантните закони и наредби. При запитване на разговорен език (напр. „Какви са изискванията за задължителните детски градини?“), агентът ще търси в текстовете на нормативните актове и ще предоставя точен отговор с цитиране на съответния член. Подобни интелигентни търсещи системи за правна информация все повече навлизат в публичния сектор. Изследвания показват, че многоагентни системи могат ефективно да насочват потребителите към услуги и информация според техните нужди – например прототипи в областта на електронното управление препоръчват на гражданите персонализирани електронни услуги въз основа на профила им [8]. По аналогия, агент в училище би могъл да препоръча кои наредби се отнасят към даден проблем, след анализ на запитването на директора. **Мониторинг на нормативно съответствие:** Съвременни базирани на изкуствен интелект системи за мониторинг на съответствието вече показват ефективност в образователния сектор, като гарантират придържане към установените стандарти и правила [9]. Те използват техники като анализ на текстове и разпознаване на шаблони, за да преглеждат данни на институцията и да идентифицират потенциални проблеми в изпълнението на нормативните изисквания[9]. В контекста на училището, това може да означава автоматична проверка на документи (например дали всички задължителни политики – за защита на детето, за безопасност, за квалификация и т.н. – са актуални и утвърдени от Обществения съвет) и дори проследяване на срокове (като напомняне за годишния доклад за дейността, изискван от закона, или за предстоящи инспекции).
- **Актуализация при промени в законодателството:** Интелигентният агент може да поеме задачата по следене на Държавен вестник и други източници за промени в нормативната база. При публикуване на изменение или нова наредба, системата автоматично уведомява училищната администрация и обобщава какво се променя. Във финансовия сектор вече се използват инструменти с изкуствен интелект за мониторинг на регулаторни изменения, които автоматично филтрират и анализират новите нормативни актове[9].
- **Съветник при вземане на решения:** В сложни случаи, изискващи прилагане на закони, агентите могат да подпомогнат ръководството с решения на базата на правила. Например, ако се обмисля отстраняване на ученик, агентът може да предостави списък с необходимите стъпки и документи според наредбите (предупреждения, протоколи, информиране на родители и т.н.), за да е законово издържано действието. Тази функционалност наподобява експертните системи –

бази от знания с правила „ако-то“, които генерират препоръки. Макар и прости по днешните стандарти, експертните системи в правото са доказали ефективност при стандартни казуси. Съвременните агенти надграждат това чрез възможността да се учат и да анализират прецеденти, правейки съветите си по-прецизни.

Етични и практически предизвикателства

Въпреки значителните предимства, внедряването на интелигентни агенти в правната работа на училищата поражда и редица предизвикателства. На първо място стоят въпросите за надеждността и отговорността. Ако администрацията разчита на препоръка от интелигентен агент, кой носи отговорност при грешка? Машинните алгоритми понякога допускат неточности отразявайки несъвършенствата на данните и правилата, заложени от техните създатели. Анализатори предупреждават, че е опасно да се възприема технологията като непогрешима – в крайна сметка, „машините могат да грешат, защото са създадени от хора [10]. Поради това е необходимо решенията, предложени от агента, да бъдат преглеждани критично от човек (принцип на *човек-в-цикъла*), особено когато става дума за сериозни последствия за ученици или персонал.

Тясно свързани са и въпросите за поверителността и сигурността на данните. Един правен помощник-агент би оперирал с чувствителна информация – лични данни на ученици, дисциплинарни досиета, медицински сведения (при казуси със специални образователни потребности) и др. Това налага стриктно спазване на законодателството за защита на данните (GDPR на европейско ниво, Закон за защита на личните данни и свързаните регулации в България). В международен план се отбелязва, че съществуващите закони не винаги успяват да отговорят на новите рискове, произтичащи от масовото навлизане на изкуствен интелект за мониторинг и наблюдение [9]. Затова всяко подобно приложение трябва да бъде придружено от строги мерки за сигурност: криптиране на базите данни, ограничения за достъп, протоколи при пробив, прозрачност пред засегнатите лица как се използват данните им и др.[11]

Етичните аспекти също не бива да се подценяват. Ако един агент участва в оценка на поведението на ученици (например препоръчва дисциплинарни мерки въз основа на анализ на случаи), трябва да се гарантира, че няма вградено пристрастие, което да ощети определени групи деца. Интелигентните системи трябва да бъдат обучени върху представителни и балансирани данни, а алгоритмите им – подложени на одит за справедливост. В противен случай може неволно да се засилят съществуващи неравенства (например по отношение на уязвими общности). Добра практика е създаването на етичен кодекс за използване на ИИ в образованието и участие на различни заинтересовани страни (учители, родители, ИТ специалисти, юристи) при внедряването на подобни агенти, за да се вземат предвид различни гледни точки.[12]

И не на последно място, повишаването на личната квалификация е фактор – училищната общност трябва да бъде подготвена и обучена да работи с тези нови технологии. Директорите и служителите може да се опасяват, че изкуственият интелект ще ги замести или че няма да разбират как агентът достига до своите препоръки. Затова е важно внедряването да върви с разяснения, обучение и постепенно увеличаване на доверието в системата, когато тя доказва своята полезност.

Проучване за административната тежест и нагласите за използване на интелигентни агенти в училищната администрация:

Проучването използва количествен метод чрез онлайн анкетна карта, специално разработена за нуждите на изследването. Целта е да се оцени административната тежест върху учителите и административния персонал в училищата и да се изследва нагласата им към внедряването на интелигентни агенти (системи с изкуствен интелект) за облекчаване на тези задачи.

Анкетата е разпространена сред учители и административен персонал от 10 училища, участвали в „Лаборатория по изкуствен интелект, технологии и умения в новата реалност“ – част от НП „Иновации в действие“, Модул 4: Училищни лаборатории за иновации проведена ПГКМКС "Акад. Благовест Сендов" гр. Варна. В анкетата са включени представители от различни възрастови групи, като акцентът е върху две основни групи: до 50 години и над 50 години, за да се установят разлики във възприятията и нагласите спрямо технологичните иновации.

Анкетната карта съдържа общо 6 въпроса: 4 със затворен тип, позволяващи количествен анализ на данните и 2 с отворен. Въпросите са структурирани според следните критерии и показатели:

1. Установяване на административната тежест
   - Видове административни задачи, които най-често отнемат време и усилия.
   - Честота и степен на влияние на административните задачи върху времето, прекарано с учениците и подготовката на учебния процес.
   - Влияние на административната тежест върху мотивацията и удовлетвореността от работата.
   - Примери от практиката, когато административните задачи са повлияли отрицателно на преподавателския процес.
2. Нагласа към използване на интелигентни агенти в администрацията
   - Предпочитани мерки и решения за намаляване на административната тежест.
   - Нагласи към внедряването на интелигентни агенти в административните процеси.

Анкетата е разпространена в присъствените сесии на участващите училища в рамките на „Лаборатория по изкуствен интелект, технологии и умения в новата реалност“ периода 7 -10 април 2025 г. Проучването е ограничено до 10 училища, участващи в „Лаборатория по изкуствен интелект, технологии и умения в новата реалност“, което може да ограничи

представителността на резултатите. Също така, данните са самоотчетени и субективни, което може да доведе до потенциални отклонения в преценките.

Резултатите от настоящото проучване показват сериозната административна тежест, изпитвана от учители и административен персонал в образователните институции. Анкетираните изразяват единодушно мнение за необходимостта от намаляване на бюрократичното натоварване – 94% от респондентите отбелязват, че административната тежест пряко влияе негативно върху качеството на преподаването и ефективността на работата им.

Интересен резултат от изследването е нагласата към използването на интелигентни агенти (системи с изкуствен интелект) като инструмент за облекчаване на тази административна тежест. По-конкретно, 95% от анкетираните на възраст до 50 години категорично подкрепят внедряването на интелигентни агенти, смятайки, че тези технологии ще улеснят значително тяхната ежедневна работа и ще им освободят повече време за същинските педагогически дейности. В същото време участниците над 50-годишна възраст показват резерви или липса на достатъчно информация относно възможностите и приложението на тези интелигентни решения, което подчертава необходимостта от допълнително обучение и разяснителни кампании, насочени към по-възрастната група служители.

На базата на получените резултати могат да бъдат формулирани следните **препоръки**:

- Институциите следва активно да работят за намаляване на административните изисквания и оптимизиране на документооборота, чрез въвеждане на по-ефективни дигитални системи.
- Да се разработят и въведат пилотни програми за интегриране на интелигентни агенти в административните процеси, като тези програми да бъдат придружени от обучения, целящи повишаване на дигиталните компетенции на учителите и административния персонал.
- Ръководствата на училищата следва да инициират информационни кампании, целящи да преодолеят бариерите и скептицизма на по-възрастните служители към технологичните решения, като се акцентира върху практически примери и ползите, които интелигентните агенти могат да донесат в ежедневната им работа.

В бъдещи проучвания би било полезно да се използват по-задълбочени качествени методи, като интервюта и фокус групи, за по-пълно разбиране на конкретните нужди и очаквания на учителите и администрацията относно внедряването на технологични решения в образователната среда.

Заключение

Интелигентните агенти притежават значителен потенциал за трансформиране на административните процеси в образователните институции, намалявайки бюрократичното натоварване и повишавайки ефективността на училищната администрация. Настоящото изследване

подчертава ясната потребност от намаляване на административната тежест, както и се виждат позитивните нагласи към използването на интелигентни агенти, особено сред по-младите служители (до 50 години). От друга страна, изследването посочва нуждата от допълнителна информационна и обучителна подкрепа за по-възрастните служители, които все още проявяват резерви или не са достатъчно информирани за тези технологии.

За успешното внедряване на интелигентни агенти се препоръчва разработване на пилотни програми, придружени от обучения за повишаване на дигиталните компетенции, както и провеждане на информационни кампании за запознаване с ползите от технологичните решения. Бъдещи изследвания следва да включват качествени методи, като интервюта и фокус групи, за по-задълбочено разбиране на очакванията и конкретните нужди на образователната общност.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. Mind, 59(236), 433–460.

[2] McCarthy, J., Minsky, M., Rochester, N., & Shannon, C. (1955). A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence.

[3] Newell, A., & Simon, H. A. (1972). Human Problem Solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

[4] Minsky, M. (1986). The Society of Mind. New York: Simon & Schuster.

[5] Russell, S., & Norvig, P. (1995). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall.

[6] Wooldridge, M., & Jennings, N. R. (1995). Intelligent agents: Theory and practice. The Knowledge Engineering Review, 10(2), 115–152.

[7]Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (ред.) (2021). AI and education: Guidance for policymakers. ЮНЕСКО.

[8] De Meo, P., Quattrone, G., Terracina, G., & Ursino, D. (2007). Utilization of intelligent agents for supporting citizens in their access to e-government services. Web Intelligence and Agent Systems, 5(3), 273–290.

[9] Sposato, M. (2025). Artificial intelligence in educational leadership: a comprehensive taxonomy and future directions. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 22(20).

[10] Balakrishnan, A. (2024). Leveraging Artificial Intelligence for Enhancing Regulatory Compliance in the Financial Sector. International Journal of Computer Trends and Technology.

[11] Цанов, И. (2022). Изкуственият интелект в контекста на управлението и сигурността. София: Изд. „Св. Климент Охридски“.

[12] Mita, M. (2023). AI Proctoring: Academic Integrity vs. Student Rights. Hastings Law Journal, 74(5), 1513–1548.

INTEGRATING INTERNATIONAL ANTI-CORRUPTION STANDARDS INTO HIGHER EDUCATION PRACTICE: AN ANALYSIS OF THE OPPORTUNITIES OF ISO 37001:2025

Prof., Dr. Sc. Leonid Kolomiiets
State University of Intellectual Technologies and Communication
Odesa, Ukraine

Corruption as an anti-social factor creates significant difficulties in the formation and development of the rule of law and civil society, as it contributes to the destruction of the most important constitutional values guaranteed by the state.

The results of research conducted through surveys, various types of monitoring, and analysis of statistical data have recognized that the sphere of education is “extremely corrupt”. The authors [1] note that corruption has a detrimental effect on the upbringing of the younger generation, causes the depreciation of social ideals, and a decrease in the quality of education and science. Therefore, overcoming corruption in the educational sphere is an extremely urgent problem, the solution of which should be facilitated by active anti-corruption activities, appropriate legislative support, decisive actions by government agencies, state leadership, and participants in the educational process.

Usually in publications, the corruption component in the sphere of higher education is considered at the level of universities. However, corruption risks are also characteristic of central executive bodies, which must ensure the formation and implementation of state policy in the spheres of education and science. These bodies are: the Ministry of Education and Science of Ukraine, the State Education Quality Service of Ukraine and the National Agency for Quality Assurance of Higher Education.

In universities, it has become possible to single out a list of the main actors who are factors of the mentioned problem. These are heads of universities, scientific and pedagogical workers, applicants for higher education and their parents. Between them, relations arise that contradict moral norms, job descriptions and norms of current legislation, namely extortion, gifts, bribery, favoritism, "blat" and, in fact, corrupt actions at different levels of functioning of the higher education system [2].

Research conducted by the Department of Prevention and Detection of Corruption of the National Agency for the Prevention of Corruption [3] allowed classifying corruption risks in the activities of universities as those related to: conducting the educational process; performing scientific work; administration and interaction with partners (stakeholders). The authors include the following corruption risks related to the educational process at universities: abuses during entrance exams; mediation in the recruitment of foreign applicants and their subsequent admission; during the compilation of academic grades; related to writing and preparing for the defense of qualification papers; official position in the form of "sextortion" by scientific and pedagogical employees or the administration

of the university for positive grades or protectorate. In addition, this group of corruption risks includes factors such as involving intermediaries to obtain undue benefit during the assessment of higher education applicants; extortion/granting of undue benefit in exchange for grades; imposing one's own developments as a condition for positive evaluation; using official position to influence scientific and pedagogical workers and employees.

The second group of corruption risks is associated with the performance of scientific work. It includes: abuse during admission and study in postgraduate (doctoral) studies; providing undue benefit for passing postgraduate exams; manipulation during the formation of collections of scientific articles; plagiarism; execution of commissioned dissertations and their defense in specialized academic councils of higher education institutions.

The third group of corruption risks is associated with administration. The authors include abuses in this group: when assigning bonuses and incentive payments; when settling higher education applicants, university employees and third parties in dormitories; powers to force higher education applicants and participants in the educational process to purchase paid services exclusively at the educational institution. In addition, this group of corruption risks included factors such as falsification of results during the competition for vacant positions at a higher education institution; illegal transfer of land plots of a higher education institution for use by third parties or for illegal construction; illegal leasing of property of a higher education institution; intentional purchase of unnecessary goods; illegal influence on the procurement process through cooperation with counterparties outside the tender processes; extortion of charitable contributions; pressure on active higher education applicants and scientific and pedagogical workers.

The fourth group of corruption risks is related to partnership (interaction with external stakeholders). This group includes: abuse of power/political status to put pressure on representatives of a higher education institution; involvement of participants in the educational process in political campaigning and the electoral process in favor of certain political figures (parties).

The Ministry of Education and Science of Ukraine is the main body in the system of central executive bodies that ensures the formation and implementation of state policy in the areas of education and science, scientific, scientific-technical and innovative activities, technology transfer, and also ensures the formation and implementation of state policy in the area of state supervision (control) over the activities of educational institutions, enterprises, institutions and organizations that provide services in the field of education or carry out other activities related to the provision of such services, regardless of their subordination and form of ownership [4].

The Ministry's corruption risks include the possibility of:

- appointment to positions of university heads who have been held accountable for corruption or corruption-related offenses;

- concealment of the fact of part-time work at universities, at an enterprise, in an institution, or organization;

- receipt by officials of an educational institution of undue benefit from the use of official position;

- unlawful interference by third parties in conducting an internal audit and preparing a report on its results;

- inefficient use of budget funds due to insufficient control over the implementation of applied, scientific research and scientific and technical (experimental) developments carried out for budget funds;

- making decisions on awarding scientific and scientific and pedagogical employees the academic titles of professor, associate professor, and senior researcher, based on certification files with materials that do not meet the requirements of current legislation;

- failure to comply with the requirements of regulatory legal acts in the process of attesting applicants in order to satisfy private interests by officials;

- setting an inflated contract price, artificially inflating procurement volumes;

- setting discriminatory requirements for participants in the public procurement procedure;

- concealment by licensees of violations of license conditions and making decisions on issuing licenses based on unreliable information;

- the ability of an official to satisfy his private interest when conducting special inspections of persons authorized to perform state or local government functions;

- the ability of an official to satisfy his private interest during the selection of employees on the basis of and in the manner provided for in Part 5 of Article 10 of the Law of Ukraine "On the Legal Regime of Martial Law" and others [6].

2. The State Education Quality Service is the central executive body of Ukraine that implements state policy in the field of education, in particular on issues of ensuring the quality of education, ensuring the quality of educational activities, and exercising state supervision (control) over educational institutions regarding their compliance with the legislation [6]. In accordance with the Law of Ukraine "On Education", the Service is intended to help educational institutions improve their quality, build public trust, and guarantee the quality of education [7].

The corruption risks of the service are as follows:

- when forming expert groups by the service, there is a possibility of including interested persons in their composition;

- the possibility of demanding/receiving an undue benefit by a member of the commission during the analysis of the activities of local executive bodies;

- the possibility of influence by third parties on members of the commission for conducting an examination of educational programs developed not on the basis of standard educational programs;

- the possibility of influence by third parties on members of the commission for setting a threshold score based on the results of certification;

- the possibility of transfer of personal data of certification participants by specialists of the Accreditation and Monitoring Department for the benefit of third parties;

- the possibility of influence of a certification participant on the expert group studying his practical work experience in order to obtain a positive score;

- the possibility of an employee satisfying his private interest by transferring access rights to the information resource of the Service to third parties;

- the possibility of giving preference to a certain supplier of goods, works, services, when making purchases, the value of which is less than the value established in the Law of Ukraine "On Public Procurement";

- abuse of self-representation in courts and other state bodies through persons authorized to act on behalf of the Service and others [8].

3. The National Agency for Quality Assurance in Higher Education is one of the governing bodies in the field of higher education, which is a permanent collegial body authorized to implement state policy in the field of quality assurance in higher education. The Agency took over certain regulatory and control functions of the Ministry of Education and Science of Ukraine; it replaced the Higher Attestation Commission and the State Accreditation Commission [9].

Corruption risks of the agency are:

- receiving or accepting an undue benefit, promise/offer;

- violation of the procedure for forming the Schedule for submission of information by universities on self-assessment of educational programs in the interests of a particular university, through the use of official powers by officials of the National Agency;

- the presence of discrediting powers when registering submitted materials of accreditation cases;

- during the performance of official duties regarding the conduct of the accreditation case, a conflict of interest may arise among officials;

- the possibility of abuse by employees of the secretariat during the consideration, registration of incoming and outgoing correspondence;

- appointment of a corruptly or competitively interested member of the sectoral expert council as a rapporteur when drawing up an expert opinion of the sectoral expert council on the accreditation of an educational program;

- influence of participants in the accreditation process, employees of the secretariat, members of the National Agency on the content of the decision of the sectoral expert council during the preparation of the project/expert opinion;

- disclosure by members of the sectoral expert council of information regarding accreditation cases and personal data, which may lead to negative consequences for the university;

- unilateral changes made by the chairman or deputy chairman of the sectoral expert council or rapporteur to the draft expert opinion after voting;

- failure to comply with the requirements for the qualifications of applicants for the position during employment;

- violation of the requirements for the conflict of interest of experts;

- the presence of an employee of the department with the opportunity to satisfy his private interest in connection with the performance of his official duties during the organization, selection, training, certification of experts and support of expert groups;

- violation of the procedure for considering cases by committees of the National Agency;

- entering incomplete or unreliable information into the agency's information system for private interests, and others [10].

The International Organization for Standardization (ISO) plays a key role in developing international standards that ensure consistency, security, efficiency and trust in the global economy [11].

Its mission is to create standards that help organizations from different countries and industries speak the same language, ensuring consistent approaches to quality, governance, safety, sustainability and other critical issues.

ISO creates universal management tools, including in the field of anti-corruption, that enable organizations to implement sustainable and auditable management systems in accordance with global best practices. Given that bribery has become a serious risk, ISO has taken the initiative to create an Anti-Corruption Management System that can be certified, adapted or integrated into existing management systems in order to combat this growing threat to businesses and institutions around the world.

In this context, the implementation of the ISO 37001:2016 "Anti-bribery management systems - Requirements with guidance for use" standard is extremely important, as international experience shows (national analogue - DSTU ISO 37001:2018 "Anti-corruption management systems. Requirements and guidance for use (ISO 37001:2016, IDT)" [12].

The standard establishes requirements and recommendations for the creation, implementation, maintenance and improvement of an anti-bribery management system. Its purpose is to promote the prevention, detection and response to corrupt practices, including direct and indirect bribery, as well as the formation of a culture of honesty, transparency and compliance with the law in the organization.

The main role of the ISO 37001 standard is to institutionalize a systemic approach to managing the risks of bribery and corruption through the implementation of a structured management system based on internationally recognized principles of integrity, transparency and accountability. In other words, the ISO 37001 standard functions as an organizational tool that:

1. Formalizes anti-corruption policies and procedures;

2. Integrates corruption risk management into the overall system of corporate or institutional governance;

3. Ensures compliance with legislative and regulatory requirements, as well as the requirements of interested parties (including government agencies, accreditation organizations, the public);

4. Increases trust in the organization from partners, customers, staff and society at large;

5. Creates conditions for continuous improvement of anti-corruption practices through regular assessment of performance and internal control.

Thus, the role of this standard goes beyond formal compliance with requirements - it contributes to the formation of an anti-corruption culture, which is especially important in socially sensitive areas such as education.

The analysis showed that there are many examples that demonstrate the successful application of the ISO 37001 standard in educational institutions:

Republic of Kazakhstan:

The South Kazakhstan Medical Academy implemented ISO 37001 in 2021, organizing training for management and employees. The training program included a bribery risk assessment, development of an anti-corruption policy, and staff training, after which participants were issued certificates.

Toraygir University developed a step-by-step plan for implementing ISO 37001, including a compliance audit, student and faculty participation, and cooperation with anti-corruption authorities. This allowed for increased transparency of processes and strengthening a culture of integrity [13].

The Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan became the first state institution in Kazakhstan to receive international ISO 37001 certification. It noted the high level of involvement of management and staff in the functioning of the anti-corruption management system.

Indonesia:

Following the adoption of Presidential Instruction No. 10 in 2016, Indonesia adopted ISO 37001 as a national standard (SNI ISO 37001:2016). This standard is used in various sectors, including education, to combat corruption and bribery [14].

Israel:

Ben-Gurion University in Beersheba uses ISO 37001 as part of its compliance and risk management programs, which contributes to strengthening a culture of integrity and transparency in the educational environment.

Italy:

Some Italian universities have integrated ISO 37001 into their management systems to increase transparency and prevent corrupt practices.

India:

In India, educational institutions are looking at implementing ISO 37001 as a way to improve their reputation and manage corruption risks [15].

The implementation of ISO 37001 in universities is part of a global trend to strengthen anti-corruption measures and increase trust in the education system.

In his interview, expert Ariosto Farias [16] highlighted the following as important for effective implementation of ISO 37001 in the educational environment:

- Leadership and commitment of management (section 5.1 of the standard);
- Risk assessment and management (section 6.1);
- Training and awareness-raising of personnel (section 7.3);

• Mechanisms for reporting suspicions and investigations (sections 8.9 and 8.10).

It is also recommended to implement the system in stages, starting with the most vulnerable processes, such as admission of higher education applicants, procurement and interaction with contractors.

Ukrainian universities can use international experience to adapt and implement the standard taking into account national characteristics and legislation.

Below is an Action Plan for implementing ISO 37001 in an educational institution, adapted to the university environment:

1. Initiation and leadership • Appointment of a responsible person or unit (for example, an anti-corruption ombudsman).

• Formalization of the university's anti-corruption policy - a declaration of zero tolerance for bribery

• Open statement of support for the initiative by management - in the format of a public letter, press release or speech.

2. Assessment of the current state

• Audit of corruption risks:

◦ Admissions and enrollment procedures.

◦ Procurement, personnel appointments, academic degrees.

◦ Interaction with government agencies and external contractors.

• SWOT analysis of the current culture of honesty and ethics.

3. Development of documentation:

• Anti-corruption management policy (Anti bribery Management Policy).

• Code of Conduct and Ethics (for applicants, academic staff, administrative staff).

• Internal control procedures, including:

◦ Reporting violations.

◦ Whistle blower protection mechanisms.

◦ Documentation and reporting.

4. Training and staff engagement:

• Mandatory training of employees and academic staff (possible in the format of an online course, seminar).

• Information campaign among students: videos, posters, forums.

• Feedback - Creating anonymous signals (for example, via an electronic form or trust box).

5. Implementation of a control and monitoring system:

• Internal audits – quarterly/annual.

• Assessment of the effectiveness of measures (reducing the number of complaints).

• Work with external auditors (certification from an independent body).

6. Continuous improvement

• Regular review of procedures and updates in accordance with identified risks.

• Creation of an anti-corruption committee (with the participation of

students, academic staff, administration).

7. Communication with external structures

• Cooperation with national anti-corruption bodies.

• Participation in international projects (Transparency International, European Anti-Corruption Network).

• Popularization of the initiative - speeches at forums, publications, articles.

In this action plan, special attention is paid to the training procedure, the main goal of which is to increase the awareness of academic staff and administrative staff about anti-corruption policy, develop skills in identifying and preventing corruption risks.

An approximate plan of the ISO 37001 training module for employees of higher education institutions is offered from 4 modules, which include:

Module 1. Introduction to anti-corruption management:

• What is ISO 37001: purpose and structure;

• Why implementation at the university is important;

• Ethical standards in the educational sector.

Module 2. Basic requirements of ISO 37001:

• Anti-corruption policy;

• Management responsibility;

• Risk analysis and management.

Module 3. Practical application:

• Typical corruption situations in higher education institutions (case studies);

• How to correctly report violations;

• Behavior under pressure or conflict of interest.

Module 4. Responsibility and consequences:

• Internal measures of influence;

• Administrative and criminal liability;

• Everyone's role in ensuring transparency.

Training formats can be:

• Face-to-face seminar (1-2 days) or online course (on the Moodle platform, Google Classroom).

• Interactive tasks and a test upon completion.

• Training certificate as part of the HR dossier.

A special role in the implementation of the ISO 37001 standard in educational institutions should be assigned to the Ministry of Education and Science, which can and should become a strategic partner.

The Ministry at the state level should support the initiative of universities that are implementing an anti-bribery management system and include them in the pilot project for the implementation of the ISO 37001 standard in higher education institutions. Representatives of the Ministry itself can be observers at training seminars on the implementation of the standard and, together with the educational community, develop recommendations for other universities based on the experience gained during the pilot project.

The advantages for the Ministry will also be:

• Demonstration of international orientation.

• Strengthening the image of transparency and modernization of higher education.

• Contribution to the implementation of the national anti-corruption strategy.

In February 2025, the International Organization for Standardization (ISO) published a new version of this standard – ISO 37001:2025 "Anti-bribery management systems. Requirements and guidance for application", which replaces the previous edition of 2016 [17].

Key changes to the ISO 37001:2025 standard:

The new version of the ISO 37001 standard retains the structure and key requirements of the previous edition, but includes a number of significant updates:

1. Strengthening the culture of anti-corruption behavior: Increased attention is paid to the formation of a culture of integrity and ethics at all levels of the organization.

2. Integration of sustainable development issues: Provisions on sustainable development and climate change are included, emphasizing the importance of environmental responsibility in the context of anti-corruption activities.

3. Management of conflicts of interest: New requirements for the identification, assessment and management of internal and external conflicts of interest have been introduced.

4. Defining the role of the anti-corruption function: The responsibilities and powers of the anti-corruption function have been clarified, ensuring its independence and sufficient resources to work effectively.

5. Compatibility with other ISO standards: The terminology and structure have been updated to facilitate integration with other management systems, such as ISO 37301 (compliance management system).

Conclusions

1. The article analyzes the corruption risks of educational entities and central executive bodies that ensure the formation and implementation of state policy in the fields of education and science.

2. International experience shows that a sufficiently effective step to increase transparency and combat corruption in educational services is the implementation of the ISO 37001:2025 standard "Anti-bribery management systems. Requirements and application guide".

3. An analysis and interpretation of key changes to ISO 37001:2025 is performed.

4. A Priority Action Plan for the implementation of the international standard ISO 37001 in educational institutions, adapted to the university environment, is proposed.

5. A plan for the ISO 37001 training module for employees of higher education institutions is proposed, which includes four main modules: Introduction to anti-corruption management; Basic requirements of ISO 37001; Practical application; Responsibility and consequences.

6. The special role of the Ministry of Education and Science as a strategic partner in the implementation of the ISO 37001 standard in educational institutions is shown.

References

1. Lazarenko S.Zh. Corruption in the higher education system: essence, causes and consequences / S.Zh. Lazarenko, K.A. Babenko: [Electronic resource]. Access mode: https://6aas.gov.ua/ua/proekty/articles/b/560-koruptsiya-v-sis-temi-vishchoji-osviti-sutnist-prichini-ta-naslidki.html.
2. Manifestations of corruption in the education system: prevention and counteraction: teaching-methodical manual / K.A. Babenko et al. – Kyiv: "MP Lesya", 2016. – 236 p.
3. Corruption risks in higher education. TOP 25: Strategic analysis of corruption risks, author. team, responsible expert Maria Tsyp'yashchuk. - Kyiv: National Agency for the Prevention of Corruption, Association of Legal Clinics of Ukraine, 2022 - 106 p.
4. The Regulation on the Ministry of Education and Science of Ukraine was approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated October 16, 2014 No. 630.
5. Risk register (based on the results of monitoring the implementation of the AP MES for 2024-2026 for the second half of 2024).
6. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "Some Issues of the State Education Quality Service of Ukraine" dated 14.03.2018 No. 168.
7. The State Education Quality Service of Ukraine has been established / Pedrada, December 6, 2017.
8. Anti-corruption program of the State Education Quality Service 2023-2024. Access mode: sqe.gov.ua/ antikorupciyna-programa-derzhav-noi-s-8//
9. On the establishment of the National Agency for Quality Assurance in Higher Education: Cabinet of Ministers of Ukraine; Statute of 15.04.2015 No. 244.
10. National Agency for Quality Assurance in Education. Prevention of Corruption. Access mode:: https://naqa.gov.ua/
11. https://www.iso.org/home.html
12. DSTU ISO 37001:2018 "Anti-corruption management systems. Requir-ements and guidelines for application (ISO 37001:2016, IDT)"
13. https://tou.edu.kz/ru/news/10490-vnedrenie-standarta-iso-37001
14. https://ieomsociety.org/proceedings/2022australia/610.pdf.
15. https://certificationconsultancy.wordpress.com/2023/12/06/why-is-an-educa-tion-institute-required-to-implement-iso-37001-certification/?
16. https://www.education.ua/blog/45437/?
17. ISO 37001:2025 Anti-bribery management systems — Requirements with guidance for use.

ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ МЕТОДІВ ВІЙСЬКОВО-ПАТРІОТИЧНОГО НАВЧАННЯ В УМОВАХ ВИКЛИКІВ СУЧАСНОСТІ

Аспірант[1], викладач[2] М.Ю. Кондрашкін,
канд. екон. наук, доц. [1] Ю.Ю. Черненко (керівник)
[1]Кафедра краєзнавчо-туристичної роботи, соціальних і гуманітарних наук
[1]ННІ «Українська інженерно-педагогічна академія»
ХНУ ім. В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна
[2]Липоватівський фаховий аграрник коледж

Постановка проблеми. В наш час, коли Україна змушена протистояти масштабним викликам зовнішньої агресії, питання військово-патріотичного навчання набуває особливої актуальності. Суспільство потребує не лише високопрофесійних військових кадрів, а й свідомих громадян, готових захищати незалежність і територіальну цілісність держави. Відповідно, впровадження нових методів військово-патріотичного виховання стає важливою умовою формування національної самосвідомості, стійкості та моральної готовності молоді. В роботі розглядаються сучасні підходи та технології, що сприяють удосконаленню системи патріотичного навчання в умовах новітніх викликів і загроз.

Мета і завдання дослідження: Метою даної статті є аналіз методик військово-патріотичного навчання в умовах сьогоднішньої ситуації в Україні. У сучасних умовах (збройна агресія, гібридні загрози, цифровізація, інформаційна безпека) завдання військово-патріотичного навчання вимагають переосмислення. Метою такого навчання є насамперед підготовка молоді до захисту України. Так, сучасне військово-патріотичне виховання «ставить за мету підготовку до захисту України в умовах воєнного часу, що ґрунтується на патріотичних і національних цінностях». Офіційні документи підкреслюють необхідність виховувати в учнях готовність до захисту Батьківщини, зокрема в умовах російсько-української війни. Завданнями таких методів є зміцнення поваги до Конституції та державних символів, формування національної ідентичності і патріотичної свідомості, підсилення інтересу до історії й культури України. Крім того, важливим завданням є удосконалення професійно-патріотичного навчання – наприклад, інтеграція тем з кібербезпеки, технологій і інженерних рішень у природничо-математичні курси. Таким чином, метою і завданнями нових методів є формування ціннісно-мотивованої готовності молоді стати на захист країни, розвиток національної свідомості та формування оборонних компетентностей.

Аналіз останніх досліджень. Питанням дослідження нових методів військово-патріотичного навчання приділяють увагу провідні сучасні українські учені: Журба Катерина Вікторівна – доктор педагогічних наук,

професор (НПУ ім. М. П. Драгоманова). Досліджує цифровізацію виховного процесу, особливо у військово-патріотичному напрямі. Авторка публікацій щодо застосування цифрових технологій у патріотичному вихованні молоді в умовах війни (2022–2023). Ваховський Леонід Васильович – доктор педагогічних наук, професор (Національний університет оборони України). Розробляє стратегії військово-патріотичного виховання у системі підготовки майбутніх офіцерів, з урахуванням досвіду ЗСУ та гібридної війни. Бех Іван Дмитрович – доктор психологічних наук, академік НАПН України. Один із провідних теоретиків патріотичного виховання, автор концепції особистісно орієнтованого підходу. Його праці активно використовують у формуванні сучасних освітніх програм. Трач Ярослав Володимирович – кандидат педагогічних наук (Тернопільський національний педагогічний університет). Вивчає інтеграцію гри «Сокіл/Джура» та інших форм національно-патріотичного виховання в освітній процес коледжів.

Ці вчені зробили значний внесок у теоретичне обґрунтування та практичне впровадження нових підходів до військово-патріотичного навчання у відповідь на виклики війни, цифрової епохи та трансформацій в освіті.

На державному рівні також розробляються моделі виховання. Так, Міністерство оборони у 2024 році ініціювало створення «сучасної системи військово-патріотичного виховання». Нова Концепція Міноборони (затверджена наказом від 14.08.2024) спрямована на оновлення змісту і форм патріотичного виховання особового складу ЗСУ та потенційних рекрутів.

Представники Міністерства оборони України вказують, що потрібно відмовитись від застарілих методів і орієнтуватись на прогресивний досвід, створюючи «дійсно робочу систему військово-патріотичного виховання». Паралельно Міністерство освіти розгортає мережу центрів національно-патріотичного виховання і затверджує методичні рекомендації, що забезпечують координацію таких заходів у фахових училищах і коледжах.

Виклад основного матеріалу. У державних документах, що регламентують концепцію та засади військово-патріотичного виховання, визначено, що цей процес спрямований на формування у громадян готовності до захисту України, зміцнення її обороноздатності та безпеки, а також підвищення авторитету військової і державної служби в лавах Збройних Сил України. Враховуючи досвід державного будівництва за час незалежності, військово-патріотичне виховання стабільно залишалося важливою складовою національної безпеки країни. Вітчизняна політика в цій сфері постійно адаптувалася відповідно до новітніх викликів і проблем. На підставі Указу Президента України «Про Концепцію допризовної підготовки і військово-патріотичного виховання молоді» [26] передбачено такі основні напрямки підготовки:

1. Ознайомлення з історичним розвитком українських військ, включно з їхньою структурою та тактичним призначенням від княжої доби до сьогодення.

2. Вивчення законодавчих актів, зокрема Конституції України, законів «Про оборону України», «Про Збройні сили України», «Про загальний військовий обов'язок і військову службу», а також «Про мобілізаційну підготовку та мобілізацію», що дає змогу усвідомити зміст військової служби та процедуру складання Військової присяги.
3. Оволодіння знаннями про сучасні види озброєння та технічні можливості підрозділів Збройних сил України.
4. Отримання практичних навичок з основ цивільного захисту та медицини, необхідних для дій у надзвичайних ситуаціях і під час бойових дій [10, 19-23].

Військово-патріотичне виховання виступає організованою діяльністю органів державної влади та громадських об’єднань, спрямованою на розвиток патріотичних почуттів і готовності молоді ще зі школи до виконання обов’язку щодо захисту державних інтересів [4, с. 64]. Однією з важливих ланок цього процесу є Міністерство молоді та спорту України, яке нині активно розвиває напрями національно-патріотичного виховання через створення окремого профільного відділу. Відповідно до положень «Стратегії національно-патріотичного виховання» [13, с. 25], пріоритетним завданням є формування громадянської самосвідомості, заснованої на історичних і культурних цінностях.

Освітня система інтегрує військово-патріотичне виховання через організацію лекцій, дискусій, зустрічей із ветеранами та військовослужбовцями, екскурсії до військових частин, участь у діяльності патріотичних клубів. О.І. Остапенко та Л.А. Нечипоренко [17, с. 120] підкреслюють значення військово-шефської роботи, яка передбачає встановлення тісної співпраці між закладами освіти, військовими частинами та вищими військовими навчальними закладами для виховання любові до Батьківщини.

У нормативних актах Кабінету Міністрів України, зокрема в «Державній цільовій соціальній програмі національно-патріотичного виховання на період до 2025 року», наголошується на необхідності оновлення державної політики у цій сфері. Основними напрямами визначено розвиток громадянської ідентичності, зміцнення національної самосвідомості, популяризацію культури та історії України, готовність молоді захищати державну незалежність [10].

Фундаментальним завданням військово-патріотичного виховання є створення свідомого громадянина з активною життєвою позицією. Ідеал виховання – це всебічно розвинена, національно свідома особистість, що прагне самовдосконалення. За І.В. Бехом та К.І. Чорною [2, с. 29], ефективність виховання залежить від усунення суперечностей між вимогами суспільства та підготовкою компетентних викладачів предмету «Захист України», а також забезпечення відповідної навчальної бази.

О.І. Остапенко [16, с.41] наголошує, що реалізація військово-патріотичного виховання у навчальних закладах повинна базуватися на

законодавчо-програмних засадах, що сприяє розвитку освіти і зростанню рівня патріотизму в суспільстві. Формування змісту, форм і методів патріотичного виховання має враховувати моральні, соціальні, духовні, культурно-естетичні та фізичні потреби громадян як основних носіїв патріотичних цінностей.

Відповідно до аналізу І.П. Білоцерківця та М.Д. Зубалія [3, с. 5-8], сучасні виклики потребують оновлення підходів до системи військово-патріотичного виховання допризовної молоді. Такі зміни мають сприяти вихованню громадян, що шанують закон, прагнуть до саморозвитку та є готовими захищати незалежність держави.

За нормативними актами [10, 19-23], реалізація військово-патріотичного виховання передбачає: розвиток оборонної свідомості, підвищення престижу служби у Збройних силах, популяризацію військово-прикладного спорту та інноваційне вдосконалення підготовки спеціалістів.

Серед пріоритетних завдань виділяються: збереження та розвиток національних цінностей; захист української мови та культури; оновлення освітніх програм; впровадження курсів з медіаграмотності; організація навчальних заходів із цивільної оборони та фізичної підготовки; розвиток волонтерського руху.

М.В. Тимчик [25, с.49] вказує, що популяризація військової та спеціалізованої служби здійснюється через проведення військово-патріотичних ігор («Сокіл» («Джура»), «Хортинг-Патріот»), організацію проектів із військової підготовки, оновлення музейних експозицій та поширення профорієнтаційних матеріалів.

На думку авторів [6, с. 3], розвиток військово-патріотичного виховання базується на впровадженні різноманітних видів військово-прикладного спорту, вдосконаленні викладання фізичної культури, а також розвитку технічної і конструкторської творчості молоді.

На думку М.М. Баки та В.П. Коржа [1], високий рівень фізичної підготовленості юнаків допризовного віку є ключовим чинником, який сприяє їх успішній адаптації під час проходження військової служби в лавах Збройних Сил України, а також є основою ефективного виконання військових завдань. Для досягнення цього юнакам необхідно мати добре розвинену як фізичну, так і психологічну готовність для успішного засвоєння програми загальновійськової підготовки молодого бійця. На їхню думку, саме завдяки системі військово-патріотичного виховання забезпечується: 1) базова фізична підготовка у межах програми «Фізична культура» загальноосвітніх закладів протягом усього періоду навчання; 2) спеціалізована фізична підготовка та оволодіння необхідними навичками через предмети «Фізична культура», «Основи здоров'я», «Захист України», «Основи медичних знань». Вважаємо, що комплекс завдань військово-патріотичного виховання повинен включати вправи різної складності на спортивних снарядах, вміння долати смугу перешкод, оволодіння техніко-тактичними прийомами самооборони, а також

формування моральних і бойових якостей, таких як критичне мислення, сміливість, стійкість, наполегливість та фізична витривалість.

Згідно з висновками М.М. Баки та В.П. Коржа [1], військово-патріотичне виховання за допомогою прикладної фізичної підготовки дає можливість вдосконалити:

- фізичну підготовку – шляхом розвитку фізичних якостей, збагачення рухового досвіду, оволодіння тілом, зміцнення організму та здатності долати труднощі;
- психологічну стійкість – через розвиток мобільності, точності сприйняття, концентрації уваги та пам’яті;
- моральну підготовку – шляхом формування системи патріотичних переконань, моральних цінностей та любові до Батьківщини.

Передбачувані результати можна досягти через такі види фізичної активності:

- подолання смуги перешкод: виконання стрибків, перелазів через перепони, лазіння по канатах, проходження смуги військового багатоборства;
- метання гранати: тренування кидків макета гранати з різних положень у ціль або на відстань;
- заняття гімнастикою: виконання стройових вправ, вправ на перекладині (підтягування), брусах (згинання-розгинання рук, утримання кута), опорні стрибки через спортивні снаряди, лазіння по канату;
- легка атлетика: спринт, біг середніми та довгими дистанціями, крос пересіченою місцевістю, стрибки у висоту та довжину з розбігу;
- плавання: техніка вільного стилю, на спині, брасом, виконання стрибків у воду, пірнання, затримка дихання під водою;
- основи самооборони і рукопашного бою: вивчення технік самострахування, оборони від ударів і захватів, захисту від озброєного супротивника, проведення затримання;
- спортивні ігри: розвиток техніко-тактичних навичок через гру у футбол, флорбол, баскетбол, волейбол, гандбол, регбі.

Система військово-патріотичного виховання в Україні має бути постійно вдосконаленою відповідно до реалій сучасного суспільства, державної політики та викликів безпеки. Вона повинна ґрунтуватися на національних традиціях і враховувати наукові розробки у сфері озброєння. Така система має бути цілісною, спрямованою на виховання сучасного громадянина України, готового до захисту своєї держави. Військово-патріотичне виховання повинно стати обов’язковою складовою освітнього процесу, здійснюватися систематично й комплексно, формуючи у молоді необхідні фізичні, психоемоційні та військово-прикладні якості для майбутньої служби у Збройних Силах України.

Національно-патріотичне виховання у молодших школярів як вимога концепції «Нова українська школа». Національно-патріотичне

виховання посідає центральне місце в освітньому процесі в умовах трансформаційних змін, які відбуваються відповідно до реформи Нової української школи. Сучасні підходи спрямовані не тільки на засвоєння знань про історію та культуру України, але й на розвиток практичних громадянських навичок та емоційного зв'язку з національною ідентичністю. Формування національно-патріотичних якостей у молодших школярів у рамках реалізації Концепції «Нова українська школа» є важливою складовою освітнього процесу, спрямованого на поглиблення усвідомлення своєї ідентичності, цінностей і культурної спадщини. Таке виховання сприяє розвитку громадянської свідомості, почуття відповідальності, патріотизму та поваги до національних традицій та історії України.

В умовах війни особливої ваги набуває завдання формування у дітей психологічної стійкості та вміння підтримувати одне одного в складних ситуаціях. Як зазначають дослідники Н. Бондаренко та С. Косянчук, у виховній діяльності доцільно використовувати традиційні методи, зокрема бесіди, диспути, лекції, семінари, роботу з книжками та іншими джерелами інформації, а також дослідницькі, пошукові, творчі, ігрові й ситуаційні форми роботи [4, с. 64]. Такі методи дозволяють встановити емоційний зв'язок між дітьми та історико-культурною спадщиною України, зміцнюючи їхню національну гордість.

До основних напрямів роботи належать:

1. Інтеграція національно-патріотичного виховання у навчальний процес через впровадження інтегрованого навчання, проєктної діяльності та виховних годин. Важливо включати патріотичні елементи в навчальні предмети, такі як література, історія, мистецтво, математика та природознавство. Учні беруть участь у проєктах, присвячених українській культурі та традиціям, що сприяє глибшому розумінню національної спадщини. Також проводяться класні години для обговорення історії, героїзму українського народу та значення державних символів.
2. Використання інноваційних технологій, зокрема дистанційного навчання, віртуальних екскурсій та ігрових технологій. Завдяки онлайн-ресурсам учителі мають змогу організовувати уроки, що об'єднують учнів з різних регіонів. Віртуальні подорожі історичними місцями України розширюють знання школярів, а освітні ігри роблять навчання історії інтерактивним.
3. Формування національної ідентичності через практичну діяльність, зокрема участь у волонтерських ініціативах, патріотичних акціях і заходах, співпраця з громадськими організаціями. Такі форми роботи сприяють розвитку відповідальності та соціальної активності учнів.
4. Розвиток критичного мислення і свідомого громадянства через створення дискусійних клубів, організацію дослідницьких проєктів та аналізу історичних подій.

5. Інклюзивність та мультикультурність, що передбачає вивчення культури різних етнічних груп України та залучення дітей з особливими освітніми потребами до патріотичних заходів.
6. Співпраця з батьками та громадою, яка включає організацію спільних заходів, тренінгів, зустрічей із залученням місцевих громадських і культурних установ.

Вчитель відіграє провідну роль у вихованні національно-патріотичних цінностей у молодших школярів, виступаючи не лише як наставник і джерело знань, а й як особистий приклад для наслідування. Серед його основних завдань — формування ціннісних орієнтирів, створення мотиваційного середовища для вивчення української культури та історії, а також підтримка учнів у їхніх починаннях.

Практичні приклади організації роботи:

1. Проєкт «Моя Батьківщина — Україна», у межах якого учні досліджують історію, культуру та природу рідного краю, створюючи презентації, доповіді та малюнки для представлення однокласникам [12, с. 20].
2. Проведення тематичних днів та свят, таких як День вишиванки, конкурси патріотичної пісні, читання віршів про Україну, що сприяють формуванню патріотичних почуттів.
3. Організація екскурсій до музеїв, пам’ятників і визначних історичних місць, що дає змогу дітям краще зрозуміти історичний контекст подій.
4. Співпраця з ветеранами та громадськими діячами через запрошення на зустрічі та лекції.
5. Залучення учнів до проєктної діяльності під час навчального процесу. Для цього необхідно розробити інтегрований план, який відповідатиме завданням Концепції «Нова українська школа» [12, с. 20], із чітким поділом на етапи та застосуванням сучасних освітніх методів.

Такий підхід відповідає принципам НУШ, де особливий акцент ставиться на вихованні самостійних, творчих і відповідальних громадян із глибоким почуттям національної ідентичності [15].

Національно-патріотичне виховання у Новій українській школі є цілісним процесом, який передбачає інтеграцію сучасних методик, активну співпрацю школи з родинами та громадою, а також залучення учнів до вивчення культурної спадщини. Формування патріотичних почуттів у молодшому віці є важливою умовою виховання свідомих громадян України. Використання проєктної діяльності у початковій школі слід розглядати як ефективний інструмент розвитку патріотичної свідомості.

Зміст патріотичного виховання в контексті повномасштабного російського вторгнення. На сучасному етапі розвитку України, коли існує реальна загроза втрати державного суверенітету та зростає ризик опинитися під впливом інших країн, особливої ваги набуває роль освітніх закладів як осередків виховання громадян-патріотів. Освіта має формувати відповідальних громадян, готових самовіддано працювати над зміцненням

незалежної, демократичної, правової та соціальної держави, захищати її національну безпеку, сприяти консолідації української політичної нації, встановленню громадянського миру та суспільної злагоди [25, с. 48-51]. Зважаючи на ці завдання, постає потреба у переосмисленні та реалізації комплексних заходів щодо посилення патріотичного виховання молодого покоління.

В умовах триваючої військової агресії Росії проти України суттєво активізувалися процеси формування національної ідентичності та зміцнення патріотичних почуттів українців. Сьогодні український народ демонструє небачену єдність, а за підтримки демократичних держав Україна має реальні шанси стати високорозвиненою європейською країною [27].

Експерти вважають, що справжній патріотизм проявляється у практичній діяльності, спрямованій на всебічний розвиток держави та захист її інтересів. Важливими завданнями виховання патріотизму є формування моральних якостей особистості, розвиток правової культури, поваги до державних символів, готовності виконувати конституційні обов'язки, усвідомлення національної ідентичності та утвердження національних і загальнолюдських цінностей [20]. Основна мета цього процесу полягає у вихованні всебічно розвиненої особистості — свідомого громадянина і патріота України.

Розвиток патріотичних якостей є одним із ключових завдань закладів спеціальної та вищої освіти. Виховні цілі, зокрема патріотичне виховання, відображаються у змістовій складовій виховного процесу, яка включає систему цінностей, ідей, ідеалів та визначає основні напрямки виховного впливу. В умовах повномасштабної війни виникають питання: на яких цінностях та ідеалах слід базувати виховання молоді та які навички вони повинні опанувати у процесі патріотичного становлення?

Патріотичне виховання має на меті розвиток особистості на основі військових традицій народу, формування готовності до захисту Батьківщини, мотивацію до проходження військової служби та здобуття відповідних професійних навичок. Участь молоді у патріотичних заходах, присвячених державним святам та героїзації захисників України, є важливим засобом виховання патріотизму [26].

Зокрема, у закладах освіти впроваджено низку ініціатив, започаткованих Міністерством освіти і науки України спільно з Міністерством оборони України, спрямованих на формування у молоді національної свідомості через приклади мужності українських військових [26]. Також проведення спортивних заходів і військово-патріотичних ігор, таких як "Сокіл" ("Джура"), сприяє популяризації здорового способу життя і розвитку фізичної підготовки молоді.

У сучасних умовах виховання патріотизму набуває статусу питання державної безпеки. Особливо важливо приділяти увагу патріотичному вихованню у системі вищої освіти, адже воно допомагає усвідомити молоді роль Збройних Сил України та важливість військової професії.

При визначенні змісту патріотичного виховання слід враховувати загальний освітній рівень, фізичний і морально-психологічний стан молоді, а також їхні індивідуально-психічні особливості. Загалом виховання патріотизму в умовах війни має відповідати запитам суспільства, базуватися на загальнолюдських і національних цінностях, орієнтуватися на розвиток патріотичного світогляду, бути узгодженим із духовними і фізичними можливостями особистості, сприяти єдності виховання, освіти, розвитку та самовиховання.

Патріотичне виховання в умовах повномасштабної війни є органічною частиною загальної виховної діяльності у закладах вищої освіти. Його зміст реалізується через національне, моральне, інтелектуальне, естетичне, соціально-правове, фізичне і військово-патріотичне виховання. Патріотичне виховання, інтегруючи ціннісні складові всіх напрямків виховного процесу, не існує ізольовано, а є їх важливою складовою.

Необхідно враховувати, що зміст виховання патріотизму молоді формується не лише через організований виховний процес, але й під впливом широкого спектра моральних і психологічних факторів. Ефективність патріотичного виховання залежить від скоординованості дій усіх учасників цього процесу.

Важливо сприяти формуванню патріотичної свідомості молоді, що включає усвідомлення атрибутів державності та важливості Збройних Сил України. Патріотичну свідомість можна розглядати як систему поглядів, традицій, моральних принципів, ідей і почуттів, що виступають мотиваційною базою для розвитку громадянських якостей особистості та готовності захищати державу. Рівень розвитку патріотичної свідомості відображає глибину змін у психіці молодої людини, які виникають у процесі її патріотичного виховання.

На думку дослідників, основним результатом виховання громадянина-патріота є розвиток у нього комплексу особистісних рис. Сучасні умови війни вимагають новітніх підходів і методів формування патріотизму як емоційного стану та базової характеристики особистості. Однією з таких інноваційних інтерактивних форм національно-патріотичного виховання стало запровадження у березні 2022 року загальнонаціональної хвилини мовчання за загиблими. Щоденно о 9:00 ранку всіма засобами масової інформації України транслюється хвилина мовчання з метою «вшанування пам’яті, громадянської відваги і самовідданості, сили духу, стійкості та героїчного подвигу воїнів, які загинули під час виконання бойових завдань із захисту державного суверенітету та територіальної цілісності України, а також мирних громадян, убитих унаслідок збройної агресії російської федерації» [26].

У сфері патріотичного виховання молоді нині особливо актуальними є такі напрями роботи [9]: дослідження культурно-освітніх потреб шляхом проведення соціологічних опитувань; залучення до виховання молоді учасників війни проти України, їхніх родин, сімей Героїв Небесної Сотні, військових капеланів, митців, діячів науки, культури та спорту з активною

громадянською позицією; сприяння розвитку спорту і фізичної підготовки на основі принципів патріотичного виховання; розбудова співпраці з військовими формуваннями задля підвищення мотивації молоді до вибору військових професій; вдосконалення системи підготовки і перепідготовки кадрів, відповідальних за патріотичне виховання у закладах освіти; запровадження навчальних курсів духовно-морального спрямування; популяризація національної культурної і духовної спадщини, героїчного минулого та сучасних досягнень України.

В умовах повномасштабної війни патріотичне виховання також включає створення й активне використання інформаційних ресурсів про стан різних сфер суспільного життя. Це інформація про діяльність клубів, гуртків, творчі й практичні ініціативи молоді, педагогічний досвід, роботу засобів масової інформації. Особливу цінність мають тематичні виставки, читацькі конференції, відзначення пам’ятних дат, зустрічі з ветеранами, учасниками бойових дій, діячами культури, поетами та письменниками.

Суттєво зросла роль проведення інформаційно-просвітницьких заходів, як в онлайн, так і в офлайн форматах, з громадянської освіти та патріотичного виховання — дискусій, круглих столів, переглядів презентацій і відеоматеріалів із подальшим обговоренням, присвячених боротьбі українського народу за незалежність і територіальну цілісність.

Основними завданнями патріотичного виховання молоді під час війни є формування високого рівня національної самосвідомості, активної життєвої позиції, національної гідності, готовності до виконання громадянського і конституційного обов'язку щодо захисту національних інтересів України. Особливу увагу приділяють розвитку патріотичного мислення, формуванню патріотичної свідомості, інтелектуальної бази особистості, що забезпечує активну громадянську позицію та сприяє демократичним процесам у суспільстві.

Важливо підкреслити, що в умовах війни з росією патріотичне виховання має включати системні заходи, спрямовані на усвідомлене виконання громадянських обов'язків, якісне навчання, формування духовної та психологічної готовності молоді до служби в армії, розвиток морально-бойових якостей, підвищення фізичної підготовленості та престижу військової служби. Також важливим є формування загальнолюдських цінностей, національної гордості й морально-психологічних рис громадянина-патріота [9].

Важливою умовою успішної реалізації зазначених завдань є покращення матеріально-технічної бази закладів освіти — обладнання спеціалізованих аудиторій, створення місць для загальновійськової підготовки, залучення учасників бойових дій до викладання предмету «Захист України», запровадження інноваційних методик підвищення кваліфікації педагогічних кадрів.

Висновки. Зміст патріотичного виховання молоді в умовах повномасштабної війни є системою духовних, патріотичних і військових

знань, умінь і навичок, що сприяють формуванню гармонійної, суспільно активної особистості — громадянина-патріота України, здатного захищати свою державу й бути носієм національних і загальнолюдських цінностей.

Метою виховання патріотизму є розвиток свідомості, патріотичного світогляду, професійних і особистісних рис (морально-політичних, громадянських, військово-професійних, соціально-психологічних та фізичних), де найважливішим критерієм успішності є готовність сумлінно виконувати військові обов'язки та сприяти зміцненню Української держави. Перспективи подальших досліджень полягають у створенні комплексної програми патріотичного виховання молоді в умовах повномасштабного вторгнення.

Посилання

1. Бака М.М., Корж В.П. Фізичне і військово-патріотичне виховання молоді : навчально-методичний посібник. Київ : ПВА «Книга пам'яті України», 2004. 464 с.
2. Бех І.Д., Чорна К.І. Програма українського патріотичного виховання дітей та учнівської молоді. Київ, 2014. 29 с.
3. Білоцерківець І.П. Національні традиції військово-патріотичного виховання учнівської молоді України. Матеріали науково-практичного семінару, присвяченого Першому чемпіонату України з поліцейського хортингу / ред. рада: Бех І.Д. (голова) та ін. Київ : Паливода А.В., 2015. С. 5–8;
4. Бондаренко Н.В., Косянчук С.В. Національно-патріотичне виховання у контексті сучасних викликів: методичні рекомендації [для вчителів, методистів, авторів програм і підручників, науковців, викладачів, студентів закладів професійної й вищої освіти, управлінців, політиків]. Київ: Фенікс, 2022. 64 с.
5. Василенко С.М. Система патріотичного виховання та її місце в державотворенні сучасної незалежної України. Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського. Педагогічні науки. 2015. № 2. С. 14–19.
6. Гнатюк В. Управління системою національного виховання учнів початкових класів. Початкова школа. 2000. № 4. С. 3.
7. Грищенко С.В., Ілішова О.М., Єфімов Д.В., Макогончук Н.В. Проблема національно-патріотичного виховання. Інноваційна педагогіка. 2022. № 44, т. 1. С. 119–123.
8. Добровольська Л.Н., Чорновіл В.О. Інтеграція навчальних предметів в початковій школі як ефективна форма навчання молодших школярів: м-ли інтернет-семінару. Черкаси: Вид-во КНЗ «Черкаський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних працівників Черкаської обласної ради», 2017. 183 с.
9. Додаток до наказу Міністерства освіти і науки України «Концепція національно-патріотичного виховання в системі освіти України» № 641 від 16.06.2015 р. URL: https://zakononline.com.ua/ documents/show/354206 94391
10. Закон України «Про основні засади державної політики у сфері утвердження української національної та громадянської ідентичності» № 2834-IX від 13.12.2022 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua / laws/show/2834-20#Text
11. Зубалій М.Д. Класифікації методів військово-патріотичного виховання допризовної молоді. Фізичне виховання в рідній школі. 2015. № 3. С. 36–39.
12. Зубцова Ю.Є. Формування патріотичних якостей молодших школярів у взаємодії школи та сім'ї: автореф. дис. … канд. пед. наук: 13.00.07. Київ, 2012. 20 с. 8. Навчальний проєкт «Моя Батьківщина — Україна». URL: https://vseosvita.ua/library/navcalnijproekt-moa-batkivsina-ukraina-149993.htm

13. Івашковський В.В. Концепція військово-патріотичного виховання молоді України в Товаристві Сприяння Обороні України. Теорія і методика хортингу : збірник наукових праць / ред. рада: Бех І.Д. (голова) та ін. Київ : Паливода А.В., 2015. Вип. 3. С. 22–38
14. Нечипоренко Л.А. Фізичне виховання та військово-прикладна підготовка молоді України : навчально-методичний посібник / Л.А. Нечипоренко, Я.І. Олексієнко, В.А. Шахматов, О.П. Верещагіна. Черкаси : ЧНУ імені Б. Хмельницького, 2017. 216 с.
15. Нова українська школа. URL: https://mon.gov.ua/tag/nova-ukrainska-shkola?&type=all&tag=novaukrainska-shkola
16. Остапенко О.І. Військово-патріотичне виховання у системі пріоритетів державної політики. Фізичне виховання в рідній школі. Київ. № 5 (106). 2016. С. 40–43
17. Остапенко О.І. Концепція військово-патріотичного виховання в системі освіти України / О.І. Остапенко, М.Д. Зубалій. Вища школа. 2015. № 4–5. С. 118–126.
18. Остапенко О.І. Методичні рекомендації щодо вивчення предмета «Захист Вітчизни» в 2015/2016 навчальному році / О.І. Остапенко, М.Д. Зубалій. Фізичне виховання в рідній школі. 2015. № 6. С. 32–39
19. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державного стандарту початкової освіти». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/ show/87-2018-%D0%BF#Text
20. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної цільової соціальної програми національно-патріотичного виховання на період до 2025 року та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України». URL: https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-derzhavnoyi-cilovoyi-socialnoyi-programinacionalno-patriotichnogo-vihovannya-na-period-do-2025-roku-ta-vnesennya-zmin-do-deyakihi-i300621-673.
21. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження плану дій щодо реалізації Стратегії національно-патріотичного виховання на 2020–2025 роки». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/932-2020-%D0%BF#Text
22. Постанова Кабінету Міністрів України «Про схвалення Стратегії утвердження української національної та громадянської ідентичності на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2023–2025 роках» № 1322 від 15 грудня 2023 р. URL: https://zakon.rada. gov.ua/laws/show/1322-2023-%D0%BF#Text
23. Проєкт Концепції Загальнодержавної цільової соціальної програми патріотичного виховання населення на 2013–2017 роки. URL: hai-nyzhnyk.in.ua› doc2/2011(12).
24. Тарапака Н.В. Національно-патріотичне виховання молодших школярів у контексті сучасних запитів. March 22, 2024; Riga, Latvia I International Scientific and Theoretical Conference “Current scientific goals, approaches and challenges” URL: https://previous.scientia.report/i ndex.php/archive/ article/view/1707
25. Тимчик М.В. Форми і методи патріотичного виховання старших підлітків у процесі спортивно-ігрової діяльності. Обрії : науково- педагогічний журнал. 2013. № 2(37). С. 48–51.
26. Указ Президента України «Про Концепцію допризовної підготовки і військово-патріотичного виховання молоді». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/948/2002#top.
27. Чупрій Л. Патріотичне виховання в Україні: стан і перспективи. 2009. URL: http://sd.net.ua/2009/11/05/patriotichne_vikhovanja_v_ukran_ ctan_perspectiv[html]

УКРАЇНА НА ШЛЯХУ ДО ДЕМОКРАТІЇ У 60-Х – ПОЧАТКУ 90-Х РОКІВ XX СТОЛІТТЯ

Доцент, канд. іст. наук О. А. Кузнецов
Кафедра теорії, технології та автоматизації металургійних процесів
Нікопольський факультет ННІ Дніпровський металургійний інститут (ДМетІ)
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна

Постановка проблеми. Політичний розвиток країн західноєвропейського регіону, в тому числі і України, на протязі всього XX – в першій чверті XXI століть засвідчив про необхідність пошуку своїх загально національних шляхів до демократизації суспільства. Головним досягненням людства є шлях до демократії як основного принципу цивілізації, головної форми політичної організації, як верховної цінності духовного розвитку. Демократія є складним суспільно-політичним явищем, феномен якого сформувався понад дві з половиною тисячі років тому на теренах стародавньої Греції, але процес осмислення і науковий пошук продовжується і сьогодні. За цей тривалий час людська цивілізація пройшла від дерев'яної сохи до потужної електронної техніки, передових космічних технологій, глобальних наукових відкритій та досягнень, проте пошук нових політичних концепцій продовжується в межах сучасної політичної науки.

Затвердження демократії та демократичних соціальних порядків сьогодні є по суті універсальним гаслом політичних партій та рухів будь-якого типу. Але при цьому розуміння демократії кожною партією або рухом може суттєво відрізнятися. Це відбувається через те, що термін «демократія» дуже багатозначний. Він використовується для позначення як форми державного устрою чи політичного режиму, та й ідеалу політичної організації суспільства. Демократія характеризує певні процедури та технології реалізації влади, тип політичної культури, різновид ідеології тощо.

Демократія – це певний світоглядний ідеал, який включає основні ліберальні цінності, такі як індивідуальна свобода, пріоритет прав людини, рівність перед законом. У такому контексті демократія є основою для соціального руху за демократичне перетворення суспільства.

Актуальність теми. Підвищення інтересу до вивчення демократичних процесів останнім часом пояснюється не лише намаганнями позбутися малодосліджених тем у гуманітарній галузі науки, але й тими процесами, які відбуваються в українському суспільстві, коли стало очевидним, що незалежність України постає лише при наявності демократії. Вона включає в себе сакраментальне право народу на свободу, самовизначення, соборність.

Протягом всього історичного шляху української історії на владу впливали або найбільш демократичні політичні системи, або навпаки, з меншими або зовсім відсутніми елементами та признаками демократії. Якого-небудь зв'язку між ними немає. Тривалий час, майже до початку XIX

століття на світовій карті налічувалося близько 30 країн, в яких існували демократичні режими.

Глобальні зміни пройшли в XX столітті. Світ пережив дві світові війни, безліч соціальних революційних перетворень, постійно знаходиться в умовах науково-технічної революції. Наслідком цих подій стало скорочення кількості держав демократичної спрямованості до 15. І навпаки, з виникненням соціалістичного табору в Європі зросла кількість тоталітарних політичних режимів. Відомий спеціаліст у галузі порівняльної політології А. Лійпхарт у 1980 р. нарахував 21 стабільну демократичну країну.

Починаючи з 1980-х рр., у світі відбувався приплив демократії, і на початок XXI століття понад 70% країн мають демократичний режим. Політична система проявляється у взаєминах суспільства та держави. Саме з відсутністю даних взаємовідносин Україна має безліч невирішених проблем і протиріч. Довгий час своєї історії Україна існувала як авторитарна та тоталітарна країни і тільки досить обмежений період своєї історії намагалася стати на шлях розбудови демократичних інститутів, заявивши на весь світ своє бажання та спроможність до цього.

Актуальність теми дослідження полягає в тому, що своє прагнення до демократії, Україна підтверджує і сьогодні під час повномасштабних агресивних дій. У важких воєнних умовах український народ засвідчив спроможність боротися за свободу і незалежність, а система публічної влади на практиці доказала непохитність і стійкість демократичного вибору і дотримання традиційних основних засад конституційного ладу.

Аналіз періоду української історії 60-х – початку 90-х років XX століття засвідчили судження, що демократичний рух був головною складовою частиною національно-визвольної боротьби українського народу.

Метою статті є розгляд поступового шляху українського суспільства до демократії, перших кроків України в контексті конституційно-правового забезпечення безпосереднього народовладдя; аналіз причин, які не дозволяють ідентифікувати Україну як консолідовану демократію в світлі міжнародного досвіду, теорії та практики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сучасному етапі розвитку суспільно-політичної думка ні в кого не викликає сумніву необхідність ґрунтовного науково-теоретичного дослідження тих демократичних процесів, які відбувалися і відбуваються зараз в українському суспільстві. Безумовно, ці процеси в Україні неодноразово були об’єктом уваги з боку сучасних вчених- суспільствознавців.

Проблеми української демократії досліджували у своїх працях В. Полохало [1], О. Кіндратець [2], Я. Секо [3], С. Барматова [4], Й. Рисіч [5] та інші. Предметом їх наукових розвідок були спроби розкриття історичних передумов виникнення демократії в Україні, дослідження структурних складових процесів демократизації, певних недоліків демократії та її сутнісних аспектів.

У залежності від часу, в який були написані ті чи інші праці, вони ґрунтувалися на різних методологічних засадах і відрізнялися глибиною аналізу реального змісту політичних процесів, ступенем об'єктивності, способом викладання матеріалу, широтою джерельної бази наукових розвідок.

У дослідженні демократичних процесів в Україні у період, що розглядається, доцільно виділити три періоди, протягом яких переважали неоднозначні, часто протилежні один одному підходи у визначені і характеристиці демократичних процесів, у ставленні до демократії.

Перший період охоплює кінець 60-х – 1985 роки. Робота дослідників у цей час була присвячена узагальненню досвіду щодо партійного керівництва органами народовладдя та громадськими організаціями, систематизації матеріалів по пропаганді соціалістичної демократії. Політологічні дослідження проблем демократії здійснювалися в рамках історії, філософії, політекономії, політології і не повинні були протирічити доводам про неухильне зростання ролі правлячої партії, про класову зверхність соціалістичної демократії.

Другий період пов'язаний з початком реалізації у 1985 році обережного, косметичного курсу партійно-номенклатурної влади на реформи існуючого устрою. Закінчується він у 1989 р., коли розпочинається зміна політичної системи, заснованої на засадах тоталітаризму, визначається юридично вмотивована опозиція. Все це обумовило виникнення різних концепцій, іншої методології дослідження різноманітних проблем демократії.

Третій період охоплює час з 1989 р. до середини 90-х років, коли роль суспільно-політичних наук почала зростати, а гуманітарні дослідження виходять на нові методологічні і теоретичні принципи, українська наука набувала державно українського змісту. З 1990 р. запроваджується нова наукова спеціальність – політологія. Вона стає однією з наймолодших навчальних дисциплін. В країнах Заходу політологія, як самостійна навчальна дисципліна, стала складатись з кінця XIX – початку XX століть, коли в Західній Європі та США з'явилися перші її кафедри. В систему вищої освіти західних країн політологія широко впроваджується з другої половини XX сторіччя.

Найбільш масштабні зміни в українській історичній науці відбулися на початку 90-х років XX ст., коли написання національних історій колишніми радянськими республіками стало важливою складовою їх національного відродження. Перед науковцями постало завдання "дати своїм народам славну минувшину, легітимізуючи їхнє прагнення до автономного або незалежного політичного існування, і водночас зробити це в академічній манері, щоб історичний родовід нації визнали сусіди" [6].

Так, в умовах кардинальної трансформації українського суспільства, пов'язаної з проголошенням незалежності України, гостро постало питання про перегляд парадигми, що багато років панувала в історичній науці, та вироблення нових методологічних підходів. Таким чином, до 90-х років XX

століття в українській радянській історіографії панувала монополія на марксистську методологію історичної науки.

Поворотним кроком у дослідженні проблем демократії став 1991 рік. Саме з цього періоду і особливо після проголошення незалежності України, головними темами наукових розробок стали проблеми національно-державного відродження, становлення демократичного громадянського суспільства, парламентської демократії, багатопартійності. В політичному лексиконі все більше домінують такі терміни як плюралізм, багатопартійність, легітимізація, артикуляція інтересів та інші, що свідчило про демократичні тенденції в житті суспільства.

Серед зарубіжних видань слід назвати праці О. Мотиля [7], в яких досліджується концептуальний контекст розвитку України і особливо її керівництво, та робота Дж. Сороса [8], що поглиблює сприйняття демократії як загальнолюдської цінності.

На початку 90-х років з'являються перші рецензії на політологічні праці. Заслуговує на увагу такого роду стаття А. Коваленка, яка справедливо зазначає, що молода українська політологія зможе піднятися до світового рівня лише за умов повернення із забуття та введення в науковий обіг політичних концепцій видатних українських мислителів, а також вивчення надбань політичної думки [9, с.73].

Історія демократичного процесу в Україні досліджувалася на сторінках журналу "Сучасність". У 1992-1995 рр. на його сторінках було опубліковано понад 20 статей з цих проблем. В Україні почалося видання щоквартальника "Політологічні читання", журналу "Віче", в яких велику увагу приділялось правовій стороні процесу становлення демократії, у тому числі в контексті світового і європейського досвіду.

Серед монографічних видань, які досить ґрунтовно досліджували широке коло проблем, пов'язаних з демократичними процесами в Україні, слід виділити роботи Г. Касьянова [10], О. Гараня [11], В. Литвина [12].

Заслуговує на увагу підхід Г. Касьянова, який показує всі проблеми дисидентського руху в контексті еволюції тоталітарної системи до кризи і занепаду. О. Гарань ґрунтовно проаналізував політичні заяви і програми більшості партій в Україні. В. Литвин головну увагу приділяє ролі політичних діячів у суспільно-політичному процесі України.

Спільна наукова діяльність українських вчених Бажана О. Г. з Данилюком Ю. З. призвела до появи у 2000 році досить змістовних досліджень, двох монографій, а саме, «Український національний рух. Основні тенденції і етапи розвитку (кінець 1950-х – 1980-ті роки) [13] і «Опозиція в Україні (друга половина 50-х – 80-ті рр.).[14]. На основі аналізу широкого кола джерел, автори підкреслюють, що дисидентський рух взаємопов'язаний із демократичними процесами та лібералізацією, але одним із перших виокремлених рухів в другій половині 50-х років XX століття носив саме національне забарвлення і його представники не відкидали збройних методів опору в повалення правлячого режиму. Висвітлюється становлення та

подальший розвиток не тільки українського, але й кримськотатарського, єврейського національних і релігійних рухів, досліджено чітко сформований механізм політичних переслідувань, жорстоких репресій.

Пошук демократичного розвитку – це постійний шлях вперед. На думку доктора історичних наук, професора А.О. Сьоміна «сучасні політичні реалії свідчать, що традиційна модель демократії вже не задовольняє людство. Диктатура більшості – то вчорашній день, плюралізм тільки частково вирішує проблеми суспільства. Все частіше йдеться про необхідність консенсусної демократії як особливого типу політичної культури, яка змушує політичних діячів домовлятися, шукати ефективних компромісів, шляхів конструктивної співпраці з усіма політичними силами, створення «вирішальної меншості» і забезпечення її активної участі в управлінні суспільством» [15, с.40].

Отже, аналіз всього масиву публікацій з питань розвитку демократії в Україні у зазначені роки, на протязі трьох періодів її наукової розробки, дозволяє зробити висновок, що в політичній науці в повному обсязі проблема ще вивчена недостатньо. Систематизовані та узагальнюючі історико-політологічні роботи з проблеми перебувають в стадії розробки. Це також визначає актуальність дослідження на рівні конкретного історичного досвіду та дослідження на рівні політологічних доктрин.

Виклад основного матеріалу дослідження. Українське суспільство вийшло з 70-річного періоду перебування в колишньому СРСР без передумов цивілізованого демократичного розвитку – без громадянського суспільства, без демократично налаштованої національної еліти, без чіткого усвідомлення себе як нації. Тому український тип посткомунізму з'являється не як перехід до демократії, а як наслідок еволюції колишньої радянської політичної системи. І немає нічого дивного в тому, що сучасне українське суспільство зберігає значною мірою сутнісні риси, успадковані від минулого. Зрозуміло, що це минуле буде визначати тенденції посткомуністичного розвитку і в майбутньому.

Демократія в Україні, у своєму розвитку, пройшла декілька етапів становлення. На формування цих етапів суттєвим чином позначились зміни політичних курсів та їх лідерів і ступінь тоталітарного тиску. Демократія виступала головною причиною змін у суспільстві. Вона стимулювала розвиток політичної системи, вселяла надію на цивілізованість, але й викликала опір переслідування з боку правлячих структур.

Політичне керівництво України після відмови від стратегії на демократичне оновлення з кінця 60-х років XX ст. практично всі питання суспільно-громадського життя вирішувало за допомогою старих методів управляння з опорою на адміністративно-бюрократичний апарат, не визнаваючи народну ініціативу. Саме тому, на перший план у наступі на демократію при зміні політичного курсу виходила регламентація духовної сфери, згортання критики недоліків і культу особи.

На національно-демократичний розвиток України протирічливий вплив здійснював П. Шелест. Історичний матеріал, архівні документи свідчать про

стриманість і поміркованість П. Шелеста в умовах, коли явно починають відроджуватися сталінські методи керівництва. Риси, які були притаманні цьому політичному лідеру, характеризують його як керівника "ринкової ситуації" та людину "зовнішньої орієнтації".

На прикладі обрання В. Щербицького партійним керівником в Україні можна проаналізувати сталу практику існуючої тоталітарної системи, що передбачала розвінчання свого попередника. Головним об'єктом критики П. Шелеста у 1973 році була його книга "Україно наша Радянська".

Аналізуючи багатий історичний матеріал, факти багаторічної діяльності В. Щербицького, його ставлення до демократії, можна зробити висновок, що цю постать лідера слід віднести до консервативного типу керівника, опорою якого була автократична, партійно-державна бюрократія. Використовуючи такі методи, як догматизм, номенклатурність, секретність, різноманітні санкції проти демократичних свобод, бюрократія в Україні у період перебування при керівництві В. Щербицького набула рис етократії (правління, влада, засновані на дотриманні норм моралі). До того ж механізм панування в Україні йшов далі класичної політологічної схеми, бо поєднував як тоталітаризм, так і імперські методи. Про розвиток демократичного процесу судили за формальними, кількісними показниками. Завдало шкоди демократичному розвитку і зневажливе трактування теорії самоврядування, державності і народовладдя.

Тоталітаризм забезпечувався та зберігався шляхом запровадження статті 6 в Конституції і неконституційного застосування номенклатурного принципу, режиму секретності, які стали окремими соціальними інститутами.

Політичний, соціально-економічний аналіз ситуації початку 80-х років логічно привів до необхідності повернення демократизації суспільства і в 1985 році правляча партія і її новий керівник М. Горбачов проголошують політику гласності, перебудови, реформування політичної системи. Цей процес засвідчував причини, що визначали суспільно-політичні зміни. Особливе місце в поглибленні демократичного процесу займає XIX конференція компартії, яка відбулася у червні-липні 1988 року. Аналізуючи її документи можна констатувати появу принциповості, дієвості, новаторських підходів до демократії, які були започатковані в резолюціях конференції.

В Україні суттєві зміни в бік розбудови демократії розпочалися у 1989 році після появи відкритої опозиції до компартії та відставки В. Щербицького. Новий цикл демократії характеризувався появою нових ідей і нових лідерів. Роль лідера мала в цей період якщо не вирішальне, то досить визначальне значення.

Мирний розвиток подій в Україні забезпечувався значною мірою тим, що почалося становлення парламентської демократії, адже 15 травня 1990 року вперше в історії сучасного політичного розвитку Верховна Рада України, як законодавчий орган, почала функціонувати за парламентським режимом. Після грудневих 1991 року президентських виборів розвиток демократичних подій почав уособлюватися не з компартією, а з діяльністю

глави держави, Верховної Ради, яка мала вже й сформовану опозицію під назвою Народна Рада. Важливою подією в історії демократизації цього періоду була постановка на порядок денний вимоги про незалежність України, демократична зміна влади після позачергових виборів 1994 року.

Серцевину демократичного політичного процесу становлять вибори в органи влади, що є закономірним результатом процесу історичного пошуку суспільством кращої моделі формування і функціонування держави. Сьогодні демократичні вибори в органи державної влади стали природним процесом у політичному житті багатьох країн світу. Вони являють собою спосіб формування органів влади і керування за допомогою вираження за визначеними правилами (відповідно до виборчої системи) політичної волі громадян. Унаслідок виборів обрані кандидати наділяються владними повноваженнями. Вибори використовуються у різних демократичних організаціях: партіях, профспілках, добровільних асоціаціях, кооперативах, акціонерних товариствах тощо.

Вибори представницьких органів влади в період мирного переходу суспільства від тоталітарної політичної системи до демократії відіграють вирішальну роль. Виборча система є необхідним компонентом сучасної цивілізації, відображає ступінь демократичності суспільства, свободи його громадян, їхньої політичної свідомості, активності і культури.

Для українського суспільства 60-х – початку 90-х років XX століття для виборчих кампаній була характерна концепція “декоративної демократії”. Вирішальну роль у таких виборах відігравав не голос виборця в бюлетені, а попередня резолюція політбюро ЦК КПУ: “Просити ЦК КПРС затвердити”. До цього слід також додати і розгалужену систему контролю за обраними представницькими органами, коли навіть сесії Верховної Ради переносилися і скликалися за рішеннями політбюро компартії. В підтвердження таких методів слід привести матеріали про написи на бюлетенях, про факти голосування “проти”, як поодинокі форми альтернативної точки зору щодо виборів і стану демократичності.

Недемократичний підхід до формування Рад негативно характеризують саму радянську форму народовладдя. Окрім того, потрібно мати на увазі, що через систему Рад пройшла значна кількість людей, які певним часом навчалися управлінським функціям. Так, у 1985 році всіма формами Рад було охоплено в Україні понад 1 млн. депутатів.

Аналізуючи перші концептуальні зміни у виборчій системі, які були закладені в резолюції XIX партконференції, а також перший експеримент у виборах, проведений у 1987 році слід характеризувати як наростання плюралізму, альтернативності, опозиційності до правлячої партії.

Виборчий процес, який розпочався навесні 1989 року, проходив значно демократичніше, але ще продовжувався контроль партійних органів за виборами. Наприклад, проводилися окружні передвиборчі збори для відсіву неугодних кандидатів, все ще існували партійна квота, партійна рознарядка. Саме через вибори вперше були обрані народними депутатами люди з іншими

поглядами і програмами, ніж того бажали в партійних органах. Серед них на розвиток демократії мало вплив обрання М. Амосова, П. Таланчука, Ю. Щербака, В. Яворівського, Р. Братуня та інших.

Важливим етапом в процесі зміни виборчої системи в Україні була робота по обговоренню і прийняття нового виборчого Закону в Україні, яка розпочалася з літа 1989 року. Вперше в новітній історії України, крім офіційного проекту, значний інтерес мали альтернативні документи, розроблені з плюралістичних позицій Республіканським клубом виборців, іншими вченими та громадськими діячами.

Слід визначити, що аналіз виборчої кампанії на початку 1990 року засвідчує поступове зростання демократичних ідей у суспільстві. Вперше офіційно діяв опозиційний Демократичний блок України, вперше також приймала і обговорювала свою передвиборчу платформу правляча партія. Важливо відмітити зростання активності виборців у сільських округах та містах, і характерним при цьому стала альтернативність по кожному округу.

Кроки, які робило українське суспільство на шляху розбудови демократичних інститутів, свідчить про те, що входження демократії у свідомість людей через вибори у кінці 80-х – на початку 90-х років XX століття відіграло вирішальну роль для становлення громадянського суспільства.

Відхід від політики лібералізації і порушення людських прав, поверхова й непослідовна за своїм змістом хрущовська «відлига» принесли українській національно-свідомій інтелігенції великі сподівання й гіркі розчарування. Передова молодь, що відчула смак свободи, не хотіла зупинятися, а прагнула справжньої демократизації суспільства. Із середини 60-х– у 80-і років, з відходом влади від політики лібералізації, у республіці почалося відверте ігнорування керівною компартійною верхівкою конституційних прав людини. Закономірним наслідком цих процесів стала поява руху захисту людських прав. Його представників, як і учасників уже традиційних опозиційних груп культурницького та самостійницького спрямування, також жорстоко переслідувала влада.

Зіставляючи різні етапи становлення політичної опозиції, зазначимо, що опозиційність існує завжди у будь-якому суспільстві. За часів демократичних змагань вона носить відкритий характер, захищена правовими нормами, має свої засоби масової інформації, друковані органи. Подібний стан розвитку в Україні почав складатися в історичних межах 80 – 90-х років XX століття, коли ставлення до опозиційності визначало ступінь демократичності.

Духовно та організаційно політична опозиція складалася поступово, ще напередодні періоду, що розглядається, і бере свій початок від поодиноких фактів опору існуючому тоталітарному режиму в СРСР. Починаючи із середини 60-х років, формами опозиції були відкриті протести, петиції, звернення, програмна робота І. Дзюби «Інтернаціоналізм чи русифікація?», лист творчої молоді Дніпропетровської області, творчі поетичні вечори, самвидав, поодинокі нелегальні організації. Організація в Україні у 1976 року

М. Руденком та його однодумцями Гельсінської групи відіграла позитивну роль у подальшому розгортанні опозиційного, дисидентського руху та демократичних процесів.

В Україні після 1985 року, розпочалися демократичні процеси, коли на перший план опозиційної думки в українському суспільстві вийшли проблеми екології, політичні та культурологічні клуби, боротьба за збереження української мови і організація просвітництва, вивчення замовчуваних, «білих плям» в історії України, поновлення «Українського вісника».

Знаковою подією відзначається 1990 рік, який треба вважати роком появи багатопартійності, коли в новітній українській історії виникло 16 політичних партій. З того часу, коли Українська республіканська партія 5 листопада 1990 року першою була зареєстрована в Міністерстві юстиції, політична система де-юре перетворилася після багатьох десятиріч однопартійності у плюралістичну модель.

Характерною ознакою формування багатопартійності та становлення опозиційності на початок 90-х років була поляризація політичних сил навколо відношення до союзного центра і його політики.

Висновки. В Україні на протязі 60-х – початку 90-х років XX ст. відбувалася безперервна національно-демократична боротьба, як складова частина національно-визвольного руху українського народу, що в свою чергу спростовує тезу про раптове здобуття Україною державної незалежності в 1991 році. При цьому демократія відігравала вирішальну роль перш за все при умові, коли вона виступала як загальнолюдська цінність.

Протягом 1989 – 1991 рр. в Україні здійснювалася мирна демократична революція, головним політичним результатом якої стало проголошення незалежної, соборної Української держави. Рушійною силою цієї революції виступала інтелігенція при підтримці робітництва і студентства. Апогеєм мирного революційно-демократичного процесу стало студентське голодування у Києві в жовтні 1990 року, що засвідчило рівновагу сил демократії і правлячих структур.

До 1990 року в Україні становлення багатопартійності проходило на тлі зміни суспільного устрою і складалась така ситуація, яку в політології слід кваліфікувати як «багатопартійність в умовах однопартійної системи». Це, безумовно, вплинуло на розвиток політичної системи, коли у першій половині 90-х років суспільство залишалось політично не структурованим, не існувало і правлячої партії в буквальному розумінні цього поняття. Суперечливість демократичного розвитку випливала також і з того, що довгий час Україна не мала свого Основного Закону, не приймалась нова Конституція, новий Закон про вибори, а без них демократія не мала того внутрішнього коду, який пронизує активність будь-якої цивілізації.

Глобалізаційні процеси у сучасному світі та трансформаційні перетворення в незалежній Україні обертаються для останньої двоякою проблемою. З одного боку, - це необхідність інтеграції до світової спільноти,

з іншого – формування власної геостратегії та забезпечення своєї національної безпеки. Важливим кроком на шляху вирішення цієї проблеми можна вважати прийняття до уваги особливостей осмислення місця і ролі української держави у царині американських геополітичних розвідок. Адже свої євроінтеграційні прагнення Україна пов'язує передусім зі вступом до НАТО, що є "центральним елементом системи трансконтинентальної безпеки" (Зб. Бжезінський) та уособленням "демократичної серцевини світу, Євроатлантичного співтовариства", лідером якого залишаються США. В свою чергу, чільне місце в структурі роздумів американських політологів про Україну безперечно займають праці провідного ідеолога зовнішньої політики США Бжезінського, який, за його власним визнанням, "сентиментально і стратегічно відданий Україні" [16, с. 97].

З. Бжезінський лишається найбільш цитованим в Україні американським вченим. Його геополітичної концепції знайшли обгрунтування в багатьох наукових розвідках, висвітлені у дисертаційних дослідженнях українських науковців сучасності. Зважаючи на його погляди та рекомендації, можна констатувати, що продовження процесу зміцнення демократії, розширення співробітництва з Європою та перетворення на частину європейського співтовариства є запорукою успішного майбутнього держави у світлі сучасних викликів демократії.

Посилання

1. Політологія посткомунізму: Політичний аналіз посткомуністичних суспільств. Київ : Політ. думка, 1995. 368 с.
2. Кіндратець О. Політичні зміни і політична стабільність. *Політичний менеджмент*. 2005. №2, С.55-67.
3. Секо Я. Концептуальні проблеми розвитку українського національного руху в середині 1950-х – середині 1980-х рр. Україна-Європа-Світ. Міжнародний збірник наукових праць. Серія: Історія, міжнародні відносини. 2015. №15, С. 198-210. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ues_2015_15_21.
4. Барматова С. Пишемо – "демократія", читаємо – "вибори 2004". Кілька тривожних особливостей "дифузійної підтримки" українцями вітчизняних політичних інститутів. *Віче*. 2004. №3, С.7-10.
5. Рисіч Й. Л. Історія демократії в Україні /Вибори, мітинги, демонстрації в 70-ті – на початку 90-х рр. XX ст.: Монографія. – Дніпропетровськ, 1995. 126 с.
6. Плохій С. У пошуках української "золотої доби". *Критика*. 2002. Ч.4. +(24 травня 2004 р.) [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://krytyka.kiev.ua/ articles/s7–4- 2002.html
7. Мотиль О. Структурні обмеження й вихідні умови: постімперські держави і нації в Росії та Україні. *Сучасність*. 1995. №9, С.61-73.
8. Сорос Дж. Утворення демократії. Київ, 1994.

9. Коваленко А. Українська політологія: проблеми та крайнощі періоду становлення. *Сучасність*. 1994. №10. С.73.
10. Касьянов Г. В. Незгодні: українські інтелігенти в дисидентському русі 60-80-х років. Київ, 1993.
11. Гарань О. Убити дракона. Київ, 1993.
12. Литвин В. М. Політична арена України. Київ, 1994.
13. Бажан О. Г., Данилюк Ю. З. Український національний рух: основні тенденції і етапи розвитку (кінець 1950-х – 1980-ті роки) / НАН України. Інститут історії України. Київ : Рідний край, 2000. 232 с.
14. Бажан О.Г., Данилюк Ю.З. Опозиція в Україні (друга половина 50-х – 80-ті рр.). Київ : Рідний край, 2000. 389 с.
15. Стьопин А. О. Українське суспільство і проблеми консенсусної демократії. Політичний менеджмент. 2008. № 5 (32), С. 40.
16. Іщенко А. Україна у геостратегічному контексті / А. Іщенко; [пер. з англ.] – К.: Видавничий дім "Києво-Могилянська академія", 2006. – 102 с.

ДОСВІД РОЗРОБКИ ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ «МЕДИЧНА ПСИХОЛОГІЯ» ДРУГОГО (МАГІСТЕРСЬКОГО) РІВНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Зав. каф., проф., д-р. мед. наук В.В. Огоренко,
доц., канд. мед. Т.Й. Шустерман, канд. мед. наук А.Є. Ніколенко
Кафедра психіатрії, наркології і медичної психології
Дніпровський державний медичний університет, м. Дніпро, Україна

У період повномасштабної війни медичні психологи стають все більш потрібними та затребуваними на ринку праці [1,2]. Сучасний ринок праці потребує фахівців, які мають професійну кваліфікацію «Лікар-психолог», володіють теоретичними знаннями, практичними навичками проведення психодіагностики, психокорекції та лікування захворювань пов'язаних з психічним здоров'ям для виконання конкретних завдань та обов'язків на відповідній посаді, зокрема, в закладі охорони здоров'я [3,4].

В 2024 році вперше в Дніпровському державному медичному університеті (ДДМУ) відбувся набір студентів на навчання за спеціальністю 225 «Медична психологія». Була розроблена освітньо-професійна програма (ОПП) «Медична психологія» другого (магістерського) рівня вищої освіти, яка базується на Стандарті вищої освіти зі спеціальності 225 «Медична психологія» для другого (магістерського) рівня вищої освіти затверджений Наказом МОН України від 18.08.2021 року №916 зі змінами згідно Наказу МОН України від 13.06.2024 №842 «Про внесення змін до деяких стандартів вищої освіти» (розробники: завідувач кафедри психіатрії, наркології і

медичної психології ДДМУ, доктор медичних наук, професор Вікторія Огоренко, доценти цієї ж кафедри, кандидати медичних наук Тамара Шустерман та Алла Ніколенко [5,6].

Основними характеристики ОПП є:

- ступінь, що присвоюється: магістр;
- спеціальність: 225 «Медична психологія»;
- кваліфікація професійна: лікар-психолог;
- обсяг освітньо-професійної програми: 360 кредитів Європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС), зокрема професійно-орієнтована практична підготовка;
- форма навчання: очна (денна);
- термін навчання: 6 років.

ОПП містить в собі 61 обов'язковий освітній компонент, зокрема теоретичну підготовку базової загальновійськової підготовки та практику. Загальний обсяг професійно-орієнтованих практик становить 42 кредити ЄКТС.

Загальний обсяг вибіркових освітніх компонентів складає 10% від загальної кількості кредитів та їх викладання починається з 4-го року навчання. Медичні дисципліни скорочено (в більшій мірі після 3-го курсу навчання) і за рахунок цього введені психологічні дисципліни для підготовки до складання іспитів «Крок 1» та «Крок 2».

Обсяг практичного навчання безпосередньо в клінічному середовищі становить понад 4000 годин. Для цього ДДМУ має власну університетську клініку та угоди з 39-ма лікувально-профілактичними закладами Дніпропетровщини, що надає можливість опановувати професійні навички безпосередньо в профільних відділеннях. Основною клінічною базою для професійної та практичної підготовки з медичної психології є Комунальне підприємство «Дніпропетровська багатопрофільна клінічна лікарня з надання психіатричної допомоги» Дніпропетровської обласної ради.

Після закінчення навчання в університеті та отримання освітньої кваліфікації магістра медичної психології випускник має академічне право вступу в інтернатуру для проходження спеціалізації з медичної психології тривалістю 1 рік. Після проходження спеціалізації в інтернатурі та отримання кваліфікації лікаря-спеціаліста випускник може виконувати професійну роботу на посаді лікаря-психолога.

Таким чином, на сьогодні присвоєння професійної кваліфікації «Лікар-психолог» здобувачам вищої освіти, які успішно виконали вимоги освітньо-професійної програми «Медична психологія» та досягли встановлених результатів навчання, дозволяє забезпечити неперервність професійної підготовки, широкі можливості професійної кар'єри у сфері охорони здоров'я, можливість інтегрування в процес міжнародного обміну професійною інформацією, що є неодмінною умовою входження в співтовариство розвинених країн світу.

Посилання

1. Закон України «Про вищу освіту» - http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18.
2. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку індивідуальних освітніх траєкторій та вдосконалення освітнього процесу» - https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3642-20#Text.
3. Національний класифікатор України: Класифікатор професій ДК 003:2010. –https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va327609-10
4. Національна рамка кваліфікацій, 2011 – http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-п.
5. Наказ Міністерства освіти і науки України від 18.08.2021 № 916 «Про затвердження стандарту вищої освіти зі спеціальності 225 Медична психологія для другого (магістерського) рівня вищої освіти».
6. Наказ Міністерства освіти і науки України від 26.01.2024 № 96 «Про внесення змін до деяких стандартів вищої освіти».

ДЕЯКІ ДОМАШНІ ЕКСПЕРИМЕНТИ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ ФІЗИКИ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Ст. викладач С. О. Подласов
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Важливою складовою компетенції інженера є здатність та готовність підготувати й провести експеримент, опрацювати одержані результати і зробити висновки. Базові уміння проведення експериментальних досліджень учні та студенти набувають, виконуючи лабораторні роботи при вивченні фізики. В умовах пандемії Covid-19, а потім військового стану в Україні, студенти технічних університетів вимушено навчаються в дистанційному режимі і не мають доступу до обладнання у навчальних лабораторіях.

Як свідчать літературні дані, при дистанційному навчанні лабораторні заняття проводять з використанням віртуальних лабораторних робіт, робіт з дистанційним керуванням та у формі демонстраційного експерименту. Кожна з цих форм має свої переваги, але жодна з них не надає студентам повноцінного досвіду у проведенні експериментальних досліджень. За таких умов особливої актуальності набуває використання домашніх експериментів. При їх виконанні студенти набувають уміння планувати проведення дослідницької діяльності, відбирати та готувати необхідне обладнання, аналізувати результати проведених досліджень, обробляти їх, інтерпретувати та формулювати висновки, що на думку В. В. Мендерецького [1] та інших методистів-фізиків є основними складовими експериментаторської

компетентності. Звичайно, домашній експеримент не дозволяє набути умінь працювати з сучасним обладнанням, однак його проведення слугуватиме основою для постановки і проведення більш складних досліджень як у подальшому навчанні, так і майбутній професійній діяльності.

Проведення домашніх експериментів передбачає наявність певного обладнання та вимірювальних приладів. Необхідне обладнання студенти можуть виготовити самостійно, а в якості вимірювального приладу використати смартфон. Сучасні смартфони оснащені різноманітними датчиками (див., наприклад, [2], [3], [4] та інші), що дозволяє досліджувати механічні, оптичні, хвильові та інші явища.

З метою надання студентам досвіду виконання реальних експериментів нами були підготовлені вказівки з виконання ряду домашніх лабораторних робіт. З педагогічної практики відомо, що виконання діяльності, яка потребує використання відповідних понять, суттєво спрощує їх інтеріоризацію. Тому важливо пропонувати студентам такі домашні дослідження, сприйняття теорії яких може викликати ускладнення. При цьому треба враховувати, що підготовка та самостійне проведення домашніх дослідів потребує більше часу, ніж підготовка та виконання робіт у навчальній лабораторії. У зв’язку з цим, вважаємо доцільним пропонувати студентам не більше 2 – 3 робіт за семестр.

У першому семестрі при вивченні розділу «Механіка» курсу фізики до найбільш складних для студентів відносяться теми, пов’язані з кінематикою та динамікою обертального руху. Це зумовлено використанням нових понять, які відсутні у попередньому досвіді студентів, таких як вектори кутової швидкості та кутового прискорення, вектор моменту імпульсу, тензор моменту інерції, основне рівняння динаміки обертального руху. По цій темі при аудиторному навчанні студенти виконують лабораторні роботи з дослідження руху маятника Обербека, маятника Максвелла, фізичного маятника та визначають моменти інерції тіл за результатами дослідження крутильних коливань, використовуючи, наприклад, обладнання НВП "Учбова техніка" [5] або аналогічне. Аналіз методики виконання дослідів та необхідного для цього обладнання показав, що домашніх умовах найбільш просто провести дослідження, користуючись саморобним аналогом маятника Максвелла та визначати момент інерції за вимірюванням періоду крутильних коливань твердого тіла, підвішеного на пружній нитці.

В якості маятника Максвелла можна використати самостійно виготовлений його аналог – циліндричну банку, чи DVD-диски [6] або ж іграшку Yo-Yo. Якщо провести відеозйомку руху маятника, то застосування вільно поширюваного застосунку Tracker [7] дозволяє визначити параметри руху, за якими обчислюється момент інерції, що і є завданням при виконанні такої роботи.

Поняття про тензор інерції є одним з найбільш складних для студентів. Саме тому важливим є експериментальне підтвердження теоретичних положень. У домашніх умовах, за відсутності еталонних тіл та тіл правильної

геометричної форми, які використовуються в навчальних лабораторіях, експеримент можна провести користуючись мобільним телефоном. Щоправда, при цьому вдається визначити тільки співвідношення між головними компонентами тензора інерції I_x, I_y, I_z, оскільки невідомим є модуль кручення нитки підвісу. Як нескладно показати, для тонкої пластини (рис. 1) цей зв'язок має вигляд:

$$I_x + I_y = I_z. \qquad (1)$$

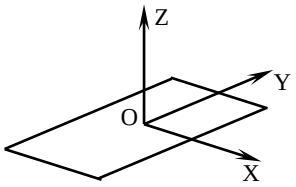


Рис. 1. Головні осі симетрії прямокутної пластини

Смартфон можна вважати тонкою пластиною з похибкою, яка не перевищую 0,5 %, що дозволяє перевіряти в експерименті співвідношення (1). Для цього необхідно визначати періоди крутильних коливань смартфона на пружній нитці, а оскільки період таких коливань $T \sim \sqrt{I}$, то

$$T_z^2 = T_x^2 + T_y^2. \qquad (2)$$

Період крутильних коливань смартфона на пружній нитці визначається за залежністю кутової швидкості від часу, яка фіксують вільно поширювані застосунки PhyPhox або Physics Toolbox Suit за сигналами гіроскопів (на нашу думку, перший з них є більш зручним).

Для перевірки співвідношення (2) треба врахувати, що крутильні коливання смартфона є загасаючими і кутова швидкість змінюється з часом за законом $\omega = \omega_0 e^{-\beta t} \sin(2\pi t/T)$, де β – коефіцієнт загасання, T – період загасаючих коливань. Параметри β і T, необхідні для обчислення періоду власних коливань, нескладно підібрати за найкращим співпадінням теоретичної залежності з експериментальними значеннями, користуючись MS Excel або таблицями Google.

Апробація запропонованої методики дослідження крутильних коливань смартфона відносно осей X, Y, Z показало, що при використанням в якості ниток підвісу сталевого дроту діаметром 0,1 мм похибка при перевірці співвідношення (2) виявилася $\approx 1\,\%$, мідного дроту діаметром 0,15 мм - $\approx 6\,\%$, гумової нитки - $\approx 2\,\%$ [8].

Ще однією складною темою для студентів є статистичні розподіли. Важливість усвідомлення матеріалу цієї теми зумовлена тим, що уявлення про статистичні розподіли лежить в основі обчислення середніх значень фізичних величин, які використовуються при обробці результатів експерименту та при статистичної фізики, зокрема при вивченні властивостей газів (розподілів Максвелла та Больцмана).

При аудиторному навчанні перевірка розподілу Больцмана проводиться в досліді, який до певної міри аналогічний досліду Перрена (див. наприклад, [9]. При дистанційному навчанні наявність датчика тиску в смартфоні дозволяє експериментально перевірити барометричну формулу, яка є наслідком розподілу Больцмана, і на основі цього визначати густину та молярну масу повітря [10].

Розрізнювальна здатність датчиків тиску є достатньо високою (наприклад, датчик LPS22HHTR Barometer в смартфоні Samsung за паспортними даними становить $\approx 2{,}44 \cdot 10^{-4}$ гПа). Висока розрізнювальна здатність здавалося б дозволяє фіксувати зміни тиску при дуже малих змінах висоти. Однак висока чутливість має і зворотній бік – датчик тиску «шумить», тобто його покази не є стабільним і випадковим чином змінюються у часі. Саме цей «шум» і визначає мінімальну зміну висоти, при яких можна фіксувати зміну тиску. За нашими оцінками вимірювання доцільно проводити при зміні висоти на 60 – 70 см. Це означає, що для одержання 10 – 12 значень тиску, необхідних для побудови графіка залежності тиску від висоти, достатньо фіксувати покази барометра, піднімаючись по сходах навіть у дво-, чи триповерховому будинку.

Наявність «шуму» датчика тиску зумовлює необхідність статистичної обробки даних вимірювання тиску на кожній висоті. У застосунку PhyPhox передбачена можливість передачі даних у форматі xls, тому для їх обробки доцільно використати можливості MS Excel або ж таблиць Google. Оскільки не всі студенти обізнані з можливостями цих програмних продуктів, то до рекомендацій по виконанню цього дослідження [11] було включені вказівки по застосуванню вказаних табличних процесорів для статичної обробки даних вимірювань – визначення середніх значень та середньої квадратичної похибки. Значення густини та молярної маси повітря, обчислені студентами за даними експерименту, добре узгоджуються з даними довідкових таблиць.

Цікавою для студенів виявилася робота по визначенню швидкості звуку в повітрі. Оскільки за результатами цього дослідження можна обчислити показник адіабати, то цей дослід можна пропонувати студентам як при вивченні хвильових процесів, так і при вивченні термодинаміки.

Суть дослідження полягає у визначенні резонансних частот при збудженні стоячих хвиль в трубках різної довжини. Такі трубки легко виготовити з паперу (можна також скористатися телескопічною трубкою пилососа як це запропоновано в роботі [12]). M. Hirth та ін. [13] пропонують в якості джерела звуку використовувати шелестіння зім’ятої кухарської плівки або паперу, або ж потік повітря (аналогічно до гри на флейті). На відміну від цього ми [14] пропонуємо студентам для дослідження скористатися сигналом генератора звуку, який являє собою окремі імпульси, у кожному з яких частота звукового сигналу змінюється на задану величину, тобто фактично – це сигнал генератора частоти, що качається [15]. Перевагою використання такого сигналу є можливість його легкого виокремлення на фоні шуму. Для фіксації інтенсивності звуку необхідно завантажити безоплатний застосунок

Spectiod (для Android) або SignalScope X (для iPhone, iPad, Mac). За результатами проведених студентами досліджень обчислена швидкість звуку лежала в межах 334 – 358 м/с, а показник адіабати повітря 1,34 – 1,46, що корелює з довідковими даними.

При вивченні теми «Коливальні процеси» студентам було запропоновано виконати дослідження загасаючих коливань за допомогою смартфона, підвішеного на пружній нитці. Прискорення смартфона при здійсненні коливань вздовж вертикалі фіксується датчиком прискорення та відображається на сторінці «Прискорення без g» застосунку PhyPhox. Застосування MS Excel або таблиць Google дозволяє підібрати значення періоду (циклічної частоти ω) загасаючих коливань та коефіцієнта загасання β. За цими даними обчислюються власна частота коливань маятника ω_0, логарифмічний декремент загасання та добротність. При відомій масі смартфона можна також обчислити коефіцієнт пружності нитки підвісу k, що дозволяє порівняти значення власної частоти коливань, визначеної як $\omega_0^2 = \omega^2 + \beta^2$ та як $\omega_0^2 = k/m$.

Описані домашні дослідження пропонувалися студентам у 2022/23, 2023/24 та 2024/25 навчальних роках. Оскільки такі експерименти не передбачені навчальними планами технічного університету, то студенти виконували їх за власним бажанням. За правильне виконання були передбачені додаткові рейтингові бали (в силабусі – заохочувальні бали).

Незважаючи на можливість одержання додаткових балів запропоновані експерименти виконували від 40 % до 60 % студентів. За результатами опитування було встановлено, що основними причинами невиконання домашніх досліджень були: брак часу (55 %), відсутність необхідного обладнання (25 %), боязнь самостійного експериментування (5 %), особисті обставини (15 %). Ті ж студенти, котрі виконали завдання домашніх лабораторних робіт, констатували їх суттєвий вплив на розуміння фізичних концепцій та висловили зацікавленість у продовженні подібних досліджень.

Висновки

Підводячи підсумки, можна сказати, що домашні лабораторні роботи є тією формою роботи студентів, яка сприяє кращому розумінню фізичних концепцій, набуттю експериментаторських умінь, розвиває винахідливість. Деякі із запропонованих робіт (визначення швидкості звуку та перевірка барометричної формули) можуть бути використані як при дистанційному, так і при очному навчанні.

Посилання

1. Мендерецький В. В. Навчальний експеримент в системі підготовки вчителя фізики: Монографія. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Поділ.держ.ун-т, ред.-вид.від., 2006. -256 с.
2. Kuhn J., Vogt P. (eds.), Smartphones as Mobile Minilabs in Physics. [Електронний ресурс] https://doi.org/10.1007/978-3-030-94044-7.

3. Lang V., Šorgo A. Smartphone sensors: a valuable tool for scientific experiments. DOI: 10.21125/inted.2024.0185.
4. Delabre U. Smartphonique: expériences de physique avec un smartphone. 2019. Dunod. https://books.google.com.ua/books?id=-J-cDwAAQBAJ.
5. https://www.uchtech.com.ua/ua/index.html
6. Подласов, С., Долянівська, О., & Матвійчук, О. (2024). Домашній експеримент при вивченні динаміки твердого тіла в курсі фізики технічного університету. *Фізико-математична освіта*, *39*(1), 43–48. https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i1-06
7. https://physlets.org/tracker/
8. Подласов, С., & Снарський, А. (2025). Домашній експеримент по перевірці співвідношення компонентів тензора інерції тонкої пластини. *Фізико-математична освіта*, *40*(2), 43–48. https://doi.org/10.31110/fmo2025.v40i2-06.
9. http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-9.pdf
10. Podlasov, S. (2024). Determining the density and molar mass of air in a home experiment. *Фізико-математична освіта*, *39*(3), 75–80. https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i3-10
11. https://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-26.pdf
12. Monteiro M., Stari C., Martí C. A. A home-lab experiment: resonance and sound speed using telescopic vacuum cleaner pipes arXiv:2208.02671v1 [physics.ed-ph] 4 Aug 2022 https://arxiv.org/pdf/2208.02671.
13. Hirth M., Kuhn J., Müller A. Measurement of sound velocity made easy using harmonic resonant frequencies with everyday mobile technology. The Physics Teacher 53, 120–121 (2015) https://doi.org/10.1119/1.4905819
14. Подласов, С., & Снарський, А. (2024). Домашній експеримент по визначенню відношення теплоємностей C_P/C_V для повітря. *Фізико-математична освіта*, *39*(4), 28–32. https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i4-04.
15. https://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/My-Sound-03.html

THE USE OF STANDARDIZED TESTING TECHNOLOGY USING CLOSED-TYPE TEST TASKS AT THE DEPARTMENT OF PROSTHETIC STOMATOLOGY

Senior Lecturer Olena A. Romashkina
Department of Prosthetic Stomatology
National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia, Ukraine

In the conditions of quarantine and martiallaw in Ukraine, the possibility of conducting simultaneous comprehensive checking the students' knowledge in various sections of dentistry, in particular prosthetic stomatology, has become necessary to create a sufficient number of test tasks of various levels of complexity, intended for independent work of students with subsequent discussion of them with the teacher.

A test task (TT) is a component of the test that meets there commendations for the formation of test tasks, with which the student (during the test) performs a certain action, and its result is recorded in the form of a separate answer that is evaluated by the established number of points. The paper and the interactive closed-type tasks have become popular among students: 1 – with one correct answer, in which the condition of the task is given, and there is one correct answer, i.e. the key, and four incorrect ones, i.e. distractors [1].

The condition of the task is a question, or an unfinished statement. The student's task is to choose the correct answer using the knowledge obtained during the study of the academic discipline; 2 – tasks for establishing the correct sequence, when the studen tmust establish the correct sequence of actions from the proposed unregulated sequence. Such tasks are used to test the knowledge of the sequence of certain actions, for example, clinical and laboratory stages of manufacturing the dentures. They help to form algorithmic thinking as well as knowledge and skills in students.

Tasks for establishing the correct sequence can be used to control students' knowledge and skills, as well as a means of learning.The content of the test should be such that to select the key it is enough to recall and apply only what was heard in the classes and read in the literature recommended for study [2].

Distractors simulate the typical errors that students make when performing the corresponding tasks. The function of distract is also to help the teacher assess how accurately the tested person understands the educational material, and not just randomly chooses the answer. Tests of this type are included in the STEP-2 Stomatology licensing exam, therefore they help the student to prepare for it qualitatively. Such tests are acceptable for students because finding the correct answer among the incorrect ones is easier than formulating such an answer on their own. In addition, the prevalence of test with one correct answer is explained by the convenience of their form for automating the control of educational achievements. In addition, test cases of this type can be successfully used to test knowledge of both theoretical material and practical skills [3].

Test cases are provided taking into account their level of complexity. Test cases of the first level of complexity are used to test the assimilation of educational material at the "recognition" level. These include tasks for recognition, or distinction, classification of objects, concepts, phenomena. Recognition tasks involve a choice from the alternative "yes - no". Discrimination tasks containmany variant answers. Tasks of the second level of complexity are used to check the quality of assimilation of educational material at the level of reproductive activity, on the basis of which the student is able to independently reproduce the acquired knowledge and practical skills, and use them in typical situations that do not require the creation of new information. Tasks of the third level of complexity are used to check the quality of assimilation of material at the level of productive activity, on the basis of which the student is able to apply the acquired information to make his/her decisions in the atypical situations. These include atypical tasks for the application of knowledge in the real practical activities; Tasks of the fourth level of complexity are used to identify the student's ability to make his/her decisions in the problematic, unpredictable situations. Their solution involves a creative approach, in which case an objectively new result is created. It is impossible to create a reference answer for them, therefore, they must be checked by the experts (commission).

Compared to paper-based tests, computer-based test control allows you to quickly obtain and process the results of th etest, ensure the technological feasibility of the testing procedure, and psychological comfort for a significant part of students. However, closed-form tests have certain disadvantages, namely the ability to guess the correct answer. The teacher cannot always see the nature of the error and the student's reasoning. Some characteristics of knowledge, skills, and abilities cannot be identified through testing. That is, the teacher should remember about combining test technologies for monitoring success with the traditional ones.

References

1. Крівцов В. Дистракторний аналіз тестових завдань як засіб підвищення їхньої якості в технічних закладах вищої освіти / Крівцов В. // Нова педагогічна думка. - 2021. - № 1(105). - С. 35-42.
2. Тестові технології оцінювання компетентностей учнів: посібник / за ред. Ляшенка О. І., Жука Ю. О. – К. : Педагогічна думка, 2015. – 181 с.
3. Булах І. Є., Мруга М. Р. Створюємо якісний тест: Навч. посіб. — К.: Майстер-клас, — 2006 — 160 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ПОРАД ЯК СКЛАДНИКІВ ЕФЕКТИВНОЇ КОМУНІКАЦІЇ В НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНОМУ КОЛЕКТИВІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Асистент О.А. Стельмащук, старший викладач П.О. Стельмащук
Вінницький національний медичний університет ім.М.І.Пирогова, м. Вінниця, Україна

Безсумнівно, комунікація є одним з основних фундаментальних аспектів взаємодії людей, що відіграє свою надважливу роль у повсякденному житті та в усіх сферах суспільства. У робочому середовищі ми не можемо уникати спілкування з нашими колегами та керівництвом, тому організаційний успіх будується на ефективній комунікації, що сприяє загальній продуктивності та співпраці в науково-педагогічному колективі закладів вищої освіти. В сучасному світі поняття ефективної комунікації полягає в цілеспрямованій взаємодії розуміння співрозмовника, а застосування порад як складників даного явища сприяє розвитку та встановленню контактів, вивченню особистісних особливостей, виникнення позитивних взаємовідносин та ін.

Постановка проблеми. Комунікація – це суть людської взаємодії, потужний інструмент, який перетинає всі кордони, культури та час. Це процес, який передбачає не лише обмін словами, а й невербальні сигнали, емоції та розуміння. Ефективна комунікація відіграє надважливу роль у кожному аспекті суспільного життя людини, будь то особистісні стосунки, суспільні взаємодії або професійне співробітництво. У сучасному стрімкому сьогоденні застосування порад як складників ефективної комунікації є дуже важливим для успіху та продуктивності будь-якого працівника на робочому місці в науково-педагогічному колективі закладів вищої освіти. Крім цього, ефективна комунікація робить великий внесок у співпрацю та командну роботу, запобігає та сприяє вирішенню конфліктів, залучає в активний процес більшу кількість співробітників, вибудовує довірливі взаємовідносини, дає розуміння чіткого керівництва та узгодження, а також розвиток креативності та інноваційних ідей серед співробітників [1].

Ефективна комунікація – це основа, на якій будуються довговічні організації та колективи. Це ключовий елемент, який об’єднує кожен куточок організацій, таких як науково-педагогічні колективи закладів вищої освіти, адже саме цей зв’язок сприяє відчуттю єдності та спільної мети в роботі. Завдяки їй кожен може співпрацювати для досягнення спільного результату, підвищуючи загальну продуктивність та ефективність науково-педагогічного колективу. Ефективна комунікація є складним завданням на робочому місці, оскільки навколо спільної мети зібрані різні світогляди. Застосування різноманітних порад дає можливість ефективно комунікувати та відігравати значну роль у співпраці, науково-педагогічні працівники повинні використовувати їх для сприяння гармонізації робочого середовища, це

допомагає краще створити міцний зв'язок між колегами. Використання ефективної та чіткої комунікації сприяє певним очікуванням та взаєморозумінню між працівниками, тим самим мінімізуючи непорозуміння та недовіру [2]. Довірливі відносини на робочому місці є ключем до підвищення продуктивності науково-педагогічних працівників та залученості їх в колективі. Без цього колектив не може ефективно масштабувати свої зусилля та будувати чітку культуру спілкування, взаємна довіра має бути на кожному рівні. Проте довіра не виникає в один момент — вона базується на основі послідовних дій, таких як відкрита ефективна комунікація та прагнення до прозорості взаємовідносин. Розвиток довіри є важливим для трансформації динаміки робочого місця та створення середовища, де співробітники відчувають себе частиною колективу [3].

Актуальність дослідження. Актуальність формування ефективної комунікації є першочерговою та незаперечливою, випливаючи вже з самого змісту даної складової. Аксіоматичним на сьогодні є те, що кожен науково-педагогічний колектив закладів вищої освіти не може повністю існувати без такого виду спілкування, спираючись та розуміючи застосування порад ефективної комунікації в робочому середовищі з поглядом у майбутнє. Ефективна комунікація відіграє особливо важливу роль у цьому аспекті, вона допомагає не лише в поширенні інформації серед колег, але й у координації завдань та їх виконання. Коли комунікація в колективі є чіткою та відкритою, вона прокладає шлях до здорової організаційної культури, де кожен співробітник відчуває себе почутим, зрозумілим та цінним. Насправді, важливість ефективної комунікації в науково-педагогічних колективах закладів вищої освіти важко переоцінити. Це активний процес, який забезпечує позитивне середовище та створює стабільне функціонування, що сприяє виникненню інноваційних ідей та зростанню кожного з працівників.

В усьому світі, так як і у нашій державі увага науковців фокусується на вивченні різних наслідків ефективної комунікації в колективах науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти, що має вплив на загальну організаційну динаміку в колективі та окремо колег. Важливо не просто обмінюватись інформацією, йдеться про розуміння намірів та емоцій, які слідують за викладенням інформативної складової. Завдяки ефективній комунікації працівник має змогу чітко передати повідомлення, бути вислуханим та зрозумілим, отримавши вичерпне значення сказаного.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В багатьох науково-методичних розробках, присвячених різним проблемам сучасного суспільства, поряд з представниками різноманітних суспільних напрямків розглядається також і розуміння застосування порад як складників ефективної комунікації в колективах науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти. На перший погляд, ефективна комунікація має бути інстинктивною, але часто, коли люди намагаються комунікувати між собою, спілкування іде хибним шляхом, що часто призводить до виникнення розчарувань, непорозумінь та навіть конфліктних ситуацій. Тому, оволодівши

ефективними комунікативними порадами щодо розуміння спілкування, поглиблюються зв’язки поміж колегами, виникає довіра та повага, покращується загальне соціальне та емоційне здоров’я. На сучасному етапі значна кількість науковців займається проблемами ролі та місця ефективної комунікації в сучасному світі та в колективах окремо. Серед дослідників слід визначити як закордонних, так і вітчизняних вчених, таких як Шачі [4], Малинка М. [5], Ліпич Л. та Волинець І. [6], Германюк Н. [7].

Шачі говорить, що вміння спілкуватися легко для деяких здається звичною справою, тоді як для інших це найбільший виклик. Комунікація відбувається щодня, але всерівно це складно та інколи навіть неприємно. Однією з причин може бути те, що часто колеги занадто емоційно та особистісно занурені в певну ситуацію, що призводить до втрати можливості ефективно комунікувати, ймовірно, стикаючись з одним із бар'єрів у спілкуванні, який може вплинути як на професійні стосунки в колективі, так і на особисті взаємовідносини. Використання ефективної комунікації усуває плутанину, оптимізує співпрацю, підвищує загальну продуктивність та особистий моральний дух. Звучить чудово, але вміння ефективно комунікувати не завжди легко для всіх, та і цілком зрозуміло. Так як кожна людина стикається з різним ситуаціями та досвідом як у робочому колективі, так і в повсякденному житті, це може залежати від вміння людини долати перепони на шляху до ефективної комунікації. Тому якщо виникають проблеми ефективної комунікації в колективі, потрібно спробувати подолати поширені перепони ефективної комунікації, які можуть стати на вашому шляху [4].

Малинка М.М. стверджує, що найкращим засобом для попередження виникнення суперечливої ситуації на робочому місці є ефективна комунікація. Спілкування в більшості випадків є успішним, якщо використовувати різні види комунікації. Науковці наполягають на тому, що більшість інформації передається за допомогою невербального рівня. Для ефективної комунікації завжди необхідно враховувати психологічні особливості співрозмовників. Намагаючись за допомогою ефективної комунікації зняти напругу між працівниками в колективі, потрібно намагатися завжди об’єктивно розглядати ситуацію, нікого не ображати та не принижувати. Необхідно раціонально організувати роботу колективу, створюючи таким чином сприятливий соціально-психологічний клімат, завчасно вирішувати суперечки за допомогою ефективної комунікації [5].

Ліпич Л. та Волинець І. у своїх дослідженнях встановили, що в залежності від структури певної організації найважливішими з точки зору підвищення ефективності комунікації є організаційна формалізація та централізація. Також доведено, що основними організаційними бар’єрами в комунікаційному процесі через некоректно визначені масштаби централізації є: наявність надмірних інформаційних ресурсів або відсутність повної інформації, некоректне використання людського ресурсу на середньому та нижчому рівнях, низький рівень організаційної незалежності підрозділів

нижнього рівня. Результати опитування довели, що надмірний рівень централізації викликає спіраль залежностей: підвищення тиску на нижчі структури управління, як наслідок виникнення подальшої централізації. Децентралізація забезпечує точність прийняття рішень, місце прийняття рішень максимально наближене до місця виникнення проблем. Формалізація має позитивний вплив на процес ефективної комунікації всередині організацій, які знаходяться на етапі виникнення та розвитку, впорядковує потік інформації та сприяє її направленню в правильне русло. Це дозволяє легше координувати та ефективніше комунікувати зі співробітниками в колективі. Масштаби виникнення бар'єрів ефективного комунікативного процесу залежать від розміру та розвитку діяльності певних колективів [6].

Германюк Н. вважає, що ефективний комунікативний процес в колективі базується на обміні інформацією між усіма ланками комунікування. Реалізується він під час взаємодії керівництва з підлеглими шляхом зворотного зв'язку, який суттєво поліпшує управлінські можливості. Комунікації в будь-якому колективі багатогранні та складні, завжди тісно перетинаються з його спеціалізацією. На результат обміну даними впливає необхідність врахування певних комунікативних бар'єрів та їх подолання. Поглиблення ефективних комунікативних здібностей в галузі доступності інформативного простору покращує ефекти професійної активності колективу. Започаткування ефективного комунікативного зв'язку забезпечує гнучкість, креативність та фантазійність в застосуванні методик щодо розв'язання поставлених задач. Продуктивна реалізація ефективної комунікації в колективі наявна лише за умови плідного співробітництва усіх колег в колективі. Якісно налагоджені та ефективні комунікації створюють умови для повного розкриття потенціалу усього колективу. Значущість своєчасного обміну даними визначається в результатах діяльності колективу та відбивається на економіці країни в цілому [7].

Виклад основного матеріалу дослідження. Так як кожна людина стикається з різним досвідом та ситуаціями у своєму повсякденному житті, а тим паче в робочому середовищі, ефект від подальшого спілкування залежить від того, наскільки буде можливо пропрацьовувати ситуації в подоланні певних перепон на шляху до ефективної комунікації. На робочому місці дуже важливо мати хороші комунікативні навички, це допоможе загальній синергії колективу вийти на новий рівень ефективної комунікації. Тому для того, щоб покращити спілкування з колегами в науково-педагогічному колективі закладів вищої освіти, потрібно дотримуватись певних порад, які дозволять ефективніше комунікувати [9].

Порада 1. Стати активним слухачем в діалозі. При комунікації з іншими, часто зосередження на тому, що маємо сказати. Але ефективна комунікація — це не тільки розмова, а і слухання, тобто розуміння емоцій. При спілкуванні таким чином знижується відчуття стресу та відбувається підтримка фізичного та емоційного благополуччя. Коли мета полягає в тому, щоб повністю зрозуміти людину та налагодити зв'язок, потрібно

максимально зосередитись на мовцеві, залишаючись зосередженим на миттєвому досвіді, щоб вловити важливі невербальні підказки в розмові та тонкі нюанси. По можливості намагатись уникати переривання розмови та показати інтерес до почутого. Також дуже важливим є забезпечення зворотного зв'язку та відчуття емоцій за словами, адже саме вищі частоти людської мови транслюють емоції.

Порада 2. Намагатись зрозуміти, що заважає ефективно комунікувати. Коли людина перебуває в стані стресу або емоційного напруження, можливе неправильне сприйняття інших людей, тому потрібно навчитися швидко заспокоюватися, перш ніж продовжувати розмову. Також виникають проблеми, коли відсутня зосередженість при виконанні багатьох завдань одночасно, тому ефективна комунікація досягається шляхом уникнення відволікань та розосередженності. Не останню роль в досягненні ефективної комунікації відіграє мова тіла, адже невербальне спілкування має підкріплювати сказане, а не суперечити йому.

Порада 3. Особливу увагу приділяти невербальним сигналам. Ефективна невербальна комунікація, яка включає в себе міміку, жести та рухи, поставу, тон вашого голосу, дихання, зоровий контакт дає змогу розвитку здатності розуміти та використовувати невербальне спілкування як орієнтир у складних ситуаціях та вибудові кращих стосунків в колективі. Дослідження довели, що невербальні сигнали становлять майже 55% усього комунікування [8]. Потрібно обов’язково пам’ятати про індивідуальні відмінності. Співрозмовник може бути з іншої країни чи іншого культурного походження, де, як правило, застосовують інші невербальні жести комунікування. Бажано уникати негативної мови тіла, на противагу цьому використовуйте позитивні жестові сигнали, демонструючи таким чином впевненість.

Порада 4. Майте змогу заявити про себе. Намагатись бути наполегливим значить висловлювати власні думки, при цьому відстоюючи себе та поважаючи оточуючих. Ефективна комунікація — це з розумінням відноситись до співрозмовника, при цьому цінуючи свої можливості, бажання та потреби. По можливості вираження негативних думок має іти в позитивному світлі, при цьому зберігаючи повагу до співрозмовника. В певних ситуаціях навчіться казати «ні», знаючи межі пошуку альтернативи, для задоволення результатів комунікування. Емпатійне твердження передає чутливість для розпізнання ситуації при висловлюванні певної думки, а ескалація - при використанні невдалих спроб може містити в собі окреслення наслідків при незадоволені. Використання наполегливості у ситуаціях з меншим ризиком призводить до зміцнення своєї техніки впевненості

Порада 5. Бажано тримати стрес під контролем. Тільки тоді, коли стан організму є розслаблений та спокійний, можна зрозуміти, чи потребує ситуація певної реакції, або ж сигнали співрозмовника вказують на те, що краще промовчати. Важливо взяти під контроль свої емоції, це дасть змогу та можливість ефективно спілкуватися під натиском. Щоб ефективно

комунікувати, зберігаючи спокій, підійде використання тактики зволікання, це дасть можливість виграти час, щоб подумати та зробити паузу, зібратись з думками. Ефект мовчання — це часто дуже добре, так як короткотривала пауза може змусити вас краще контролювати ситуацію, ніж поспішна відповідь. Вимова має бути чітка, збережений рівний тон та встановлено зоровий контакт зі співрозмовником. При цьому мова тіла має бути відкритою та розслабленою. Час від часу підсумовуйте відповідь, припиняючи розмову на короткий термін. При загостренні розмови потрібно знижувати емоційне напруження, це дасть змогу безпечно проаналізувати сильні емоційні відчуття, при цьому поводячись гідно. Коли оточення починає сприймати бесіду занадто серйозно, шукайте гумор в ситуації. При правильному використанні гумор є чудовим способом зняти стрес під час спілкування, поділившись кумедним жартом. Іноді будьте готові йти на компроміс, адже саме компроміс може бути хорошим започаткуванням майбутніх дружніх стосунків [10].

Висновки та перспективи подальших розвідок. Шляхом теоретичного аналізу та аналізу соціальних викликів, які вказують на складність даного питання та важливу необхідність комплексного підходу до його вирішення було виявлено, щоб мати дружній та ефективний колектив науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти, часто доводиться думати про застосування порад як аспектів ефективної комунікації. Поради щодо ефективної комунікації залежать від того, з ким відбувається спілкування, а також мети спілкування. Різні поради ефективної комунікації підходять для різних ситуацій і тільки співрозмовник може вирішити, які з них є найкращі для найефективнішої комунікації. Використання порад щодо ефективної комунікації змінюватимуться залежно від людей, які спілкуються один з одним, теми обговорення та контексту спілкування. Це стане в нагоді при допомозі співробітникам в науково-педагогічному колективі закладів вищої освіти зрозуміти ключові цінності колег, такі як планування, роздуми та навички.

На робочому місці потрібні сильні вербальні навички, певний словниковий запас та ясність висловлювання, так як використання мови для спілкування є ефективним способом обміну інформацією між колегами, а невербальне спілкування допомагає зрозуміти, як можуть почуватись інші та про що вони можуть думати. Невербальна ефективна комунікація зазвичай не використовується сама по собі, адже важливо враховувати також стиль жестового спілкування та спосіб висловлювання.

Активне слухання є важливою частиною ефективної комунікації, оскільки тоді по-справжньому виникає взаємодія зі співрозмовником.

Візуалізація ефективної комунікації часто буває потужним способом передачі інформації. Це стало можливим завдяки розвитку технологій, а це значить, ефективна комунікація має бути креативною.

Посилання

1. Нурул Набіха Камаль Бахрейн, Сіті Наджа Райхан Сакрані, Анісафіна Майдін. Комунікативні бар'єри в робочому середовищі: розуміння впливу та викликів. *Міжнародний журнал академічних досліджень у галузі бізнесу та соціальних наук.* 2023. № 11(13). С. 1477-1503. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/375903142_Communication_Barriers_in_Work_Environment_Understanding_Impact_and_Challenges
2. Вон Т. Важливість комунікації в організаціях. 2022. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.poppulo.com/blog/importance-of-communication-inan-organization.
3. Вонг К. 11 порад як побудувати довіру на робочому місці. 2020. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.achievers.com/blog/building-trust-workplace/
4. Шачі. 5 перешкод для ефективного спілкування на робочому місці. 2022. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://shachi.co/barriers-to-effective-communication/
5. Малинка М.М. Ефективна комунікація як засіб вирішення міжособистісних конфліктів у педагогічному середовищі. *«Young Scientist»*.2019. № 9(73). С. 387-391. Режим доступу: https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/2215
6. Ліпич Л., Волинець І. Організаційні бар'єри ефективної комунікації на підприємстві. *Економічний простір*. 2024. №189. С. 98-103. Режим доступу: https://doi.org/10.32782/2224-6282/189-18
7. Германюк Н. Роль комунікацій в управлінні організаційним процесом. *Ефективна економіка.* 2021. №10. Режим доступу: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9408
8. Даніель Сачінелл. Чи має перевагу праве вухо, коли когнітивні потреби зростають? Acoustics.org. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://acoustics.org/3appa3-when-cognitive-demand-increases-does-the-right-ear-have-an-advantage-danielle-sacchinell/
9. Weger H, Castle Bell G, Minei EM, Robinson MC. Відносна ефективність активного слухання в початковій взаємодії. *International Journal of Listening.* 2014. № 28(1). С. 13–31. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/271929244_The_Relative_Effectiveness_of_Active_Listening_in_Initial_Interactions
10. Лоуренс Робінсон, Джинн Сегал, Мелінда Сміт. Ефективна комунікація. Покращення ваших міжособистісних навичок. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.helpguide.org/relationships/communication/effective-communication.

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ВІДЕО ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Зав. каф.[1]*, доц., канд. техн. наук Ю.О. Ступак*
[1]Кафедра Теорії, технології та автоматизації металургійних процесів
Нікопольський факультет (ННІ Дніпровський металургійний інститут) УДУНТ
Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)
м. Дніпро, Україна

Запровадження в Україні у 2019 р. карантинних заходів у зв'язку із загостренням пандемії коронавірусу (COVID-19) та з лютого 2022 - воєнного стану через широкомасштабну збройну агресію спонукали до масового переходу навчальних закладів на т.з. «он-лайн» режим навчання з відповідним скороченням (а подекуди – і повним скасуванням) занять в аудиторіях та збільшенням частки самостійної роботи. Вказані обставини вкрай негативно відбилися також і на можливостях проведення виробничої та переддипломної практик для здобувачів освіти, особливо - на підприємствах металургії та машинобудування, частину яких виведено з ладу або призупинено через воєнні дії або постійну загрозу життю та здоров'ю персоналу від обстрілів, які на жаль, не припиняються. На глибоке переконання автора, в умовах, що склалися, достатньо ефективним рішенням є широке використання навчальних відеоматеріалів різного гатунку (мультимедійні презентації, анімації, відеолекції, відеофільми про роботу технологічного обладнання тощо), що було показано в попередніх публікаціях [1,2 та ін.]. Але ж для формування у здобувачів освіти ключових компетентностей, або принаймні чітких уявлень про суть тих чи інших технологічних процесів, при проектуванні та виготовленні відеоматеріалів навчального призначення слід враховувати декілька важливих аспектів.

Так, Д. Бучинська з колегами, враховуючи досвід інших дослідників, рекомендують обов'язково брати до уваги особливості сучасного покоління учнів та студентів, оскільки «…сучасний та майбутній студент значно відрізняються від своїх попередників. Молодь народжується та зростає в цифровому суспільстві. Способи отримання, опрацювання, передавання даних значно різняться від тих, до яких звикли викладачі покоління «Х» та «У»…» [3, 4] і це не можна не враховувати при розробці навчального контенту, в т.ч. з використанням відео.

Зазначені риси сучасного покоління, а також інші, не менш важливі аспекти, що обумовлені психофізіологічними особливостями когнитивної діяльності людського мозку, були покладені в основу дидактики створення сучасних навчальних матеріалів з використанням відео. Розвитку уявлень про особливості сприйняття інформації в мультимедійному форматі та апробації відповідних педагогічних технологій та продуктів сприяли чисельні наукові роботи професора Каліфорнійського університету Санта-Барбара (UCSB)

Річарда Майєра. Перш за все – когнітивна теорія мультимедійного навчання (в англомовній періодиці - The Cognitive Theory of Multimedia Learning / CTML /), розробку якої він розпочав ще на початку 2000-х і веде її дотепер разом зі своїми аспірантами [5, 6 та ін.]. Вказана когнитивна теорія мультимедіа базується на трьох базових припущеннях, отриманих з когнітивної науки: подвійні канали, обмежена ємність і активна обробка (рис. 1).

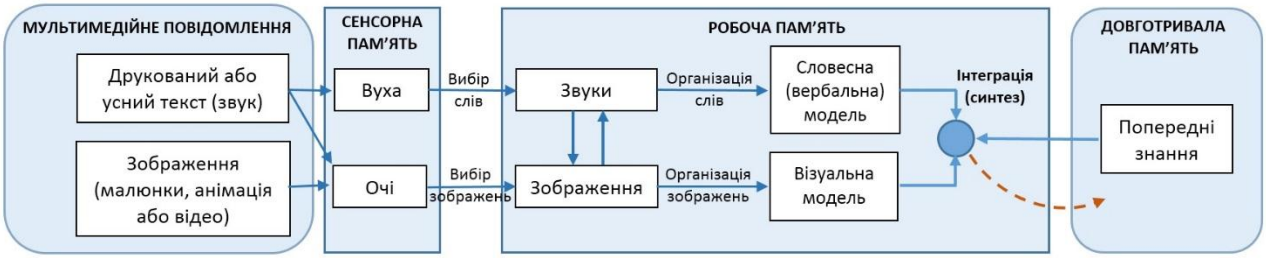


Рис. 1. Когнітивна теорія мультимедійного навчання Р. Майєра (відтворено за [5] з уточненням автора)

Припущення про подвійні канали полягає в тому, що люди мають окремі, але взаємодіючі канали для обробки слухової/вербальної інформації та графічної/візуальної інформації (такої як голос і анімація відповідно). Припущення щодо обмеженої ємності полягає в тому, що люди можуть обробляти лише кілька фрагментів інформації в кожному каналі одночасно. Припущення про активну обробку полягає в тому, що осмислене навчання відбувається, коли учень бере участь у відповідній когнітивній обробці під час навчання, включаючи вибір відповідного матеріалу для вивчення, подумки організовуючи вхідний матеріал у зв'язне представлення в робочій пам'яті та подумки з'єднуючи його з відповідними уявленнями та з відповідними попередніми знаннями, активованими з довгострокової пам'яті.

Відповідно до теорії мультимедійного навчання Р. Майєра мультимедійне навчальне повідомлення (навчальний матеріал) надходить до когнітивної системи учня через його органи зору та слуху. Надруковані слова та графіка (відео) ненадовго зберігаються в зоровій сенсорній пам'яті, а вимовлені слова ненадовго зберігаються в слуховій сенсорній пам'яті. Коли ці зображення зникають, учень може звернути увагу на частину матеріалу, що передається в робочу пам'ять для подальшої обробки. У робочій пам'яті учень може організовувати графічні матеріали в графічну модель, а вербальний матеріал – у вербальну модель і інтегрувати відповідні графічні та словесні образи один з одним та з відповідними (попередніми) знаннями (досвідом) з довгострокової пам'яті. Результатом повинні бути значущі знання, що зберігатимуться в довгостроковій пам'яті та можуть бути застосовані в нових ситуаціях.

На переконання автора перехід т.з. «значущих» знань до довгострокової пам'яті (на рис. 1 показаний червоною пунктирною стрілкою), що передбачає теорія Р. Майєра, на справді може і не відбутися. Поєднання нової інформації з довгостроковою пам'яттю (т.з. консолідація в термінах когнітивної психології)

потребує окрім високої мотивації того хто навчається та ефективних дидактичних прийомів навчання, ще цілої низки умов, щодо яких у дослідників до сьогодні немає усталеного погляду [7]. Єдине, з чим ніхто не сперечається – для кращого запам'ятовування бажано повторювати одне й те саме кілька разів, що сприяє підсиленню синаптичних зв'язків у певних ділянках мозку.

В даному контексті слід зазначити важливу особливість, що притаманна саме відео – на відміну від прослуханої лекції може бути неодноразово переглянуте. Питання на кшталт «А яким повинне бути навчальне відео, щоб його хотілося декілька разів переглянути?» в даному контексті є зовсім не зайвим. Доволі слушною відповіддю на це питання можна вважати висновки авторів, що досліджували окремі популярні МООС (англ. - Massive Open Online Course — масові відкриті онлайн курси). Окрім словосполучення «sticky МООС» (англ. – липкий МООС), як характеристики для навчальних курсів, що здатні «приклеїти» до себе увагу потенційних слухачів. Найбільш важливими умовами для створення дійсно «липких» МООС були названі наступні [8]:

- концептуальна ясність і важливість. Студенти (учні) повинні відчувати, що курс містить дійсно важливі знання, засновані на фактах, що мають практичне значення для їхнього життя;
- високо цінуються викладачі, які говорять чітко, але тепло і привабливо;
- оцінювання є очікуваною частиною навчання, і студенти цінують, коли тести допомагають їм вчитися;
- студенти відчувають себе комфортно, коли матеріал не надто складний, представлений невеликими частинами, якими можна легко орієнтуватися за допомогою різноманітних шляхів, і коли матеріал можна завершити у зручний час протягом кількох тижнів.

До наведеного вище слід додати окремі важливі аспекти, перевірені автором на практиці, а саме:

- бажано, щоб навчальне відео було створене на підприємствах, які є потенційними роботодавцями для здобувачів освіти або пов'язане з місцем їхньої роботи (для тих, хто суміщає навчання й роботу);
- необхідною умовою та запорукою належної якості відеоконтенту є тісна співпраця творців відео з представниками підприємств на всіх етапах – від підготовки та узгодження сценарію до отримання критичних зауважень щодо змісту завершеного фільму;
- навчальне відео повинне сприяти формуванню у здобувачів освіти необхідних компетентностей та програмних результатів навчання, задекларованих у відповідній освітній програмі та стандарті вищої освіти, покладеному в її основу при розробці (за наявності).

Посилання

1. Ступак Ю.О. Розробка і використання навчальних відеоматеріалів, відзнятих в умовах діючого виробництва (як додаткового навчально-методичного забезпечення освітніх компонент ОПП Металургія "Основи обробки металів" та "Основи металургії") / V Міжнар. конф. "Інноваційні технології в науці та

освіті. Європейський досвід" (29 листопада, 2022, Дніпро, Україна). Електронне видання. – Дніпро, Журфонд, 2022. –С. 88-99.
2. Ступак Ю. О. Щодо методології проектування і створення відеоматеріалів для використання в навчальному процесі технічного університету / Інженерні та освітні технології. 2024. Т. 12. № 4. С. 28–41. https://eetecs.kdu.edu.ua/tom12-no4/eetecs2024-012-4-03/ DOI: https://doi.org/10.32782/2307-9770.2024.12.04.03.
3. Бучинська Д.Л. Використання відео в навчальному процесі – потреба сьогодення. Матеріали Міжнародної конференції «Open educational e-environment of modern University" – 2015». Інституційний репозиторій Київського ун-ту Б. Гринченка. URL: https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint /18703/2/D_Buchynska_OPENEDU_1_NDLIO.pdf (дата звернення 02.01.2025).
4. Вембер В.П., Бучинська Д.Л. Сучасні типи навчального відео та особливості їх використання у навчальному процесі // Освітологічний дискурс. – 2016. - №1. – С. 19-29 URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/osdys_2016_1_5 (дата звернення 02.01.2025).
5. Richard E. Mayer The Past, Present, and Future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning // Educational Psychology Review (2024) 36:8. URL: https://doi.org/10.1007 /s10648-023-09842-1 (дата звернення 02.01.2025).
6. Richard Mayer. Publications. URL: https://www.researchgate.net/profile/Richard-Mayer-4 (дата звернення 02.01.2025).
7. Roeslera R., McGaugh J.L. Memory Consolidation // Encyclopedia of Behavioral Neuroscience, 2nd ed. -2019. –P. 462-469.DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.21493-4.
8. Barbara A. Oakley, Debra Poole, MaryAnne Nestor. Creating a sticky MOOC // Online Learning. - Vol. 20. - Issue 1 (March 2016). - P. 1-12. URL: https://olj.onlinelearningconsortium.org/index.php/olj/issue/view/48 (дата звернення 02.01.2025).

LEVERAGING AI IN DIGITAL LEARNING ENVIRONMENTS FOR WAR VETERANS' PROFESSIONAL RETRAINING

Assoc. Prof., Candidate of Pedagogical Sciences V. V. Tkachuk
Assoc. Prof., Candidate of Pedagogical Sciences Yu. V. Yechkalo
Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine

The professional retraining and social adaptation of war veterans represent one of the most pressing challenges in post-war recovery, particularly in Ukraine's current wartime and post-war context. Military service creates a significant disconnection from civilian professional environments, resulting in the degradation or obsolescence of previous qualifications and the erosion of professional networks essential for employment [1]. This situation is further complicated by the psychological and social adjustments veterans must navigate when transitioning to civilian life amid drastically altered social status, working conditions, and environmental factors.

Current retraining initiatives for veterans in Ukraine lack systematic organisation and comprehensive coverage, with many programs implemented as short-term, situational responses by non-governmental organisations that fail to produce sustainable results [2]. The absence of a cohesive, accessible system creates barriers to effective professional reintegration, contributing to concerning social outcomes, including unemployment and psychological distress [3]. Research indicates that unemployed veterans face significantly higher risks of adverse psychological outcomes, highlighting the critical importance of adequate professional retraining and employment support [4].

Developing the "Electronic Mentor" environment focuses on creating a digital learning environment that leverages artificial intelligence to provide personalised, accessible educational experiences for veterans. The environment incorporates various AI-enhanced components, including adaptive learning systems, virtual mentorship, psychological support modules, skills assessment and matching, and progress monitoring with prediction capabilities. The development process involves collaboration between education specialists, AI developers, psychologists, and veterans' representatives to ensure that the environment addresses the specific needs of the target population.

The content development strategy focuses on creating comprehensive, accessible educational materials that can be effectively delivered through the mobile learning environment. The curriculum spans psychological and pedagogical preparation, legal education, social adaptation, physical and health education, and professional training in high-demand fields such as information technology, electrical engineering, mechanical engineering, and manufacturing technology.

Implementation involves a phased approach, beginning with prototype development and pilot testing before scaling to broader applications. The strategy emphasises integration with existing support systems for veterans, including government services, employment centres, and educational institutions. The evaluation framework assesses the effectiveness of the AI-enhanced "Electronic Mentor" environment through multiple dimensions, including learning outcomes, user experience, employment outcomes, psychological well-being, and system performance.

The proposed conceptual framework establishes an integrated AI structure for adaptive veterans' retraining within the "Electronic Mentor" mobile learning environment. This structure comprises interconnected AI components that collectively create a comprehensive, personalised retraining experience. The framework begins with assessment and profile generation. AI-powered evaluation tools conduct initial skills assessment, psychological profile development through natural language processing, learning style identification, and creating a comprehensive digital profile that serves as the foundation for personalisation.

This profile information enables adaptive learning pathway design. AI drives curriculum mapping based on individual profiles and labour market needs, generates personalised learning sequences that optimise skill development, selects dynamic content that adapts to learning progress, and integrates multiple learning

modalities based on effectiveness patterns. Throughout the learning process, intelligent tutoring and support are provided through virtual mentors powered by advanced language models, cognitive apprenticeship through AI-guided problem-solving, just-in-time feedback mechanisms, and scaffolded learning supports that adjust based on demonstrated mastery.

Progress monitoring and intervention features include continuous assessment through performance analytics, early warning systems that identify potential learning challenges, automated remediation suggestions, and progress visualisation with goal-setting assistance. As veterans complete their retraining, career transition support provides labour market analysis that identifies emerging opportunities, skill-to-job matching algorithms that connect veterans with potential employers, resume and interview preparation assistance, and ongoing professional development recommendations.

This integrated structure creates a cohesive ecosystem where each AI component builds upon and enhances the others, creating a holistic approach to veterans' retraining that addresses educational and psychological transition dimensions. The framework incorporates several key AI-powered personalisation mechanisms that strengthen the effectiveness of the retraining experience, including adaptive content sequencing, multimodal learning optimisation, cognitive load management, and emotional intelligence integration.

The framework establishes a continuous adaptation system that supports veterans throughout their transition from military discharge to successful civilian employment. This begins with military commissariat integration involving initial assessment, introduction to the environment, and preliminary career guidance. Employment centre coordination follows with synchronised data sharing, integrated case management with AI-enhanced decision support, and coordinated service delivery. The "Electronic Mentor" environment then delivers comprehensive retraining with ongoing assessment and psychological support. Finally, labour market integration provides employer matching, workplace adaptation support, and ongoing professional development. This continuous system ensures seamless support throughout the transition process, eliminating gaps in service provision and creating a cohesive, integrated approach to veterans' retraining and reintegration.

The "Electronic Mentor" digital learning environment will be designed as a comprehensive platform accessible via various mobile devices. The environment incorporates responsive interface design, offline functionality, low bandwidth optimisation, cross-platform compatibility, and integrated accessibility features. The design prioritises usability, accessibility, and engagement, creating an intuitive learning environment that minimises technical barriers to participation.

Implementing AI within the "Electronic Mentor" environment involves several key components, including machine learning models for content personalisation, natural language processing for interaction and content analysis, recommendation systems for suggesting relevant content and career pathways, robust data analytics systems, and automated feedback mechanisms. The AI implementation follows principles of transparency, explainability, and user control,

ensuring veterans understand how the system operates and maintain agency in their learning journey. Preliminary results from initial implementation phases indicate several promising outcomes.

Integrating artificial intelligence in veterans' retraining offers numerous potential benefits while presenting significant challenges that must be addressed. Benefits include personalisation at scale, where AI enables highly individualised learning experiences that would be logistically impossible through traditional means; continuous adaptation, allowing learning environments to evolve in real-time based on performance and preference data; accessibility enhancement through adaptive interfaces and content delivery; psychological support integration addressing the holistic needs of veterans; and data-driven improvement through systematic analysis of learning patterns.

Challenges include ensuring reliable technical infrastructure in regions with limited connectivity or device availability, addressing varying levels of digital literacy among veterans, preventing the perpetuation of biases in AI systems, protecting sensitive personal and learning data while maintaining system functionality, and balancing technological efficiency with the essential human elements of education and support. Addressing these challenges requires thoughtful design approaches, robust ethical frameworks, and ongoing evaluation and adjustment. The implementation strategy must prioritise both technological innovation and human-centred considerations.

Developing and implementing AI-enhanced digital learning environments have significant implications for the broader landscape of veterans' retraining programs. AI-enhanced digital approaches can expand program reach to underserved populations, including rural veterans and those with mobility limitations. Automation of routine aspects enables more efficient use of limited resources and allows human instructors to focus on high-value interactions. Data-driven approaches facilitate ongoing refinement based on demonstrated effectiveness rather than assumptions. Digital platforms can more easily connect with other veteran support systems, creating cohesive service ecosystems. AI can facilitate innovative approaches to skill development that align more effectively with emerging labour market needs. These implications suggest the potential for a fundamental transformation in how veterans' retraining is conceptualised and delivered, moving from standardised programs toward adaptive, personalised learning journeys.

Thus, integrating artificial intelligence within the "Electronic Mentor" digital learning environment offers a transformative approach to veterans' professional retraining through key innovations. It delivers highly personalised adaptive learning that responds dynamically to each veteran's unique profile and career objectives, creating efficient retraining pathways impossible through traditional methods. AI establishes a continuous integrated support system that seamlessly coordinates between military commissariats, employment centres, training providers, and employers, supporting veterans throughout their transition from military service to civilian employment. Mobile-first design with offline functionality specifically

addresses practical accessibility constraints, extending reach to underserved veteran populations. Finally, whilst promising, successful implementation requires addressing significant challenges, including technical infrastructure limitations, digital literacy variations, and maintaining an appropriate balance between AI-driven efficiency and essential human support elements.

References

1. Roumell E. A., El Ahmadie S., Anderson J., Ingram A. Reinventing Selves: An Emerging Career Transition Model for Military Personnel. *New Horizons in Adult Education and Human Resource Development*. 2024. DOI: 10.1177/19394225241297795.
2. Жиленко Р. В. Соціальна адаптація військовослужбовців у сучасній науковій літературі. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*. 2019. Вип. 2(45). С. 61–69.
3. Wewiorski N. J., Gorman J. A., Scoglio A. A. J., Fukuda S., Reilly E. D., Mueller L., O'Connor M. K., Penk W. E., Drebing C. E. Promising practices in vocational services for the community reintegration of returning veterans: The individual placement and support model and beyond. *Psychological Services*. 2018. Vol. 15(2). P. 191–199. DOI: 10.1037/SER0000177.
4. Makridis C. A., Hirsch B. T. The Labor Market Earnings of Veterans: Is Military Experience More or Less Valuable than Civilian Experience? *Journal of Labor Research*. 2021. Vol. 42. P. 303–333. DOI: 10.1007/s12122-021-09321-y.

ПРАВОВІ АСПЕКТИ КАДРОВОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Доц., канд. економ. наук Є.М. Фріман,
доц., канд. філолог. наук Т.О. Радкевич
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна

Правові аспекти кадрового менеджменту – це сукупність норм і правил, що регулюють відносини між роботодавцем та працівником, та забезпечують ефективне управління персоналом в рамках закону. Вони стосуються найму, звільнення, оплати праці, трудових договорів та інших аспектів трудових відносин.

Основні правові аспекти кадрового менеджменту:

Трудові договори: Укладання, розірвання, зміна умов праці, відповідальність сторін.

Права та обов'язки працівника: Права на оплату праці, відпустку, соціальний захист, захист від дискримінації.

Права та обов'язки роботодавця:Обов'язки щодо створення безпечних умов праці, забезпечення оплати праці, ведення обліку праці.

Захист від дискримінації: Заборона дискримінації за статтю, віком, національністю та іншими ознаками.

Захист від звільнення: Звільнення за певними підставами, гарантії працівникам, які підлягають звільненню.

Облік та документація: Ведення трудових книжок, наказів про прийняття та звільнення, інших кадрових документів.

Контроль та відповідальність: Відповідальність роботодавця за порушення трудового законодавства, контролюючі органи.

Питання колективних договорів. Порядок вирішення трудових спорів: Укладання, застосування та зміст колективних договорів. Механіз-ми вирішення конфліктів між роботодавцем та працівником.

Захист персональних даних працівників: Захист інформації, яка стосується особистих даних працівника.

Правові аспекти є важливою складовою ефективного кадрового менеджменту, оскільки вони забезпечують:

1. Справедливі умови праці та захист від незаконних дій роботодав-ця (**захист прав працівників**).

2. Прозорі та передбачувані правила, що сприяють позитивному моральному клімату в колективі (**створення сприятливого клімату в колективі**).

3. Механізми вирішення конфліктів та уникнення судових позовів (**запобігання конфліктів)**.

4. Ефективне управління персоналом та досягненню цілей підприємства (з**абезпечення ефективності діяльності підприємства)**.

Відповідно до норм законодавства України, кадровий менеджмент повинен бути спрямований на:

- набір та відбір працівників (забезпечення дотримання законодавст-ва в процесі відбору кандидатів);
- розвиток та підтримку працівників (управління кар'єрою);
- забезпечення дотримання закону при звільненні працівників.

Правові аспекти кадрового менеджменту включають набір прав та обов'язків роботодавця та працівника, процедури набору, звільнення, переведення, а також умови праці, оплати праці та соціального захисту.

Ключовими джерелами та аспектами кадрового менеджменту є:

1. Кодекс законів про працю України (КЗпП), який:

- забезпечує основні права працівників та обов'язки роботодавця, регулює умови праці, оплату праці, соціальний захист, а також правила звільнення та переведення;
- детально регламентує трудові відносини, охоплює питання соціального захисту та відповідальності сторін.

2. Колективні договори:

- забезпечують додаткову правову регуляцію трудових відносин, визначають умови праці та соціального захисту, що можуть бути кращими за ті, що передбачені законодавством.

- **умови праці** – це правові аспекти, що регулюють безпеку та умови праці, включають вимоги до обладнання, технологій, охорони праці, а та-кож навчання працівників.

- **соціальний захист** – це правові норми, що забезпечують соціальні гарантії працівникам, такі як відпустки, медична допомога, пенсійне забезпечення та інші.

3. Конфіденційність – законодавство регулює питання захисту персональних даних працівників, а також конфіденційності інформації про них.

4. Створення позитивного іміджу – підприємство дотримується законів, що сприяє підвищенню його авторитету та довіри співробітників.

5. Залучення та утримання кадрів – дотримання трудового законодавства створює позитивні умови праці, що залучає та утримує кваліфікованих працівників.

6. Ефективне управління персоналом – правовий підхід дозволяє більш ефективно планувати та організовувати процес управління персоналом, оптимізуючи ресурси та досягаючи кращих результатів.

Сучасні реалії суспільного життя диктують перегляд взаємовідносин у сфері роботодавець-персонал, що зумовлено рядом об’єктивних сучасних обставин.

Правове забезпечення системи кадрового менеджменту включає:

1) розробку проектів локальних актів підприємства та/або установи;

2) підготовку пропозицій щодо зміни чинних чи скасування заста-рілих і таких, що фактично втратили силу, нормативних актів, виданих в організації з кадрових питань;

3) правову експертизу нормативних актів, розроблених в системі кадрового менеджменту (вивчення з юридичної точки зору документів на предмет виявлення положень, що порушують вимоги законодавства, погіршують становище персоналу, допускають неоднозначність тлумачення);

4) організацію систематичного обліку і зберігання актів;

5) інформування працівників про норми чинного законодавства про працю у сфері кадрового менеджменту;

6) дотримання і застосування норм чинного законодавства у сфері праці, трудових відносин;

7) роз’яснення положень чинного законодавства і порядку його застосування;

8) захист прав роботодавця та працівників.

До правових аспектів кадрового менеджменту однозначно відносять-ся сукупність нормативно-правових актів централізованого чи локального характеру, а також документи, що створюють нормативно-методичне забезпечення функціонування кадрового менеджменту як системи.

Юридичні акти у сфері кадрового менеджменту можна класифіку-вати **за сферою дії та за видом суспільних відносин,** що вони регулюють.

Юридичні акти у сфері кадрового менеджменту можна розділити **за сферою дії** на такі складові:

1. Централізовані акти, а саме:

1.1. Кодекс законів про працю України[1];

1.2. Закон України «Про колективні договори і угоди» [2],

1.3. Закон України «Про порядок вирішення колективних трудових спорів (конфліктів)» [3];

1.4. Закон України «Про професійні спілки, їх права і гарантії діяльності» [4];

1.5. Закон України «Про зайнятість населення» [5],

1.6. Закон України «Про оплату праці» [6].

2. Акти локального регулювання (колективний договір, правила внутрішнього трудового розпорядку, накази роботодавця з кадрових питань, положення про структурні підрозділи, посадова інструкція тощо).

За видом суспільних відносин, що вони регулюють, юридичні акти у сфері кадрового менеджменту можна класифікувати за такими видами відносин:

1) відносини щодо добору та розстановки кадрів;

2) відносини щодо координації роботи;

3) трудові (службові) відносини;

4) відносини у сфері соціального захисту;

5) відносини щодо розгляду трудових спорів тощо.

Співробітники відділу кадрів постійно використовують у кадровій практиці зазначені та інші нормативно-правові акти, вдосконалюють такі кадрові процедури, як переведення чи переміщення працівників, зміна істотних умов праці, оформлення сумісництва (суміщення), відсторонення працівника від роботи, звільнення з роботи, оформлення відряджень, про-ведення атестації персоналу, оформлення процедури притягнення до дис-циплінарної (матеріальної) відповідальності, підвищення кваліфікації то-що [7-8].

Висновки

Питання кадрового менеджменту регулюють чимало діючих нормативно-правових актів. Ці акти можуть бути класифіковані за сферою дії на централізовані та локальні, а також за таким критерієм, як види різноманітних суспільних відносин.

Посилання

1. Кодекс законів про працю України Документ 322-08 чинний, поточна редакція від 02.05.2025.

2. Закон України «Про колективні договори і угоди» Документ 3356-XII чинний, поточна редакція від 11.12.2022.

3. Закон України «Про порядок вирішення колективних трудових спорів (конфліктів)» Документ 137/98-ВР чинний, поточна редакція від 13.11.2024.

4. Закон України «Про професійні спілки, їх права і гарантії діяльності» Документ 1045-XIV чинний, поточна редакція від 24.12.2023.

5. Закон України «Про зайнятість населення» Документ 5067-VI чинний, поточна редакція від 02.05.2025.

6. Закон України «Про оплату праці» Документ 108/95 чинний, поточна редакція від 24.08.2024.

7. Бакало Н.П. Ефективність управління кадровою політикою підприємства, що здійснює зовнішньоекономічну діяльність. Економіка і регіон. 2023. № 6 (61). С. 71–75.

8. Кулініч О.С. Комплексний механізм кадрового менеджменту підприємства. Вісник Хмельницького національного університету. 2024. № 2. Т. 1. С. 42–50.

.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРАВОВОЇ ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ З МЕНЕДЖМЕНТУ

Доц., канд. економ. наук Є.М. Фріман,
доц., канд. філолог. наук Т.О. Радкевич
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна

Правові особливості процесу менеджменту включають дотримання чинного законодавства України, зокрема, у сфері адміністративного права, трудового та фінансового права, інших галузей права.

Менеджмент повинен здійснюватися з урахуванням норм, що регулюють відносини між підприємством та державними органами, а також між підприємством та його працівниками, клієнтами та партнерами.

Дотримання трудового законодавства: Менеджмент повинен дотримуватися норм трудового права, що регулюють умови праці, оплату праці, звільнення та інші питання, пов'язані з роботою працівників.

Фінансове законодавство: При здійсненні фінансових операцій, менеджмент повинен керуватися нормами фінансового права, що регулюють оподаткування, бухгалтерський облік та інші фінансові питання.

Інші правові норми: Менеджмент також повинен дотримуватися норм земельного права, природоохоронного права, антимонопольного пра-ва та інших правових норм, що стосуються діяльності підприємства.

Правові відносини з органами влади: Менеджмент повинен взаємодіяти з органами влади згідно з чинним законодавством, зокрема, при отримані ліцензій, дозволів та інших документів.

Правові відносини з працівниками: Менеджмент повинен дотримуватися норм трудового права, а також укладати трудові договори та регулювати інші правові аспекти працевлаштування.

Правові відносини з клієнтами та партнерами: Менеджмент повинен дотримуватися норм цивільного права та інших правових норм, що регулюють відносини з клієнтами та партнерами.

Таким чином, менеджмент – це процес управління, який повинен здійснюватися з урахуванням чинного законодавства України та інших правових норм, що регулюють діяльність підприємства.

Дотримання правових норм забезпечує законність діяльності підприємства, а також захищає його інтереси та інтереси його працівників, клієн-тів та партнерів.

Саме така різноплановість та багатофакторність взаємо зв'язків управлінської діяльності з дючими нормами багатьох галузей права потребує суттєвої складової в процесі підготовки майбутніх менеджерів.

Сучасність та необхідність такого комплексного підходу до процесу підготовки менеджерів в процесі як вищої, так і передвищої фахової освіти відображено в державних стандартах спеціальності [1-3].

Фахова передвища освіта освітній рівень пункт 1 Розділу «Спеціаль-ні компетентності»:

«Розуміти принципи і норми права та використовувати їх у профе-сійній діяльності» [1].

Вища освіта, освітній рівень «Бакалавр», пункт 13 Розділ «Спеціаль-ні компетентності»:

«Розуміти принципи і норми права та використовувати їх у профе-сійній дільності» [2].

Вища освіта, освітній рівень «Магістр», пункт 6 Розділу «Норматив-ний зміст підготовки здобувачів вищої освіти, сформульований у термінах результатів навчання»:

«Мати навички прийняття, обґрунтування та забезпечення реалізації управлінських рішень в непередбачуваних умовах, враховуючи вимоги чинного законодавства» [3].

Обов'язковість правової підготовки менеджерів зафіксовано на рівні державних стандартів. Тому в процесі навчання майбутніх менеджерів необхідним є змістовне наповнення практичного вміння реалізації ними основних форм та методів: знання, дотримання, виконання та використання норм права.

Постійне обгрунтоване застосування менеджерами інструментів правового впорядкування господарської діяльності є невідємною складовою сучасного менеджменту організацій.

Перспективним напрямом діяльності менеджерів зараз стає практика комплаєнс (compliance).

Такий підход тісно пов'язаний з ризик-менеджментом, отже comp-liance передбачає напрацювання рекомендацій з управління небезпеками, які

виникають через недотримання або навіть нерозуміння принципів добросовісної поведінки на ринку, вимог законодавства, правил і стандартів наглядових органів, галузевих асоціацій та самоврядних організацій, кодексів корпоративної поведінки (етики), політики конфіденційності даних, правил використання інсайдерської інформації тощо.

До сфери compliance відносять також: попередження та протидію легалізації доходів, отриманих злочинним шляхом, шахрайству та коруп-ції, фінансуванню тероризму; розробку документів і процедур, що забезпе-чують відповідність діяльності фірми чинному законодавству; захист інформаційних мереж та потоків тощо.

Особливо актуальним в сучасному менеджменті є антикорупційний compliance, спрямований на розслідування порушень антикорупційного законодавства та корпоративних політик компанії, виявлення джерел корупційних ризиків у діяльності фірми та її клієнтів та напрацювання рекомендацій щодо їх усунення.

На захисті доброчесності компанії у малому та/або ризикованому бізнесі стоять юристи або фінансові директори, які частково виконують функ-ції комплаєнс-менеджера. У великих та середніх компаніях фактор комп-лаєнс може набувати вирішальної ваги та виконувати окрему стратегічну функцію.

Основні професійні якості, які необхідні майбутньому комплаєнс-менеджеру:

- поглиблена сучасна правова підготовка – знання правових норм, вміння та здатність грунтовно розбиратися у нових нормативних актах, законах та регламентах, тощо;
- системне мислення та аналітичні здібності – вміння бачити ризики у всьому бізнес-процесі;
- комунікаційні навички – вміння пояснювати складне просто, здатність переконувати керівництво впроваджувати нові правила
- стресостійкість – навичка працювати під тиском закону з одного боку та з поточними інтересами компанії з іншого.

В ряді провідних закладів вищої освіти України розроблено та реалізовано освітні програми з підготовки комплаєнс-менеджерів для сучас-ного бізнесу.

Висновки

Виходячи з викладеного, може бути зроблено висновки щодо актуаль-ності та необхідності посилення правової підготовки майбутніх менедже-рів протягом усього періоду ступеневої освіти. Перспективним також є розвиток спеціалізованої підготовки майбутніх спеціалістів зі спеціалізо-ваною правовою підготовкою для роботи в сучасних умовах різноплано-вого ризик-менеджменту.

Посилання

1. Стандарт фахової передвищої освіти: освітньо-професійний сту-пінь фаховий молодший бакалавр, галузь знань 07 Управління та адміні-

стрування, спеціальність 073 Менеджмент / Затверджено та введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 22.06.2021 року № 697.
2. Стандарт вищої освіти. Перший (бакалаврський) рівень вищої ос-віти. Ступінь «бакалавр». Галузь знань: 07 «Управління та адміністру-вання», спеціальність: 073 «Менеджмент» / Затверджено та введено в дію наказом Міністерства освіти І науки України від 29.10.2018 року №1165.
3. Стандарт вищої освіти України із галузі знань 07 Управління та адміністрування, спеціальності: 073 Менеджмент другого (магістерсько-го) рівня, рівень освіти: Магістр / Затверджено та введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 10.07.2019 р. № 959.

MOBILE MODEL OF ADAPTIVE INFORMAL EDUCATION IN THE LIGHT OF DIGITAL TRANSFORMATION OF SOCIETY

Prof., Dr. (Tech. Sc.) H.H. Shvachych, Prof., Dr. (Tech. Sc.) B.I. Moroz, student H.V. Monastyrov
Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine
Dr. Eng., Prof. T.S. Khokhlova
Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine

A comprehensive study of the market of educational applications shows that it is vital to analyze modern teaching methods with two key aspects in mind: didactic and digital. The introduction of adaptive learning based on modern software requires a thorough analysis of the features of this educational model in the upcoming age. For a better understanding of the environment in which modern applications for informal education are developed, it is important to examine their characteristic features.

Education is now rapidly evolving in the direction of personalized approaches, where a combination of technology and teaching allows to effectively adapt the learning process to the individual needs of each user. The main principles of adaptive learning include the ability to fine-tune the course content to suit the level of training, perception style and pace of a particular student, as well as ensuring the flexibility of the educational trajectory. It opens the door to vary the methods, content and tools depending on the course goals.

Interactivity and instant feedback, which is provided through digital platforms, tests, and gaming applications, play a key role in this. Another major aspect is the use of artificial intelligence, which analyses educational results and adapts the content and intensity of learning based on behavioral analytics.

The described perspective makes this kind of education more effective: it increases motivation and accelerates learning by taking into account the strengths and weaknesses of each student. The leading innovations that improve the educational experience include also virtual reality (VR) and augmented reality (AR), as well as a vast amount of information systems, mobile and desktop applications.

Apart from formal education institutions, adaptive learning is also used in non-formal environment, which is the process of acquiring knowledge, skills and abilities outside the traditional educational system. It takes place naturally, through everyday activities, self-education, experience, and interaction. It involves an individual approach, flexibility and is closely aligned with the principles of adaptive education [1].

Informal education covers reading books, watching videos, participating in webinars, online courses as well as using digital resources and applications. Its value lies in the ability to develop relevant skills, stimulate creativity, critical thinking and adaptability in a dynamic professional environment. In the light of the digitalization informal education becomes a key element of lifelong learning.

Therefore, the creation of a mobile application as an environment for informal learning style with adaptive functions is a modern and reasonable solution that meets the current challenges and trends in the development of education and information technology.

It is worth noting that the mobile software applications industry, including games, demonstrates significant genre diversity and covers a wide range of users, which has long gone beyond the children's audience. Due to their all-around functionality, mobile applications have gained popularity among all age groups, from preschoolers to the elderly. This level of prevalence is explained by a number of objective factors.

First of all, mobile devices are the most accessible platform for use. Nowadays almost every person has access to a smartphone or tablet, which allows them to quickly install and use mobile applications. According to the analytical resource Statista, in the second half of 2024, more than 96% of users worldwide used mobile devices to access the Internet, while the share of computer platform users was just over 62% [2]. The key advantages of mobile devices include their portability, autonomy, access to the mobile Internet, and a large number of specialized applications. Such functional versatility and convenience have made mobile devices the most common means of digital interaction on a global scale [3].

Secondly, mobile software has a low entry threshold: it is usually easier to learn than computers or consoles. Given the multi-billion audience of mobile games, which covers different age, cultural and social groups, developers focus on the simplest, most intuitive and unified content structure. The main goal of this approach is to ensure quick and seamless integration of new users. It is achieved by minimizing the steps of the first launch, simplifying the interface, speeding up the registration process, and introducing personalization elements such as short

introductory surveys, selecting thematic preferences, or setting up an individual profile [4].

The third important aspect that distinguishes mobile apps from other platforms is the way in which it is monetized. For game developers, the successful commercialization of a product is critical, as the process of creating and maintaining software is time- and resource-consuming [5]. The analysis of possible monetization models is carried out at the early stages of mobile application development [6], so that it would effectively combine with game mechanics and contribute to the achievement of the project's strategic goals. The rational implementation of monetization solutions ensures stable funding for the development, support, and further growth [7].

Thus, the rapid growth of the mobile software segment is explained by its accessibility, flexibility, ease of use and high potential for adaptation to the needs of different categories of users. These fundamental advantages characterize the mobile platform not only as a tool for entertainment but also an engine for learning, particularly in the context of informative and adaptive education.

It is important to explore the key functional elements of a mobile application that ensure its correct operation and create an effective user experience:

1. Boot screen. The initial screen displays the logo and the name of the application. At this point, the main software services and components are initialized, which ensures a smooth transition to the main menu without delays.

2. *Personalization screen (first start).* When a user logs in for the first time, a special onboarding interface is activated, which allows you to select interests that will be used to personalize the game content. In subsequent interaction sessions, the user is automatically taken to the main menu after the loading screen.

3. Main menu. The central navigation screen of the application, which contains interface elements for switching to the section of the game encyclopedia or the main game process – puzzle solving.

4. Gameplay mechanics. The main game activity involves the movement of puzzle pieces through screen touches, analysis of the accuracy of their positioning and compliance with the target location. In case of correct placement of an element, the player receives visual and functional feedback on the successful completion of the action. Additionally, a sample of the final image is displayed on the screen to make the assembly process easier. For each correctly solve puzzle, the user is rewarded in the form of game currency – puzzle pieces.

5. Hint system. The application provides a built-in help function that gives players the opportunity to get tips in case of difficulties in collecting fragments.

6. Haptic feedback. Successful actions of the user in the application are rewarded with vibration feedback. The vibration intensity is adjusted according to the nature of user interactions.

7. *Localization*. The application’s interface and game content support Ukrainian and English languages, which makes the application easy to use for a wider audience.

8. *Data persistence*. The system of saving progress is implemented using the PlayerPrefs library of the Unity environment and serialization of data in JSON format, which allows you to ensure the reliable storage of personal settings and game results.

A block diagram of a mobile educational application for adaptive learning is shown on Figure 1.

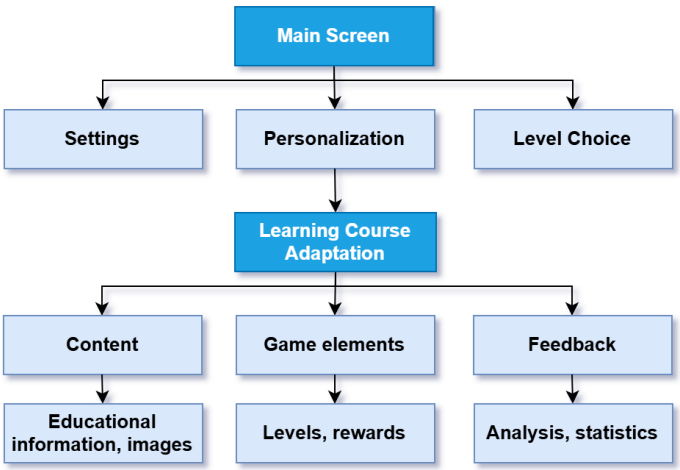


Figure 1–The structure of a mobile educational application for adaptive learning

Stable functionality of the proposed application requires certain technical characteristics of the mobile device to be met. Table 1 shows the minimum and recommended system requirements that ensure uninterrupted operation of the software product.

These parameters cover the key components of the device, including the operating system version, amount of RAM, internal storage space, as well as graphics and computing resources required to launch and use the application.

Recommended specifications provide optimal performance, fast interface loading, smooth animation, and correct operation of interactive and adaptive features of the application.

Table 1 – Recommended system requirements

Technical Parameter	Minimum requirements	Recommended requirements
Operational system	Android 6.0	Android 14.0
Processor	Dual – core 1.6GHz	Quad – core 2.0 GHz
RAM	2 GB	4 GB
Free space on device	1 GB	2 GB
Internet connection	Not required	Not required

The educational potential of the developed mobile application lies in the combination of interactive learning and a game approach. The application proposes an alternative to traditional learning models by integrating educational content into

an interactive game format. This approach promotes intuitive user involvement in the learning process, enhancing the development of intellectual skills and stimulating interest in self-development.

The app's functionality ensures the effective integration of didactic components into the game environment, combining informal education with gamification elements. Thanks to a personalized approach to the presentation of educational material, the gameplay dynamics, visual appeal and mechanisms for better user retention, the application creates an effective environment for the development of key cognitive skills.

The software product is implemented in the jigsaw puzzle genre with a focus on a wide age range: from children to adult users. The main goal is to develop cognitive abilities, including critical thinking, logic, memory, creativity, information processing speed, and broaden the general horizons.

The app is also highly relevant to the older age group, which is interested in cognitive activities related to the study of historical, cultural, scientific or natural topics. Thanks to a wide range of thematic categories, users can choose the content that best suits their personal interests. The built-in mechanism of automatic selection of game levels ensures the consistency of the learning process.

The mechanics of assembling puzzles contribute to the development of visual perception, coordination of movements, accuracy, and concentration. This activity has a positive effect on long-term memory, stimulates creative thinking, and forms conscious analysis skills. Those are the integral components of comprehensive personal development. A visualization of the educational potential of the developed mobile application is shown on Figure 2.

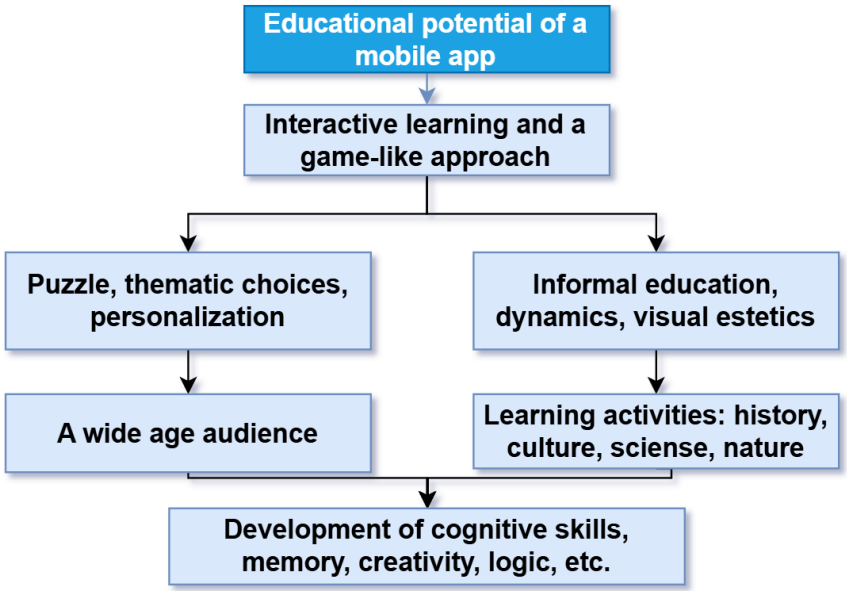


Figure 2 – Visualization of the educational potential of the mobile app

The logical structure of the application goes as follows (Figure 3).

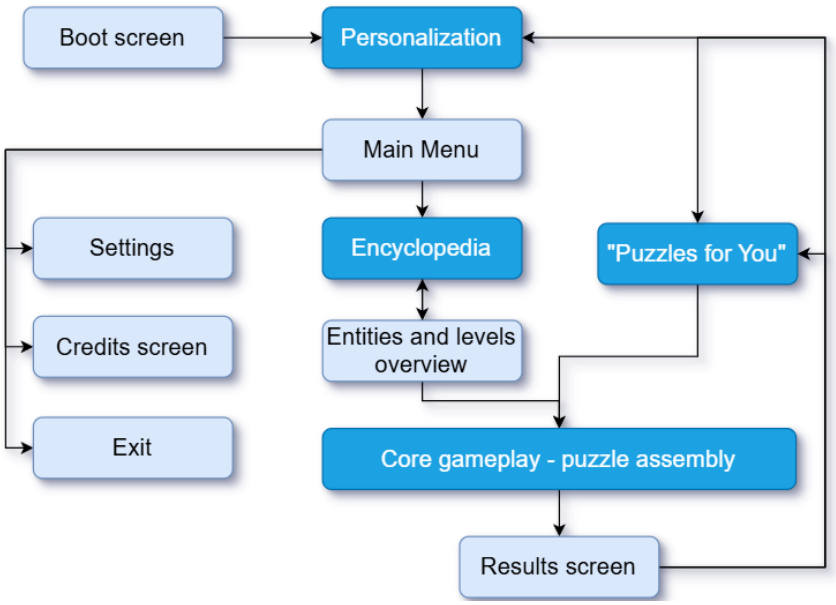


Figure 3 – Logical structure of the application

The installation of dependencies and the initialization of all components of the software application takes place in the background on the loading screen (Figure 4). The slider at the bottom of the screen is an indicator of the degree of readiness of the application for use. When the slider reaches 100 (which means that all components necessary for the game to function have been successfully launched), the application proceeds to the next stage.

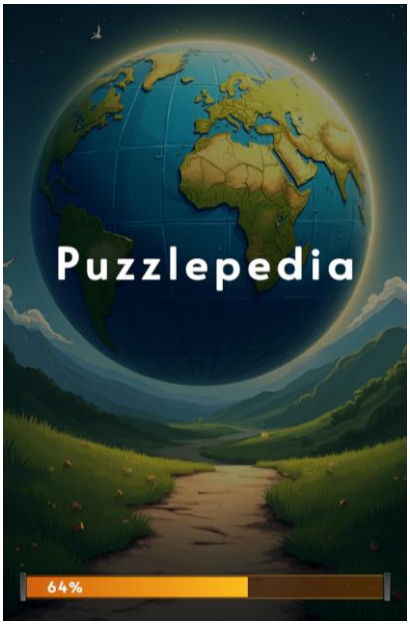


Figure 4 – Boot screen of the mobile application

One of the key functional components of a mobile application is access to the settings menu, the interface of which is shown on Figure 5. This section provides the user with tools for personalizing the experience and making a number of important settings, namely:

1. Sound parameters adjustment. Users can change the volume level of sound effects and background music according to their preferences.

2. Enabling or disabling haptic feedback. There is an option to activate or deactivate the vibration response of the application, which may be important for users with different sensitivities or preferences.

3. Localization choice. The application interface supports two language versions: Ukrainian and English.

4. Resetting personalization choices. A separate function has been implemented that allows users to change the previously selected thematic interests by returning to the initial stage of content customization.

5. Resetting progress. It initiates confirmation of the action before the final deletion of all saved user data.

6. Privacy policies. Contains links to view the privacy policy and terms of service, which complies with modern standards of transparency and personal data protection.

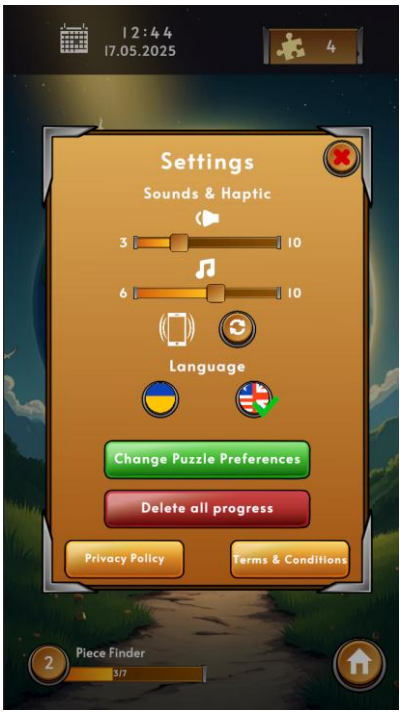


Figure 5 – Settings screen of the application

Given interface is implemented through the introduction of dynamic visual effects, including animations of clicking on controls, gradual appearance and disappearance of screens, smooth transitions between application scenes, animation of text blocks and visualization of the movement of puzzle pieces. Described elements help to improve the user experience, reduce cognitive load, and increase the overall level of engagement in the game process.

The design of the interface is made in a style close to the animation (cartoon) style, which ensures aesthetic appeal and positive emotional perception. At the same time, the structure of the interface is kept as simple and intuitive as possible, which ensures accessibility for users of different ages and levels of digital literacy.

Conclusions. The development of a mobile learning application as a means of informal education and a platform for the implementation of an adaptive learning environment is an extremely urgent task in the context of the digitalization of society and the growing share of distance learning practices. In the modern educational paradigm, the individual's independent contribution to self-development is of particular importance, which necessitates the creation of innovative non-formal learning tools.

Proposed mobile application promotes the development of a wide range of cognitive abilities, including concentration, memory, logical and critical thinking, as well as broadening the user's general horizons. Its functionality is focused on the comprehensive intellectual development of the individual by integrating pedagogical methods into the game environment. The application is based on a personalized approach to learning that takes into account the individual characteristics of the user, which has a positive impact on the efficiency of information assimilation.

The advantage of the proposed solution is its implementation on a mobile platform, which ensures accessibility and ease of use anytime and anywhere. The combination of information technology and innovative educational approaches emphasizes the adaptive nature of the tool.

The application has the potential to be used not only among children but also among adult users, in particular due to open access to download via the *Google Play*. The analysis of the mobile educational app market confirms the relevance of the chosen topic and the prospects for further developments in this area. The implementation of such solutions will help to increase the overall level of education of the population and stimulate competition in the EdTech sector, which, in turn, will improve the quality of software products.

Practical result of the presented research was the creation of a mobile application that combines educational and gaming components, using all the channels of perception available on the digital platform - visual, tactile and cognitive. The app functions both as a leisure and learning tool, providing a multi-component user experience.

The approbation of the software product was accomplished by testing its performance on mobile devices, which showed the stability of the application and the high interest of the target audience. Experimental tests confirmed the effectiveness of combining game mechanics with educational content: the process of puzzle solving activates thinking, provides interaction through a bright interface, tactile response and a motivation system. The didactic component distinguishes this app from similar gaming solutions, which makes it an innovative product in the field of mobile education.

References

1. Monastyrov H. Creation of a mobile information platform for users' cognitive abilities development. Scientific achievements of contemporary society, proceedings of VII International Scientific and Practical Conference. – 2025. vol. 1, № 7. p. 97 – 102.
2. Bouchrika I. Mobile vs Desktop Usage Statistics for 2025. [Internet]. Research.com; 2025 Apr [cited 10.05.2025]. Available from: https://research.com/software/guides/mobile-vs-desktop-usage
3. Petrosyan A. Share of users worldwide accessing the internet in 3rd quarter 2024, by device. [Internet]. Statista; 2025 Feb [cited 30.04.2025]. Available from: https://www.statista.com/statistics/1289755/internet-access-by-device-worldwide/
4. Longe T. How to Increase Mobile App Engagement (10 Key Strategies). [Internet]. UXCam; 2024 Nov [cited 02.05.2025]. Available from: https://uxcam.com/blog/how-to-increase-mobile-app-engagement/
5. Grguric M. Top Mobile Game Monetization Strategies for 2025. [Internet]. Udonis Mobile Marketing Agency; 2025 Apr [cited 04.05.2025]. Available from: https://www.blog.udonis.co/mobile-marketing/mobile-games/mobile-game-monetization
6. Rosenfelder S. Mastering mobile game monetization: Strategies for success. [Internet]. AppsFlyer; 2024 Feb [cited 05.05.2025]. Available from: https://www.appsflyer.com/blog/tips-strategy/mobile-game-monetization/
7. Knezovic A. Top Mobile Game Monetization Trends for 2025. [Internet]. Udonis Mobile Marketing Agency; 2025 Jan [cited 28.04.2025]. Available from: https://www.blog.udonis.co/mobile-marketing/mobile-games/mobile-game-monetization-trends

МОТИВАЦІЯ ЯК РУШІЙНА СИЛА ЯКІСНОЇ ПРАЦІ

Проф., докт. екон. наук В.О.Шпильова, здобувач в.о. М.А.Слюсар
Кафедра освітнього менеджменту, артменеджменту і соціальної роботи
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького м. Черкаси, Україна

У сучасних умовах трансформації системи вищої освіти якість та мотивація працівників закладів вищої освіти набувають вирішального значення. Від рівня їхньої професійної підготовки, активності, відповідальності та зацікавленості у результатах праці залежить ефективність

освітнього процесу, імідж закладу та конкурентоспроможність випускників на ринку праці.

Структурна трансформація змісту трудового чинника, розвиток кваліфікаційних здібностей персоналу, зростання значимості знань сприяли появі принципово нових моделей економічної поведінки, систем управління, організації та мотивування праці. Працівник як економічний суб'єкт в історико-економічному ланцюжку розвитку піддавався якісній внутрішній зміні, завдяки чому його позиції у соціально-трудових відносинах вийшли на новий рівень,

Якість праці педагогічних і науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти визначається низкою об'єктивних і суб'єктивних чинників, які охоплюють професійну, наукову, етичну, комунікативну та інноваційну складові. Професійна компетентність включає глибокі знання у галузі, методичну підготовку, педагогічну майстерність та здатність до інноваційного викладання [1]. Важливою є науково-дослідницька активність працівників, яка відображається у публікаційній діяльності, участі в наукових проєктах, конференціях та грантах.

Суттєве значення має академічна етика, дотримання принципів доброчесності, комунікативна компетентність та готовність до міжкультурної взаємодії. Працівник вищої школи має не лише передавати знання, а й формувати академічну спільноту, яка сповідує цінності відкритості, взаємоповаги та критичного мислення. Умовою підтримання високої якості праці також виступає здатність до постійного саморозвитку і навчання впродовж життя [2].

Одним з важливих напрямків підвищення ефективності якості праці є посилення мотивації праці. Саме мотивація праці і професійно-кваліфікаційний рівень працівників забезпечують дієвість управління науково-педагогічними кадрами. Особливість освітньої діяльності, тривалість освітніх послуг в часі та їх соціальний характер зумовлюють відповідні особливості мотивації. Кожен окремий вид мотивації може застосовуватися на будь-якій стадії трудової діяльності працівників закладів вищої освіти. Мотивація працівників у сфері вищої освіти є багатофакторним феноменом, що формується під впливом внутрішніх переконань, цінностей та зовнішніх умов праці. В сучасних умовах існують різні способи та методи мотивації, за допомогою яких можна сформувати дієвий механізм у закладах вищої освіти.

Згідно з класичними теоріями мотивації (А. Маслоу, Ф. Герцберг, В. Врум), ефективна трудова діяльність можлива лише за умови одночасного задоволення базових потреб і надання сенсу професійній діяльності [3].

Ключовими факторами активізації освітньої діяльності є: організаційно-технологічні, економічні, соціально-психологічні чинники та мотиваційно-ціннісні установки учасників освітнього процесу (у першу чергу – викладачів та студентів).

До ключових чинників мотивації можна віднести:

– **матеріальне стимулювання** (заробітна плата, премії, фінансова підтримка наукових досліджень);

– **соціальне визнання** (академічна репутація, авторитет серед колег і студентів);

– **можливість професійного зростання** (курси підвищення кваліфікації, участь у міжнародних програмах)

– **умови праці** (комфортне середовище, підтримка адміністрації, академічна свобода, адекватне навантаження);

– **психологічний клімат у колективі** (довіра, взаємоповага, демократичний стиль керівництва).

Особливу роль відіграє нематеріальне стимулювання, зокрема визнання досягнень, залучення до управлінських процесів, участь у стратегічному розвитку закладу. Формування ефективної системи мотивації потребує гнучкого та індивідуалізованого підходу, орієнтованого на розвиток потенціалу кожного працівника [4].

Якість праці та мотивація перебувають у тісному взаємозв’язку. Високий рівень внутрішньої мотивації зумовлює відповідальне ставлення до професійних обов’язків, ініціативність та прагнення до вдосконалення. Водночас системна підтримка з боку керівництва, справедливе оцінювання результатів праці та наявність перспектив професійного зростання позитивно впливають на якісні показники роботи працівників.

Результати досліджень свідчать, що мотивований викладач здатен не лише забезпечити високий рівень навчального процесу, а й створити сприятливе освітнє середовище, стимулювати студентську активність та сприяти формуванню академічної культури.

Висновки.

Таким чином, якість і мотивація працівників сфери вищої освіти є взаємопов’язаними категоріями, що визначають успішність освітньої системи. Розробка стратегій підтримки професійного розвитку, удосконалення системи мотивації та створення умов для реалізації наукового і педагогічного потенціалу сприятимуть формуванню ефективного, конкурентоспроможного академічного середовища.

Посилання

1. Савченко Л.В. Якість освіти у вищій школі: проблеми та шляхи вирішення // Вища школа. — 2020. — №3. — С. 15–20.
2. Андрущенко В.П. Освіта і філософія: теорія і практика трансформації. — К.: Наукова думка, 2021.
3. Herzberg F. Work and the Nature of Man. — New York: World Publishing Company, 1966.
4. Ващенко Л.С. Професійна мотивація викладача як чинник якісної освіти // Педагогічний дискурс. — 2019. — №27. — С. 102–106.

Секція 3

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ОСВІТІ

МОДЕРАТОР – ШВАЧИЧ ГЕННАДІЙ ГРИГОРОВИЧ

докт. техн. наук, професор, дійсний член Міжнародної академії інформатики,
професор кафедри, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
(м. Дніпро, Україна)

Section 3

INFORMATION TECHNOLOGIES IN INDUSTRY AND EDUCATION

MODERATOR – HENNADII SHVACHYCH

Dr. (Tech. Sc.), professor, full member of the International Academy of Informatics,
professor of the department, National Technical University "Dnipro Polytechnic"
(Dnipro, Ukraine)

Секция 3

ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМИШЛЕНОСТТА И ОБРАЗОВАНИЕТО

МОДЕРАТОР – ХЕНАДИЙ ШВАЧИЧ

д-р технически наук, професор,
редовен член на Международната академия по информатика,
професор в катедрата, Национален технически университет "Днепърска политехника"
(Днепър, Украйна)

МЕТРИКИ ЧИТАБЕЛЬНОСТІ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ API: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ FLESCH-KINCAID, SMOG, GUNNING FOG ТА DALE-CHALL

Аспірант Д.В. Богуцький, канд. техн. наук, доц. О.В. Горбова
Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна

Вступ. В умовах стрімкого розвитку програмного забезпечення та зростання кількості публічних API, що надаються різними сервісами, якість технічної документації стає критичним фактором їх успішної інтеграції та використання. Незважаючи на важливість документації API, методи об'єктивної оцінки її якості залишаються недостатньо розробленими та стандартизованими. Документація API виконує функцію посередника між розробниками API та їх користувачами, тому її читабельність безпосередньо впливає на швидкість засвоєння матеріалу, кількість потенційних помилок при інтеграції, і, як наслідок, на загальну ефективність розробки програмного забезпечення. При цьому, суб'єктивні методи оцінки документації (опитування, експертні оцінки) часто страждають від упередженості та неможливості масштабування.

Метрики читабельності, які були розроблені в лінгвістиці та педагогіці, представляють собою потенційно потужний інструмент для об'єктивної оцінки якості документації API. Такі метрики як Flesch-Kincaid, SMOG, Gunning Fog та Dale-Chall дозволяють кількісно оцінити складність тексту на основі різних лінгвістичних параметрів. Однак, їх застосовність та ефективність у контексті технічної документації API залишається маловивченою. У цій роботі ми проводимо порівняльний аналіз чотирьох популярних метрик читабельності та досліджуємо їх застосовність для оцінки та оптимізації документації API. Метою дослідження є визначення найбільш релевантних метрик та розробка рекомендацій щодо їх практичного застосування для створення більш ефективної документації програмних інтерфейсів.

Огляд метрик читабельності. Метрики читабельності – це формули, які дозволяють оцінити складність тексту для сприйняття цільовою аудиторією. У цьому дослідженні ми фокусуємося на чотирьох широко використовуваних метриках.

Flesch-Kincaid Grade Level. Формула оцінює текст за американською системою рівнів освіти, вказуючи, скільки років навчання потрібно для розуміння тексту. Вона базується на середній довжині речень та середній кількості складів на слово:

$$FK = 0.39 \times (ASL) + 11.8 \times (ASW) - 15.59 \qquad (1)$$

де ASL – середня довжина речення (слів/речень), ASW – середня кількість складів на слово. Чим вищий показник, тим складніший текст для читання. Значення 8.0-10.0 вважаються оптимальними для широкої аудиторії, тоді як технічні тексти часто мають показники 12.0 і вище.

SMOG (Simple Measure of Gobbledygook). Індекс SMOG оцінює кількість років освіти, необхідних для повного розуміння тексту. Формула враховує кількість багатоскладових слів (три і більше складів):

$$SMOG = 1.043 \times \sqrt{NSW \times \left(\frac{30}{NS}\right)} + 3.1291, \quad (2)$$

де NSW – кількість багатоскладових слів, NS – кількість речень. SMOG особливо корисний для оцінки технічних текстів, оскільки приділяє велику увагу складним термінам.

Gunning Fog Index. Індекс Gunning Fog також визначає рівень освіти, необхідний для розуміння тексту. Формула враховує середню довжину речень та відсоток складних слів:

$$Fog = 0.4 \times (ASL + PCW) \quad (3)$$

де ASL – середня довжина речення (слів/речень), PCW – відсоток складних слів (слів з 3+ складами). Оптимальним для широкої аудиторії вважається індекс близько 8.0. Технічна документація часто має індекс 12.0 і вище.

Dale-Chall Readability Score. На відміну від попередніх метрик, формула Dale-Chall не базується на підрахунку складів, а використовує список з близько 3000 слів, які вважаються "простими" для середнього читача. Слова, що не входять до цього списку, вважаються "складними":

$$DC = 0.1579 \times PDW + 0.0496 \times ASL \quad (4)$$

де PDW – відсоток складних слів, ASL – середня довжина речення. Якщо PDW > 5%, до результату додається 3.6365.

Вибір зразків документації API. Для проведення порівняльного аналізу було відібрано документацію 5 популярних API з різних галузей та різного рівня складності, які наведені на таблиці 1.

Таблиця 1 – Назва сервісів для дослідження

Назва сервісу	Опис сервісу	Розділ документації
Stripe API	Платіжний сервіс	Authentication
Twilio API	Комунікаційна платформа	Getting Started
GitHub REST API	Платформа для розробників	Rate Limiting
Shopify API	e-commerce	Webhooks
Facebook Graph API	Соціальна мережа	Getting Started

Для обчислення метрик читабельності було розроблено програмний інструмент на основі Python, що реалізує алгоритми розрахунку Flesch-Kincaid Grade Level, SMOG, Gunning Fog Index та Dale-Chall Readability Score.

Інструмент також здійснює попередню обробку тексту, включаючи: поділ на речення та слова, підрахунок складів, ідентифікація складних слів, порівняння зі списком "простих" слів для метрики Dale-Chall.

Для кожного зразка документації API було виконано наступні кроки:

1. Очищення тексту від нетекстових елементів.
2. Розрахунок базових статистичних показників (кількість речень, слів, складів, тощо).
3. Обчислення чотирьох метрик читабельності.
4. Порівняльний аналіз результатів.
5. Візуалізація отриманих даних.

Візуальне порівняння показників читабельності для документації різних API представлено на рисунку 1. Діаграма наочно демонструє відмінності між обраними API за чотирма метриками читабельності.

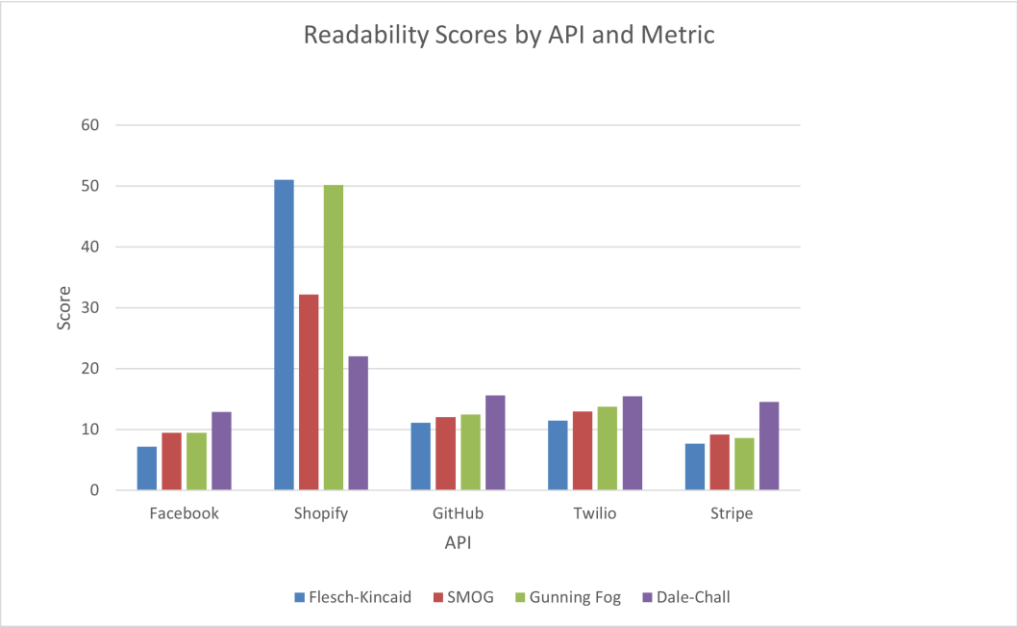


Рисунок 1 – Діаграма порівняння метрик читабельності між сервісами API

Основні висновки за результатами аналізу:

1. Shopify демонструє надзвичайно високі показники складності тексту за всіма метриками. Це може свідчити про те, що їхня документація містить багато складних термінів, довгих речень та абстрактних понять, що потенційно робить її найскладнішою для розуміння серед усіх проаналізованих API.
2. Facebook та Stripe мають найнижчі показники за шкалою Flesch-Kincaid (7.2 та 7.67 відповідно), що відповідає рівню 7-8 класу школи. Це свідчить про відносно просту та доступну мову їхньої документації.
3. GitHub та Twilio показують схожі середні значення за всіма метриками, що вказує на помірну складність їхньої документації.

4. За шкалою Dale-Chall всі API, крім Shopify, мають показники в діапазоні 12-16, що класифікується як "складний текст", який може бути доступний для розуміння студентам старших курсів та фахівцям.

Висновки. Проведене дослідження підтвердило доцільність використання метрик читабельності як інструменту для оцінки якості документації API. Ці метрики надають об'єктивні показники, однак для їх ефективного застосування необхідно враховувати особливості технічних текстів та адаптувати методики відповідно до специфіки таких матеріалів.

Найбільш придатними для аналізу технічної документації виявилися метрики Gunning Fog і Dale-Chall, оскільки вони краще відображають складність тексту в умовах специфічної термінології та структурної побудови API-документів. Рекомендовані значення для цих метрик становлять 10-12 для Gunning Fog і 7-8 для Dale-Chall, що відповідає оптимальному рівню зрозумілості технічної документації для більшості розробників.

Для підвищення читабельності документації API варто звернути увагу на структуризацію матеріалу. Зокрема, доцільно розділяти складні секції, такі як автентифікація чи обробка помилок, на менші логічно завершені блоки. Також ефективним є впровадження глосаріїв із поясненням вузькоспеціалізованих термінів. Важливою практикою є регулярне оновлення документації з паралельним моніторингом читабельності, що дозволяє підтримувати її актуальність і доступність.

Дослідження має певні обмеження. Воно охоплювало лише англомовні джерела, не враховувало вплив візуальних елементів, таких як діаграми чи приклади коду, і ґрунтувалося на обмеженій кількості зразків – лише семи API-документаціях.

Подальші дослідження у цій сфері можуть зосередитися на створенні спеціалізованих метрик, орієнтованих саме на технічну документацію, вивченні взаємозв’язку між показниками читабельності та зручністю використання API на практиці, а також на автоматизації процесу оптимізації документації за допомогою відповідних інструментів.

Загалом, застосування метрик читабельності у процесі створення та підтримки API-документації має значний потенціал. Воно сприяє покращенню якості технічних текстів, полегшує інтеграцію програмних інтерфейсів і знижує поріг входу для нових користувачів.

Посилання

1. D. Bohutskiy, *PhD Formula*, GitHub repository. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://github.com/danilBohutskiy/phd_formula

КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ КАСТОМІЗОВАНИХ ШІ-АГЕНТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В ЗВО

Аспірант Ю.С. Булєєв
Український державний університет науки і технологій (ННІ ПДАБА)
м. Дніпро, Україна

Вступ (актуальність дослідження). Штучний інтелект (ШІ/AI) стрімко трансформує сучасну освіту, створюючи як нові можливості, так і загрози. Доступність AI-технологій прискорює їх активне впровадження у навчальний процес і академічна спільнота не може залишатися осторонь цієї тенденції. Зростає інтерес до використання ШІ у вищій школі для підвищення ефективності навчання: від інтелектуальних репетиторів до автоматичного оцінювання. Водночас поява генеративних моделей актуалізувала питання академічної доброчесності та безпечної інтеграції ШІ [1]. Проведено аналіз сучасних досліджень і практик застосування AI-агентів у закладах вищої освіти (ЗВО), систематизовано класифікації та приклади таких агентів, запропоновано архітектурну модель кастомізованого AI-агента і розглянуто принципи його дизайну. Окрему увагу приділено ризикам (етичним, педагогічним, технічним) і шляхам їх мінімізації. Наведено рекомендації щодо впровадження кастомізованих AI-рішень у ЗВО України на основі відкритих платформ.

Бібліометричний аналіз світових публікацій вказує на експоненційне зростання досліджень ШІ в освіті. З 2023 року спостерігається стрімкий приріст публікацій, що пов’язано з прогресом в обробці природної мови та появою загальнодоступних AI-інструментів. Кластеризація тематики показує декілька основних напрямів: дослідження методів NLP, впровадження машинного навчання у різні сфери (в т.ч. в освіту), розвиток розмовних агентів (чат-ботів), а також етичні аспекти використання мовних моделей.

Останнім часом багато робіт присвячено інтеграції великих мовних моделей (LLM) у навчання. Зокрема, дослідники акцентують на відповідальному їх використанні в освітньому процесі та на розробці політик для підтримки академічної доброчесності. Європейська мережа академічної доброчесності (ENAI) у 2023 р. оприлюднила рекомендації щодо етичного використання ШІ в освіті, наголошуючи на необхідності навчання всіх стейкхолдерів (викладачів, студентів) навичкам роботи з AI та оновлення освітніх політик [1].

В Україні також зростає увага до технологій ШІ у вищій школі. У науковому дискурсі обговорюються можливості й ризики впровадження ШІ в освітню сферу України . Практичні дослідження показують, що значна частина здобувачів вже використовує AI-інструменти у навчанні. Так, опитування 2024 р. в одному із ЗВО засвідчило, що ~87% студентів знають про ШІ, а 60% використовують його для виконання навчальних завдань, причому найпопулярнішим сервісом є ChatGPT (його вказали ~69%

опитаних). Одночасно 45,9% студентів вагаються, чи не суперечить застосування ШІ принципам академічної чесності, що підкреслює актуальність проблеми культивування етичної культури використання AI [2].

Штучний інтелект в освіті - динамічна галузь досліджень з глобальним охопленням. Накопичено значний масив теоретичних і емпіричних робіт, а у практиці з'являються реальні кейси інтеграції AI-агентів у навчальний процес ЗВО по всьому світу. Це закладає підґрунтя для систематизації видів AI-агентів та кращих практик їх кастомізації під освітні потреби.

Класифікація AI-агентів та приклади застосування. У науковій літературі запропоновано різні підходи до класифікації AI-агентів в освіті. З точки зору педагогічних ролей розрізняють: інтелектуального тьютора, віртуального репетитора, партнера для навчання та радника для ухвалення рішень [3]. В умовах ЗВО ці ролі можна конкретизувати до чотирьох основних типів AI-агентів: тьютор (автоматизований наставник для студента), асистент викладача, генератор навчального контенту та оцінювач (система автоматичного оцінювання). Кастомізація таких агентів означає налаштування їх під конкретний предмет, аудиторію і дидактичні цілі. В табл. 1 наведено систематизацію ролей AI-агентів у вищій освіті з прикладами їх застосування та особливостями налаштування.

Таблиця 1 - Класифікація AI-агентів у вищій освіті, їх функції та особливості кастомізації

Роль AI-агента	Прикладні функції у ЗВО	Особливості кастомізації та приклади
Тьютор (AI-репетитор)	Персоналізоване наставництво: пояснення матеріалу, відповіді на запитання, адаптування до рівня студента	Налаштування моделі на зміст конкретного курсу та педагогічні стратегії. Наприклад, у Гарварді створено AI-тьютора з характеристиками викладача, після чого ефективність навчання студентів зросла більш ніж удвічі. Агент доступний 24/7, підвищує залученість студентів [4]
Віртуальний асистент викладача	Допомога викладачу у рутинних завданнях: відповіді на типові запитання студентів, модерація, нагадування	Кастомізація через завантаження матеріалів курсу в базу знань та налаштування «персони» помічника. Наприклад, Jill Watson у Georgia Tech [5] відповідав на запитання так, що студенти не здогадувалися, що це – бот
Генератор контенту	Створення навчальних матеріалів: тестові завдання, кейси, приклади, конспекти	Задання теми, складності, формату. LLM генерують тести, задачі, кейси за лекціями. Приклад - QuizGPT та інші інструменти (викладач отримує чернетку контенту, яку перевіряє і редагує за потреби)
Оцінювач (авто-екзаменатор)	Автоматизоване оцінювання та зворотній зв'язок: перевірка тестів, есе, коду; надання розгорнутого відгуку	Базується на критеріях оцінювання та прикладах робіт. Наприклад, сервіси перевірки есе надають миттєвий фідбек і дозволяють доопрацювання. Викладач може контролювати якість і втручатися у спірних випадках

Як видно з наведеної класифікації, AI-агенти можуть брати на себе різні ролі: від помічника студента до інструмента для викладача. Важливо, що ключем до успішного впровадження є кастомізація під конкретний контекст. Наприклад, AI-тьютор потребує адаптації до навчальної програми та стилю викладання, тоді як контент-генератор має бути прив'язаний до результатів навчання курсу та рівня підготовки здобувачів. Практичні кейси підтверджують ефективність таких підходів. Зокрема, в експерименті Гарварду AI-чатбот, розроблений в роді тьютора з фізики, продемонстрував підвищення успішності та мотивації студентів у порівнянні з традиційним заняттям [6]. В свою чергу, досвід Georgia Tech [5] з віртуальним асистентом показав, що належним чином навчений бот може суттєво розвантажити викладача, відповідаючи на типові питання студентів, що дозволяє зосередитись на більш складних аспектах взаємодії зі студентами.

Архітектура кастомізованих AI-агентів. Для розробки ефективного AI-агента у освіті пропонується модульна архітектура, що поєднує ядро на основі LLM з додатковими компонентами (інтерфейс, аналітика, адаптивність тощо). Такий підхід розподіляє функції агента між незалежними модулями, які можна розробляти і вдосконалювати окремо. На рис. 1 показано концептуальну структуру подібного рішення.

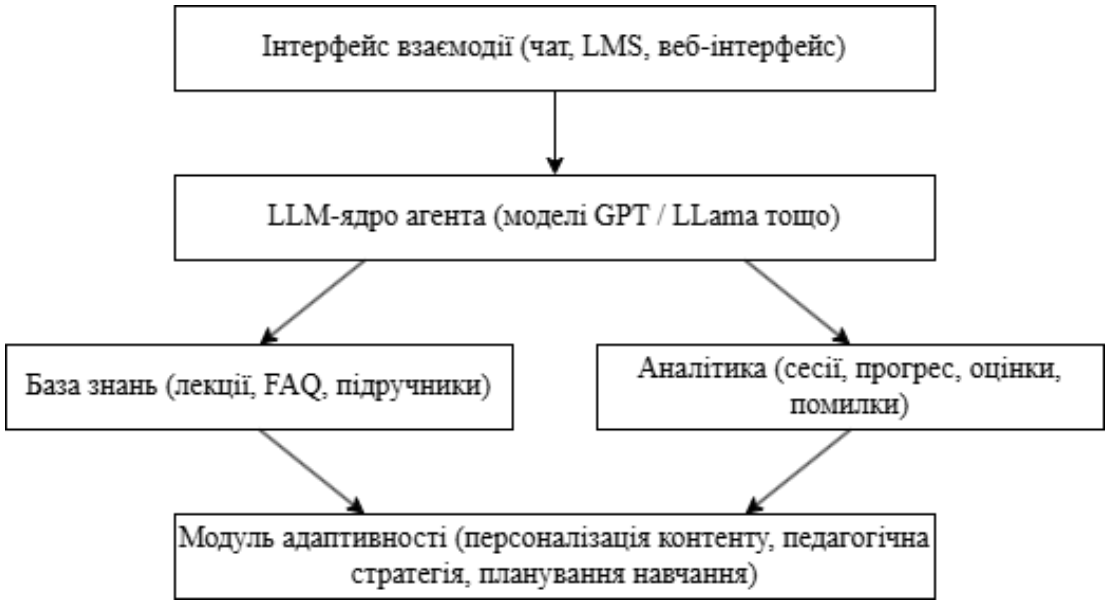


Рисунок 1 - Функціональна архітектура освітнього ШІ-агента на основі LLM

1. Ядро - велика мовна модель, що відповідає за розуміння запитань і генерацію відповіді. Ядро виступає «мозком» агента, який аналізує промпти користувача і формулює відповіді. Для освітніх агентів бажано використовувати спеціально навчені або донавчені моделі під конкретну предметну область. Саме ядро забезпечує педагогічну логіку агента: воно може планувати навчальний діалог, пояснювати кроки рішення, ставити навідні запитання тощо.

2. Інтерфейс взаємодії відповідає за спілкування агента з користувачами (студентами чи викладачами). Це може бути чат-інтерфейс або голосовий помічник у веб-застосунку, месенджері, інтеграція в LMS, на сайт ЗВО. Інтерфейс передає запити користувача до ядра LLM і виводить згенеровані відповіді у зручній формі. Важливо забезпечити зручність UX - інтуїтивний дизайн, швидкий відгук, можливість уточнення запиту, збереження достатнього контексту (контекстного вікна) діалогу. Агент має чітко пояснювати свої дії та результати, щоб користувач довіряв йому. Наприклад, якщо AI-асистент у курсі радить студенту додаткові матеріали, інтерфейс може показувати посилання на першоджерела (реалізація принципу прозорості).

3. Модуль знань та аналітики - підсистема, що зберігає навчальний контент та дані про прогрес студента. Сюди входять база знань (матеріали курсу, підручники, приклади розв'язань) і аналітичний модуль, який відстежує успішність студента, типові помилки, історію взаємодій. Модуль знань може реалізовуватися через векторну базу даних для пошуку релевантних документів. Тоді LLM-ядро перед формуванням відповіді отримує контекст із бази знань курсу. Це вже застосовано в практиці: віртуальний асистент на ім'я (назву) Джилл Вотсон завантажує тексти лекцій і підручника та використовує їх для факт-чекінгу відповідей ChatGPT [5]. Аналітика, зі свого боку, збирає дані про результати студентів у тестах, час виконання вправ, запитання, які вони ставлять агенту тощо. Ці дані зберігаються з дотриманням приватності та можуть використовуватися для адаптивних функцій.

4. Модуль адаптивності - компонент, що вносить персоналізацію в роботу агента. На основі аналітики про сильні та слабкі сторони студента агент змінює стратегію: підбирає завдання відповідного рівня, повторює матеріал, який дався найгірше, змінює стиль спілкування (більш чи менш директивний) тощо. Адаптивність може бути реалізована різними методами: від простих правил (наприклад, якщо студент зробив >3 помилки підряд, повернутися до пояснення теми) до складних (відстеження знань і навчання з підкріпленням), що динамічно коригують траєкторію навчання. LLM-агент може планувати індивідуальний навчальний маршрут, прогнозуючи оптимальну послідовність тем для засвоєння [7]. Модуль адаптивності тісно пов'язаний із ядром і може підказувати мовній моделі, яку педагогічну тактику обрати (ставити навідні питання або надати підказку), тобто виступати надбудовою для планування від імені агента.

Принципи дизайну та безпеки. Проєктуючи AI-агента для освіти, необхідно врахувати ряд засадничих принципів UX, безпеки, довіри та етики:

1. Людиноцентричний UX. Інтерфейс має бути простим і зрозумілим для кінцевих користувачів - студентів та викладачів. Його вбудовування у знайоме середовище знижує бар'єр у використанні. Інтерактивність має відчуватися природно: агент має пояснювати свої відповіді, дозволяти ставити додаткові запитання, надавати корисні візуалізації або посилання.

Гарний UX для AI також означає адаптивність під користувача, коли AI-агент може підлаштовувати тон спілкування, темп і складність пояснень під індивідуальні потреби студента (це особливо важливо для підтримання мотивації).

2. Приватність і безпека даних. Освітні AI-системи обробляють чутливі дані (успішність, особисті дані студентів), тому дуже важливо забезпечити їх захист. Архітектура має передбачати конфіденційність: зберігати особисті дані лише за необхідності, шифрувати взаємодії, дотримуватися вимог законодавства. Дослідження вказують, що зараз багато освітніх застосунків ШІ мають низьку готовність щодо приватності [7], тож потрібні вбудовані механізми, які ведуть збереження лише необхідного контексту і «забування» конфіденційної інформації після завершення сесії. Безпека також стосується стійкості до зловмисних дій: агент має фільтрувати небезпечний контент, не піддаватися на неправомірні запити (наприклад, видачу відповідей, що порушують академічну доброчесність чи етику).

3. Прозорість і довіра. Щоб користувачі довіряли AI-агенту, дизайн повинен бути прозорим. Рекомендується явно інформувати, що студент взаємодіє з ШІ, а не з людиною. Інструмент має визнавати межі своїх знань: якщо він чогось «не знає» або невпевнений, краще повідомити про це, ніж вигадувати. Проблема галюцинацій LLM добре відома: моделі можуть впевнено надавати неправдиву інформацію. Для підвищення довіри застосовують інструменти перевірки фактів: як описано вище, один із підходів - донавчити агента знаннями курсу і змусити його звіряти відповіді з авторитетним джерелом [5]. Іншим підходом є модерація контенту, коли додатковий алгоритм перевіряє згенеровану відповідь на наявність упередженості, образ, некоректних даних . В освітньому середовищі важливо, щоб агент аргументував свої поради (наприклад, посилався на розділ підручника). Це не лише підвищує довіру, а й має навчальний ефект, привчаючи до обґрунтування відповідей.

4. Адаптивність і контроль людини: Найбільш ефективні ШІ-агенти - ті, що доповнюють, а не замінюють викладача. Дизайн має передбачати роль людини-наставника: викладач повинен мати інструменти для моніторингу роботи AI-агента, налаштування його параметрів та втручання в разі потреби. Наприклад, розроблений інструмент може пропонувати автоматично оцінені завдання, але викладач затверджує остаточну оцінку або переглядає спірні моменти. Довіра до ШІ не означає сліпого покладання: система має заохочувати колаборативний сценарій, де штучний інтелект надає чернетку рішення або підказку, а викладач/студент приймає остаточне рішення. Такий підхід підтримує і педагогічну доцільність, і зменшує ризики.

Етичні, педагогічні та технічні ризики. Впровадження AI-агентів у вищу освіту супроводжується ризиками, які слід завчасно виявити і мінімізувати. Розглянемо основні загрози та шляхи їх нейтралізації:

1. Порушення академічної доброчесності. Генеративні моделі можуть створювати есе, розв’язки задач, програмний код, що ускладнює викладачу

розуміння, чиє авторство роботи. Згідно з опитуваннями, майже 46% студентів не впевнені, чи вважається використання ШІ при виконанні завдань порушенням правил [2]. Для мінімізації цього ризику необхідно на рівні політик ЗВО чітко визначити правила використання AI: у яких випадках і як студенти можуть звертатися до ШІ, а де це заборонено. ENAI рекомендує навчати студентів етичному використанню AI, а також декларувати факт допомоги ШІ у виконанні роботи. Наприклад, якщо студент використав ChatGPT для генерації частини тексту, він має про це відверто зазначити. Ще один крок - адаптація методів оцінювання через перехід до більш практичних завдань, усних захистів, проєктної роботи, де просте автоматичне генерування відповіді не гарантує успіху. Існують і технічні засоби - детектори AI-тексту, але дослідження показують, що їх точність поки недостатня, тому спиратися тільки на них не варто. Краще ж зосередитися на превентивних заходах: формувати культуру доброчесності, пояснювати студентам ризики "бездумного" використання ШІ і підкреслювати цінність власних компетентностей.

2. Надмірна автоматизація ролі викладача. Педагогічний аспект ризику полягає в тому, що AI-агенти можуть зменшити безпосередню взаємодію між студентом і викладачем. Якщо більшість питань студент ставитиме боту, виникає небезпека зниження впливу викладача як наставника та моделі для наслідування. Крім того, є побоювання щодо «розумового атрофування»: студенти, що звикли отримувати готові відповіді від ШІ, можуть втратити навички критичного мислення і самостійного вирішення проблем. Щоб запобігти цьому важливо зберегти провідну роль викладача у навчальному процесі. AI-агент має доповнювати, а не замінювати живе спілкування. Доцільно будувати гібридні моделі: наприклад, студенти готуються з допомогою AI-тьютора, але потім обговорюють результати з викладачем; або AI асистує у перевірці рутинних завдань, а викладач проводить підсумкове оцінювання та наставництво. Також варто навчати самих викладачів ефективно використовувати AI як інструмент. Тоді вони будуть краще контролювати процес та інтегрувати AI-допомогу на користь студентів, а не на шкоду власній ролі.

3. Питання сумісності та масштабування. Інтеграція ШІ-агента в існуючу інфраструктуру ЗВО може бути непростою: виникають проблеми з сумісністю форматів даних, взаємодією з LMS, навантаженням на сервери тощо. Особливо для українських університетів актуальною є проблема обмежених ресурсів в силу того, що не всі ЗВО мають IT-інфраструктуру, спроможну підтримувати роботу потужних моделей. Ризик полягає в тому, що нерівномірність впровадження може збільшити цифрову нерівність між закладами. Щоб це подолати, варто розглядати відкриті платформи та спільні рішення: наприклад, на рівні консорціуму університетів розгорнути спільний хмарний сервіс AI-агента, доступний для кількох ЗВО. Такі платформи можуть містити інструменти керування доступом, захисту даних і оптимізації витрат [7].

Розуміння ризиків дозволяє вжити заходів, які перетворять AI-агента з потенційної загрози на надійного помічника. Впровадження ШІ в освіту можливе без втрати академічних цінностей, якщо всі учасники навчального процесу підвищуватимуть свою компетентність у цій сфері та дотримуватимуться принципів доброчесності.

Висновки

Кастомізовані AI-агенти у вищій освіті мають значний потенціал підвищити ефективність і персоналізацію навчання. Проведений аналіз літератури та практичного досвіду показав, що: (1) дослідження ШІ в освіті стрімко розвиваються у розвинутих країнах, концентруючись на інтелектуальних тьюторах, навчальних чат-ботах, генеративних інструментах та системах оцінювання; (2) AI-агенти можуть виконувати різні ролі - від репетитора до асистента викладача - і вже продемонстрували успішні кейси (зростання навчальних досягнень студентів у експериментах із AI-тьюторами , підвищення продуктивності викладачів завдяки автоматизації рутини тощо); (3) ефективна реалізація AI-агента потребує модульної архітектури з ядром на основі LLM та підсистемами інтеграції, аналітики й адаптації, а також продуманого UX- дизайну з акцентом на безпеку й етику.

Для ЗВО України впровадження агентів на базі штучного інтелекту відкриває можливості розширити доступ студентів до персоналізованої підтримки у навчанні, особливо при дефіциті кадрів та в умовах дистанційного навчання. Рекомендується розробляти відкриті платформи освітніх AI-рішень, що дозволить університетам спільно інвестувати в технологію та ділитися найкращими практиками.

Практичні рекомендації: Започаткувати декілька пілотних проектів в українських університетах, де кастомізовані AI-агенти будуть інтегровані в навчальний процес з дослідженням їх впливу на результати навчання та збір відгуків викладачів і студентів. Розробити програми підвищення кваліфікації викладачів, які навчать ефективно співпрацювати з AI-асистентами, проектувати навчальні завдання з урахуванням наявності ШІ та контролювати академічну доброчесність в умовах поширення AI. Необхідно оновити політики академічної доброчесності у ЗВО, чітко прописавши допустимі межі використання ШІ.

Отримані результати можуть слугувати основою для подальших досліджень і практичних розробок у галузі ШІ в освіті в Україні. В перспективі інтеграція штучного інтелекту у вищу школу сприятиме індивідуалізації навчання, підвищенню його якості та гнучкості, але успіх залежатиме від мудрого поєднання інновацій з традиційними цінностями освіти - роллю викладача, живим спілкуванням та формуванням критичного мислення.

Посилання

1. Foltynek T., Bjelobaba S., Glendinning I., Khan Z. R., Santos R., Pavletic P., Kravjar J. ENAI Recommendations on the ethical use of Artificial Intelligence in

Education // International Journal for Educational Integrity. – 2023. – Vol. 19. – Article No. 12. – DOI: 10.1007/s40979-023-00133-4.
2. Паламар С., Науменко М. Штучний інтелект в освіті: використання без порушення принципів академічної чесності // Освітологічний дискурс. – 2024. – Вип. 1(44). – С. 68–83.
3. López-Galisteo A. J., Borrás-Gené O. The Creation and Evaluation of an AI Assistant (GPT) for Educational Experience Design // *Information*. – 2025. – Vol. 16, No. 2. – Article No. 117. – DOI: https://doi.org/10.3390/info16020117.
4. Manning A. J. Professor tailored AI tutor to physics course. Engagement doubled. Preliminary findings inspire other large Harvard classes to test approach this fall [Electronic resource] / A. J. Manning // *Harvard Gazette*. – September 5, 2024. – Access mode: https://news.harvard.edu/gazette/story/2024/09/professor-tailored-ai-tutor-to-physics-course-engagement-doubled/ (дата звернення: 26.05.2025).
5. Young J. R. Georgia Tech Is Trying to Keep a ChatGPT-Powered Teaching Assistant From 'Hallucinating' [Electronic resource] / J. R. Young // *EdSurge*. – June 22, 2023. – Access mode: https://www.edsurge.com/news/2023-06-22-georgia-tech-is-trying-to-keep-a-chatgpt-powered-teaching-assistant-from-hallucinating (дата звернення: 28.05.2025).
6. Kestin G., Miller K., Klales A., et al. AI Tutoring Outperforms Active Learning [Electronic resource] / G. Kestin, K. Miller, A. Klales et al. – Preprint (Version 1). – May 14, 2024. – Research Square. – Access mode: https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4243877/v1 (дата звернення: 27.05.2025).
7. Chu Z., Wang S., Xie J., Zhu T., Yan Y., Ye J., Zhong A., Hu X., Liang J., Yu P. S., Wen Q. LLM Agents for Education: Advances and Applications [Electronic resource] // arXiv preprint arXiv:2503.11733. – 2025. – Access mode: https://arxiv.org/abs/2503.11733

APPLICATION OF MAPLE COMPUTER ALGEBRA SYSTEM FOR MODELLING RESULTS VISUALISATION

Assoc. Prof., Cand. of Phys. and Math. Sc. T.M. Busarova,
Assoc. Prof., Cand. of Tech. Sc. T.S. Hryshechkina
Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine

In the contemporary context of scientific and engineering research, there is an increasing demand for effective tools to facilitate data analysis and visualisation. The Maple computer algebra system is a sophisticated mathematical modelling instrument that facilitates both symbolic and numerical calculations, in addition to the visual presentation of results in the form of graphs, diagrams and animations.

Maple is a software that provides a wide range of tools for graphical representation of data. These include 2D and 3D graphs of functions, curves and surfaces; animation of dynamic processes, such as solutions to differential equations; various specialised graphics, including vector fields, histograms and contour diagrams; and interactive capabilities, such as scaling, rotation of 3D objects and real-time parameter changes.

The following discussion will examine the visualisation capabilities of Maple by means of a transport problem. The transport problem is a classic optimisation problem that aims to minimise the cost of transporting goods from suppliers to consumers.

The Maple software facilitates the visualisation of both the cost matrix and the optimal transport plan. Furthermore, the optimal plan can be presented not only in tabular form, but also in the form of a 'heat map' – a matrix in which the minimum values are highlighted. In order to accomplish this objective, it is necessary to utilise the HeatMap command, which can be located within the Statistics library.

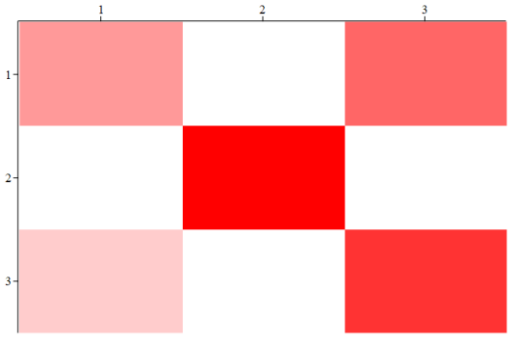


Figure 1. The following example illustrates a heat map for a transport problem involving three suppliers and three consumers.

In addressing a transport problem in Maple, it is also expedient to construct an oriented graph, where the vertices represent suppliers and consumers, and the edges delineate routes (Fig. 2). In order to perform this task, it is necessary to utilise the Digraph command, which can be located within the GraphTheory library.

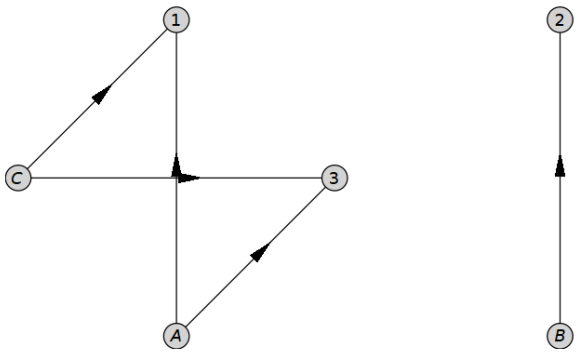


Figure 2. An example of an indicative graph for a transport problem with 3 suppliers and 3 consumers

Further research may involve the analysis of the impact of different algorithms, such as the North West Angle or Vogel's method. In such cases, Maple has the capacity to create an animation of the objective function change.

The Maple system is thus an effective tool for visualising modelling results, particularly for transport problems. The software in question facilitates the identification of optimal solutions, in addition to the visual representation of these solutions in the form of graphs, diagrams and animations. This enhancement of data perception is a significant benefit.

References

1. Maple - a product of Maplesoft [Electronic resource]. - Access mode: https://www.maplesoft.com/products/maple/ - Title from the screen. - Date of access: 15.05.2025.
2. Бусарова Т.М., Гришечкіна Т.С., Особливості викладання Maple в дистанційному навчанні. Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті: Тези XVI Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 14-15 грудня 2022 р.). – Д.: ДІІТ, 2022. – 158 с. (125с.)

КОМПЛЕКСНА ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА СТАНУ ПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ ЗАСОБАМИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ОСНОВА ДЛЯ СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ

Доц., к.ф.-м. наук Н.В. Ічанська, доц., к.ф.-м.наук М.В. Лисенко
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна

Переробна промисловість України являє собою складну динамічну систему, що складається із кількох взаємодіючих між собою підсистем, які відповідають різним видам діяльності. Для розроблення стратегічних програм розвитку переробної промисловості та прийняття ефективних управлінських рішень щодо реалізації цих програм важливе значення мають об’єктивне оцінювання стану даної галузі, виявлення тенденцій в її розвитку, та прогнозування динаміки її показників [1-5]. Для вирішення цих завдань необхідно застосовувати системний підхід та економіко-математичне моделювання.

Важливою складовою процесу дослідження закономірностей розвитку переробної промисловості України є визначення комплексної інтегральної оцінки її стану. Така оцінка може являтись критерієм при розв’язанні оптимізаційних задач, які виникають в процесі управління даною галуззю виробництва. Така оцінка повинна засновуватись на реальних статистичних показниках і враховувати взаємозв’язки між цими показниками.

Для одержання комплексної інтегральної оцінки виберемо систему показників реалізації промислової продукції в різних видах діяльності, які включаються до переробної промисловості [6]. Перелік цих показників наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники реалізації промислової продукції в переробній промисловості

Позначення показника	Вид діяльності
x_1	виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів
x_2	текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри, виробів зі шкіри та інших матеріалів
x_3	виготовлення виробів з деревини, паперу та поліграфічна діяльність
x_4	виробництво коксу та продуктів нафтоперероблки
x_5	виробництво хімічних речовин і хімічної продукції
x_6	виробництво основних фармацевтичних продуктів і фармацевтичних препаратів
x_7	виробництво ґумових і пластмасових виробів, іншої неметалевої мінеральної продукції
x_8	металургійне виробництво, виробництво готових металевих виробів, крім виробництва машин та устаткування
x_9	Машинобудування
x_{10}	виробництво меблів, іншої продукції; ремонт і монтаж машин і устаткування

Для дослідження динаміки визначених показників виберемо ретроспективний період 2010-2024 рр. Номер року в цьому періоді позначимо через t, а значення показника x_i в цей рік через $x_i(t)$.

Для одержання комплексної інтегральної оцінки стану переробної промисловості в Україні нормалізуємо дані показники, тобто перетворимо їх таким чином, щоб одержані нормалізовані показники стали безрозмірними і приймали значення від 0 до 1, причому значенню 0 відповідало мінімальне, а значенню 1 максимальне значення початкового показника протягом ретроспективного періоду. Для нормалізації скористаємося рівністю

$$y_i(t) = \frac{x_i(t) - x_i^{min}}{x_i^{max} - x_i^{min}}$$

де x_i^{max} та x_i^{min} – відповідно максимальне та мінімальне значення показника x_i, а $y_i(t)$ – значення нормалізованого показника y_i в t-тий рік ретроспективного періоду.

Значення нормалізованих показників y_i протягом ретроспективного періоду наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Нормалізовані показники реалізації промислової продукції в переробній промисловості України в 2010-2024 роках

Рік	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}
2010	0	0	0	0,425	0	0	0	0	0	0
2011	0,041	0,024	0,038	0,460	0,224	0,027	0,044	0,087	0,154	0,054
2012	0,083	0,026	0,058	0,275	0,261	0,056	0,058	0,049	0,198	0,082
2013	0,093	0,023	0,073	0,098	0,178	0,087	0,056	0,015	0,077	0,085
2014	0,163	0,058	0,137	0,077	0,193	0,131	0,082	0,078	0,022	0,102
2015	0,299	0,165	0,271	0,237	0,394	0,234	0,179	0,164	0,083	0,160
2016	0,390	0,219	0,373	0,360	0,311	0,339	0,275	0,246	0,156	0,258
2017	0,512	0,315	0,467	0,775	0,369	0,414	0,393	0,441	0,324	0,416
2018	0,571	0,415	0,629	0,950	0,508	0,495	0,514	0,610	0,508	0,555
2019	0,608	0,417	0,592	0,553	0,524	0,546	0,526	0,466	0,523	0,699
2020	0,697	0,450	0,610	0,372	0,540	0,636	0,679	0,412	0,456	0,685
2021	0,929	0,622	0,936	1	1	0,786	1	1	0,667	1
2022	0,756	0,648	0,809	0,214	0,495	0,648	0,527	0,287	0,468	0,694
2023	1	1	1	0	0,655	0,871	0,828	0,324	1	0,996
2024	0,949	0,710	0,848	0,023	0,449	1	0,685	0,451	0,862	0,691

Комплексну інтегральної оцінки стану переробної промисловості в Україні визначимо як лінійну комбінацію нормалізованих показників y_i

$$W = \sum_{i=1}^{10} \alpha_i y_i$$

Вагові коефіцієнти α_i вибираємо таким чином, щоб одержана комплексна інтегральна оцінка найкраще відображала всі індивідуальні оцінки y_i та існуючі кореляційні зв'язки між цими оцінками. Для визначення таких зв'язків складаємо коваріаційну матрицю $K = ||cov(y_i, y_j||_{i,j=1}^{10}$ нормалізованих показників y_i. Ця матриця має такий вигляд

0,114	0,097	0,113	0,011	0,066	0,106	0,101	0,068	0,094	0,111
0,097	0,087	0,097	-0,001	0,053	0,089	0,084	0,049	0,084	0,094
0,113	0,097	0,114	0,016	0,067	0,104	0,101	0,069	0,093	0,111
0,011	-0,001	0,016	0,094	0,028	0,005	0,026	0,053	0,004	0,023
0,066	0,053	0,067	0,028	0,053	0,058	0,066	0,054	0,052	0,070
0,106	0,089	0,104	0,005	0,058	0,100	0,092	0,061	0,088	0,100
0,101	0,084	0,101	0,026	0,066	0,092	0,096	0,070	0,083	0,103
0,068	0,049	0,069	0,053	0,054	0,061	0,070	0,068	0,052	0,071
0,094	0,084	0,093	0,004	0,052	0,088	0,083	0,052	0,089	0,093
0,111	0,094	0,111	0,023	0,070	0,100	0,103	0,071	0,093	0,114

Максимальне власне значення цієї матриці дорівнює 0,7739, йому відповідає власний вектор

$$\{0,38; 0,3214; 0,3799; 0,0734; 0,2348; 0,3484; 0,3472; 0,2457; 0,318; 0,3795\}$$

Вагові коефіцієнти α_i в комплексній інтегральній оцінці вибираємо пропорційними квадратам координат даного власного вектора. Одержимо такі значення: α_1= 0,1444, α_2= 0,1033, α_3= 0,1443, α_4= 0,0054, α_5= 0,0551, α_6= 0,1214, α_7= 0,1205, α_8= 0,0604, α_9= 0,1011, α_{10}= 0,1440.

Отже, комплексна інтегральна оцінка переробної промисловості України промисловості визначається рівністю

$$W = 0{,}1444y_1 + 0{,}1033y_2 + 0{,}1443y_3 + 0{,}0054y_4 + 0{,}0551y_5 + 0{,}1214y_6 + \\ + 0{,}1205y_7 + 0{,}0604y_8 + 0{,}1011y_9 + 0{,}1440y_{10}$$

Значення даної оцінки протягом ретроспективного періоду наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Комплексна інтегральна оцінка стану переробної промисловості в Україні за 2010-2024 роки

Рік	Оцінка
2010	0,00229
2011	0,06573
2012	0,08733
2013	0,07497
2014	0,10770
2015	0,21345
2016	0,29406
2017	0,41525
2018	0,53933
2019	0,55959
2020	0,59566
2021	0,88166
2022	0,62819
2023	0,89779
2024	0,77543

В період 2010-2021 років дана оцінка зростає (за виключенням незначного зменшення в 2013 році). В наступні роки періоди зростання чергуються із періодами зменшення. Така динаміка комплексної інтегральної оцінки вимагає використання адаптивних методів для її прогнозування. Особливістю цих методів є динамічна зміна параметрів моделей, що використовуються в процесі прогнозування. Для визначення прогнозованого значення даної оцінки на 2025 рік нами використано метод експоненційного вирівнювання. Цей метод заснований на вирівнюванні статистичних даних на основі зваженої ковзної середньої. Процес прогнозування методом експоненційного вирівнювання включає кілька етапів.

На першому етапі для наближення реальних значень комплексної інтегральної оцінки використовується поліном другого ступеню

$$w(t) = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \frac{t^2}{2!}$$

де t – номер року в ретроспективному періоді.

Коефіцієнти $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ визначаються при розв'язанні задачі мінімізації

$$\sum_{t=1}^{T} (W(t) - w(t))^2 \to min$$

Ці коефіцієнти ставляться у відповідність першому року ретроспективного періоду.

На другому етапі визначаються відповідні першому року ретроспективного періоду вирівняні значення $w_1(t)$, $w_2(t)$ та $w_3(t)$ за формулами

$$w_1(1) = \beta - \frac{1-\lambda}{\lambda}\beta_1 + \frac{(1-\lambda)(2-\lambda)}{2\lambda^2}\beta_2$$
$$w_2(1) = \beta_0 - \frac{2(1-\lambda)}{\lambda}\beta_1 + \frac{2(1-\lambda)(3-2\lambda)}{2\lambda^2}\beta_2$$
$$w_3(1) = \beta_0 - \frac{3(1-\lambda)}{\lambda}\beta_1 + \frac{3(1-\lambda)(4-3\lambda)}{2\lambda^2}\beta_2$$

Коефіцієнт λ належить проміжку від 0 до 1, його величина визначається емпірично для досягнення максимальної точності прогнозу протягом ретроспективного періоду.

На третьому етапі визначаються оновлені вирівняні значення $w_1(t)$, $w_2(t)$ та $w_3(t)$ за формулами

$$\begin{cases} w_1(t) = (1-\lambda)w_1(t-1) + \lambda W(t) \\ w_2(t) = (1-\lambda)w_2(t-1) + \lambda w_1(t) \\ w_3(t) = (1-\lambda)w_3(t-1) + \lambda w_2(t) \end{cases}$$

На четвертому етапі визначаються оновлені значення коефіцієнтів $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ за формулами

$$\beta_0 = 3w_1(t) - 3w_2(t) + w_3(t)$$
$$\beta_1 = \frac{\lambda}{2(1-\lambda)^2}[(6-5\lambda)w_1(t) - 2(5-4\lambda)w_2(t) + (4-3\lambda)w_3(t)]$$
$$\beta_2 = \frac{\lambda^2}{(1-\lambda)^2}(w_1(t) - 2w_2(t) + w_3(t))$$

Третій та четвертий етапи повторюються до завершення ретроспективного періоду.

На п’ятому етапі визначається прогнозоване значення комплексної інтегральної оцінки $W(t)$ на θ років вперед. Для цього використовується рівність

$$W(T+\theta) = \beta_0 + \beta_1\theta + \beta_2\frac{\theta^2}{2!}$$

Коефіцієнти $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ приймають значення, одержані на останній ітерації.

При застосуванні методу експоненційного вирівнювання для прогнозування комплексної інтегральної оцінки стану переробної промисловості України вибрано значення λ=0,44. Одержаний прогноз даної оцінки на 2025 рік дорівнює 0,735, що дещо менше її значення і 2024 році. Точність даного прогнозу складає 96,8%.

Висновки. Розвиток переробної промисловості України потребує науково обґрунтованого підходу до оцінювання її стану та прогнозування динаміки ключових показників. Застосування системного підходу та економіко-математичного моделювання дозволяє забезпечити комплексне бачення функціонування галузі.

Формування інтегральної оцінки на основі реальних статистичних даних сприяє більш точному виявленню тенденцій, забезпечує можливість порівняльного аналізу між різними підсекторами промисловості та формує надійну основу для прийняття стратегічних управлінських рішень. Запропонований підхід може бути використаний як інструмент оптимізації управління в умовах нестабільності економічного середовища та трансформації виробничих процесів.

Посилання

1. Ічанська Н.В. Аналіз динаміки видобутку вугілля в Україні за допомогою методів математичного моделювання / Н.В. Ічанська, О.В. Шурпик // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава : Нац. ун-т імені Юрія Кондратюка, 2023. – Вип. 2 (72). – С. 49–53. DOI: 10.26906/SUNZ.2023.2.049.
2. Станасюк Н.В. Інтегральне оцінювання розвитку промислового потенціалу регіонів. – 2016. *Економічний простір*. № 115. - С. 91-98
3. Шушкова Ю.В. Інтегральне оцінювання інноваційно-технологічного розвитку економіки України. 2020. *Вісник ХДУ Серія Економічні науки* № 37. С. 18-23. DOI: https://doi.org/10.32999/ksu2307-8030/2020-37-3
4. Більська О.В. Аналіз промислового комплексу України. 2020. *Ефективна економіка*. № 8. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8125 (дата звернення: 29.05.2025). DOI: 10.32702/2307-2105-2020.8.7
5. Шевченко І.Ю. Інтегральна оцінка конкурентоспроможності автомобілебудівних підприємств України. 2018. *Збірник наукових праць «Проблеми і перспективи розвитку підприємництва»*. № 21. С.211-232. DOI: https://doi.org/10.30977/PPB.2226-8820.2018.21.0.211
6. Державна служба статистики України (дата звернення: 29.05.2025) https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2013/pr/orp_rik/orp_rik_u.htm

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК КЛЮЧОВИЙ ІНСТРУМЕНТ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СУЧАСНОМУ ЕНЕРГЕТИЧНОМУ СЕКТОРІ

Викладач-методист вищої категорії О.Ф. Кошкіна
ВСП «Нікопольський фаховий коледж УДУНТ»,
м. Нікополь, Україна
Спеціаліст з енергозбереження та енергоменеджменту Л.О. Бігун
м. Дніпро, Україна

Сучасний енергетичний сектор стикається з безпрецедентними викликами, пов'язаними зі зростаючим попитом на енергію, бойовими діями, вичерпанням викопних ресурсів та необхідністю зменшення екологічного впливу. Енергозбереження стає ключовим елементом стратегій сталого розвитку, спрямованих на забезпечення енергетичної безпеки України. У цьому контексті штучний інтелект (ШІ) відкриває нові можливості для кардинального підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів на всіх етапах – від генерації до кінцевого споживання. Здатність ШІ обробляти великі обсяги даних, виявляти складні закономірності та приймати інтелектуальні рішення робить його незамінним інструментом для оптимізації енергетичних процесів та стимулювання енергозбереження.

ШІ знаходить все ширше застосування в різних сегментах енергетичного сектору, сприяючи значному прогресу в енергозбереженні:

1) Оптимізація виробництва електроенергії.

На електростанціях, включаючи теплові, атомні та гідроелектростанції, ШІ використовується для оптимізації режимів роботи обладнання, прогнозування виходу з ладу та проведення профілактичного обслуговування. Алгоритми машинного навчання аналізують дані з датчиків, і дані про роботу обладнання та зовнішні фактори (наприклад, погодні умови) для мінімізації витрат палива, підвищення ефективності генерації та зменшення часу простою обладнання.

2) Управління розумними енергетичними мережами (Smart Grids).

ШІ є ключовим елементом інтелектуальних енергетичних мереж. Алгоритми прогнозування навантаження дозволяють точно прогнозувати попит на електроенергію в режимі реального часу, що дає змогу оптимізувати виробництво та передачу електроенергії, зменшуючи втрати в мережах та підвищуючи їх стабільність. ШІ також використовується для виявлення аномалій, запобігання кібератакам та автоматичного відновлення роботи мережі після збоїв.

3) Інтеграція відновлюваних джерел енергії (ВДЕ).

Однією з ключових проблем інтеграції ВДЕ (сонячної та вітрової енергії) є їхня нестабільність. ШІ відіграє важливу роль у вирішенні цієї проблеми шляхом точного прогнозування генерації енергії з ВДЕ на основі метеорологічних даних та інших факторів. Це дозволяє ефективніше

планувати роботу традиційних електростанцій та систем накопичення енергії для компенсації коливань виробництва ВДЕ, мінімізуючи потребу у резервних потужностях та сприяючи максимальному використанню "зеленої" енергії.

4) Прогнозування попиту на енергію.

Точне прогнозування попиту на енергію є критично важливим для ефективного управління енергетичною системою. Алгоритми машинного навчання, використовуючи дані про споживання, погодні умови, економічні показники та інші релевантні фактори, можуть значно підвищити точність прогнозів для різних часових термінів (від короткострокових до довгострокових).

Це дозволяє енергетичним компаніям оптимізувати закупівлю палива, планувати виробництво електроенергії та ефективніше управляти енергетичними ресурсами, уникаючи надлишкового виробництва та непотрібних витрат.

5) Оптимізація енергоспоживання кінцевими споживачами.

ШІ може використовуватися для аналізу енергоспоживання в будівлях, промислових об'єктах та транспорті, надаючи рекомендації щодо оптимізації використання енергії. Інтелектуальні системи управління будівлею (BEMS) на основі ШІ можуть автоматично регулювати опалення, вентиляцію, кондиціонування та освітлення в залежності від присутності людей, погодних умов та інших факторів, забезпечуючи комфорт при мінімальному енергоспоживанні. В промисловості ШІ може оптимізувати роботу обладнання та виробничих процесів для зниження енергоємності продукції.

Впровадження ШІ в енергетичному секторі для цілей енергозбереження має значні переваги:

1) Значне підвищення енергоефективності.

ШІ дозволяє оптимізувати всі етапи енергетичного циклу, від виробництва до споживання, що призводить до значного скорочення енергетичних витрат.

2) Зменшення втрат енергії.

Інтелектуальне управління мережами та обладнанням допомагає мінімізувати технічні та комерційні втрати енергії.

3) Покращення інтеграції ВДЕ.

ШІ сприяє стабільній та ефективній інтеграції нестабільних відновлюваних джерел енергії в енергетичну систему.

4) Підвищення надійності та стійкості енергетичної системи. Прогнозування відмов обладнання та аномалій в мережах дозволяє запобігати аваріям та швидко відновлювати роботу системи.

5) Зниження екологічного впливу.

Економія енергії призводить до скорочення викидів парникових газів та інших шкідливих речовин.

6) Економія коштів.

Оптимізація енергоспоживання та зменшення втрат призводять до значної економії фінансових ресурсів.

Однак, існують і певні виклики, які необхідно враховувати при впровадженні ШІ в енергетиці:

1) Потреба у великих обсягах якісних даних.

Ефективна робота алгоритмів ШІ вимагає доступу до великих, релевантних та достовірних наборів даних.

2) Проблеми інтеграції існуючих систем.

Інтеграція ШІ-рішень з існуючою енергетичною інфраструктурою може бути складним та ресурсомістким процесом.

3) Питання кібербезпеки.

Захист енергетичних систем, керованих ШІ, від кібератак є критично важливим для забезпечення їхньої стабільної та безпечної роботи.

4) Необхідність у кваліфікованих кадрах.

Розробка, впровадження та підтримка ШІ-систем в енергетиці потребує висококваліфікованих фахівців з міждисциплінарними знаннями.

5) Регуляторні та етичні аспекти.

Впровадження ШІ в енергетиці може порушувати питання, пов'язані з конфіденційністю даних, відповідальністю за прийняті рішення та прозорістю алгоритмів.

Перспективи подальшого розвитку ШІ в енергетиці для енергозбереження

Подальший розвиток ШІ обіцяє ще більші можливості для трансформації енергетичного сектору та стимулювання енергозбереження.

Очікується, що в майбутньому ШІ відіграватиме ключову роль у:

1) Створенні повністю автономних та самооптимізуючихся енергетичних систем.

ШІ зможе приймати рішення в режимі реального часу на основі постійного аналізу даних, оптимізуючи виробництво, розподіл та споживання енергії без втручання людини.

2) Розвитку інтелектуальних енергетичних співтовариств (Smart Energy Communities).

ШІ сприятиме створенню локальних енергетичних систем, де споживачі зможуть обмінюватися енергією, оптимізувати власне споживання та спільно управляти енергетичними ресурсами.

3) Персоналізації енергоспоживання.

ШІ зможе аналізувати індивідуальні потреби та патерни споживання енергії, надаючи персоналізовані рекомендації та автоматично оптимізуючи роботу домашніх енергетичних пристроїв.

4) Застосуванні прогностичної аналітики для управління активами.

ШІ дозволить точно прогнозувати термін служби енергетичного обладнання та планувати його обслуговування, запобігаючи несподіваним поломкам та оптимізуючи витрати на ремонт.

Висновки: Штучний інтелект є потужним каталізатором енергозбереження в сучасному енергетичному секторі. Його застосування охоплює всі ключові етапи енергетичного циклу, від виробництва до споживання, сприяючи значному підвищенню енергоефективності, зменшенню втрат енергії та інтеграції відновлюваних джерел енергії. Незважаючи на існуючі сучасні виклики, подальший розвиток та впровадження ШІ в енергетиці відкриває безпрецедентні можливості для створення більш стійкої, ефективної та екологічно чистої енергетичної системи майбутнього. Для реалізації цього потенціалу необхідні спільні зусилля науковців, інженерів, політиків та представників бізнесу, спрямовані на розробку відповідних нормативно-правових рамок, інвестиції в дослідження та розробки, а також підготовку кваліфікованих фахівців.

Посилання

1. Печенюк А.В., Печенюк В.А. Перспективи застосування штучного інтелекту для покращення енергозбереження в умовах України. Інноваційна економіка. 2023. № 1(93). С. 158–163. URL: http://inneco.org/index.php/innecoua/article/view/1246
2. Суходоля О.М. Штучний інтелект в енергетиці. Національний інститут стратегічних досліджень. 2022. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-07/dopovid-ai-v-energetici-red_01-pogodzheno-sukhodolya_02-1.pdf
3. Шість варіантів енергетичної оптимізації та сталості — передові технології для ефективного використання ресурсів. Mediacom. 2024. URL: https://mediacom.com.ua/shi-v-energetitsi-optimizatsiya-ta-stalist-peredovi-texnologii-dlya-efektivnogo-vikoristannya-resursiv/

ANALYTICAL METHOD FOR ESTIMATING THE TEMPORAL RELIABILITY OF AN ALTERNATIVE ENERGY SYSTEM

Prof., Doctor of Technical Sciences V.V. Kravets,
Assoc. Prof., Candidate of Technical Sciences T.S. Hryshechkina,
Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine
Assoc. Prof., Candidate of Technical Sciences Vl.V. Kravets,
Ivano-Frankivsk Professional College of Lviv National Environmental University, Ukraine

An alternative energy system with three autonomous subsystems: solar energy, wind energy, hydrogen energy, each subject to a Poisson flow of failures and recoveries, is considered. An analytical method is proposed to assess the reliability of the energy system as a whole over time. An asymmetric Markov chain with eight discrete states and continuous time is taken as the dynamic scheme of the

problem. The mathematical model of the problem is formulated in terms of eighth-order Kolmogorov differential equations. An exact analytical solution of the Kolmogorov equations is given based on the established formulas for the roots of the characteristic equation of the eighth degree degenerate in the intensities of the failure and recovery flows of the three autonomous subsystems. The obtained results allow to model analytically the dynamics of random processes in the power system, to determine the probabilities of possible states of the system in time, to interpret the probabilities of states in time of operable and inoperable states of the subsystems and, in general, to estimate the reliability of the considered power system.

Analytical modelling is represented by the developed computational algorithm, which is adapted to computer technologies and ensures the efficiency of computational experiments. The effectiveness of analytical modelling in comparison with traditional modelling based on approximate numerical methods lies in the accuracy of the results and the speed of the research.

The proposed algorithm is reduced to the following sequence of operations

- Construction of a set of asymmetric states of the system;
- Formation of the matrix of intensities on the flows of failures and recoveries of autonomous subsystems;
- Formation of the characteristic determinant of the intensity matrix;
- Determination of the set of roots of the characteristic equation depending on the intensities of the flows of failures and recoveries of the subsystems;
- Formation of the solving square matrix by the characteristic determinant depending on the roots and states of the system, using the matrix column of initial conditions;
- forming a solving matrix column of exponents as a function of roots and time;
- determining the required matrix column of probabilities of the system states at the considered time interval as the product of the solving square matrix and the matrix column;
- verification and interpretation of the results by means of the time-invariant equality linking the probabilities of the system states.

The developed algorithm is universal and allows generalisation to complex systems: energy, technical, military, social, medical, biological, etc., with increasing problem dimensionality.

References

1. Kravets, V. V., Kravets, Vl. V., Burov, O. V. (2016). Reliability of Systems. Part 2. Dynamics of Failures. Saarbrucken: Lap lambert Academic Publishing, 108 p., ISBN: 978-3-659-89711-5
2. Kravets, V., Kapitsa, M., Domanskyi, I., Kravets, V., Hryshechkina, T., & Zakurday, S. (2024). Devising an analytical method for solving the eighth-order Kolmogorov equations for an asymmetric Markov chain. Eastern-

European Journal of Enterprise Technologies, 5(4 (131), 33–41. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.312971
3. Kravets, V. and Chibushov, Y (1994) Method of Finding the Analytical Solution of the Algebraic Particular Aspect Equation, Poland, Rzeszow, Folia Sci. Univ. Tech. Resoviensis, Math. 16, 104-117.
4. Kravets, V., Kravets, V., Burov, O. (2021). Analytical Modeling of the Dynamic System of the Fourth Order. Transactions on Machine Learning and Artificial Intelligence, 9 (3), 14–24. https://doi.org/10.14738/tmlai.93.9947

АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ СКЛАДСЬКОГО ОБЛІКУ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Аспірант Є.О. Модзалевський,
доцент, канд. техн. наук А.О. Журба
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна

Автоматизація з використанням ШІ може допомогти спростити та прискорити багато логістичних процесів, зменшити ймовірність помилок, оптимізувати використання ресурсів та пришвидшити прийняття рішень. Це, у свою чергу, може призвести до зниження витрат, збільшення продуктивності та підвищення якості обслуговування клієнтів.

Сучасна складська логістика переживає революцію завдяки стрімкому розвитку та повсюдному впровадженню штучного інтелекту (ШІ). Різні технології з використанням ШІ, включаючи машинне навчання, комп'ютерний зір, робототехніку, тощо, кардинально змінюють підходи до управління складськими процесами. Складські операції, такі як інвентаризація, управління запасами, збір замовлень та доставка стають набагато ефективнішими та точнішими.

Наразі штучний інтелект – це рушійний двигун, який стоїть за оптимізацією складних складських процесів. Його здатність аналізувати величезні обсяги даних, розпізнавати закономірності та робити точні прогнози дозволяє компаніям приймати оптимальні рішення та досягати оперативної переваги [1].

Загалом, застосування наступне: ШІ наслідує шаблони роботи дуже досвідченого менеджера, але він може обробляти набагато більше даних в одиницю часу. Наприклад, системи ШІ, як і людина-менеджер можуть проводити аналіз ринку на предмет коливань попиту та їх залежності від різних факторів, але можуть робити це безперервно та в рази швидше.

Надійна цифрова система управління складами (СУС) вкрай важлива для будь-якої компанії, що має запаси, і може допомогти заощадити кошти та підвищити ефективність у багатьох областях. Ось п'ять основних переваг системи СУС:

1. Підвищення операційної ефективності. Системи WMS автоматизують складські процеси, від вхідних надходжень до вихідних поставок, прискорюючи обробку великих масивів даних. Це скорочує кількість помилок при комплектуванні та відвантаженні товарів, виключає дублюючі та непотрібні операції, і таким чином оптимізує затрати часу та фінансів. Також СУС обмінюється даними з ERP та системами керування перевезеннями, забезпечуючи цілісний огляд руху товарів то кінцевих споживачів.

2. Скорочення відходів та витрат. Якщо є запас з обмеженням по термінах або продукти, що швидко псуються, програмне забезпечення WMS може визначити, які позиції повинні бути укомплектовані в першу чергу, або які можуть вимагати збільшення продажів, щоб мінімізувати відходи. Це також допоможе визначити найбільш ефективне використання складського простору від розміщення запасів до оптимальних шляхів. Деякі системи пропонують розширене моделювання для створення планів поверхів та розміщення піддонів, полиць та обладнання у найкращих місцях для роботи з максимальною ефективністю та економії часу та грошей.

3. Прозорість запасів у часі. Використовуючи штрихове кодування, RFID-мітки, датчики або інші методи відстеження розташування, система WMS дозволяє в реальному часі отримувати інформацію про запаси в кожен момент їхнього переміщення між складами. Завдяки цій прозорості можна створювати більш точні прогнози потреб та стратегії поповнення запасів. Що може бути особливо важливо під час процедур на кшталт відкликання продукції.

4. Поліпшене управління трудовими ресурсами. СУС може допомогти прогнозувати потреби в робочій силі, створювати графіки, оптимізувати час у дорозі в межах складу та призначати завдання відповідним співробітникам на основі рівня їх кваліфікації, місцезнаходження та інших факторів. Хороша система WMS також може допомогти у підвищенні морального духу співробітників, створюючи більш спокійне, організоване та безпечне середовище, де працівники відчувають, що їхній час цінується та використовується з розумом.

5. Поліпшення відносин з клієнтами та постачальниками. WMS підвищує якість виконання замовлень, зменшує час очікування замовлень та кількість невідповідностей, що підвищує задоволеність клієнтів та їх лояльність, а також підвищує репутацію постачальника [2].

Система ШІ може розпізнавати як позитивні так і негативні закономірності у складських процесах, які є неочевидними для людини. Після аналізу даних система може визначити вузькі місця або інші типи завад ефективності процесу і пропонувати поліпшення. Практичним прикладом

є оптимізація: алгоритми можуть аналізувати та оптимізувати маршрути руху транспорту (наприклад, вантажівок, або навантажувачів) та персоналу. І в якості поліпшення пропонувати працівникам/техніці під час завантаження рухатись територією складу максимально коротким маршрутом (або, залежно від параметрів оптимізації, маршрутом, при якому завантаження займає мінімальний час). Аналогічно, функції штучного інтелекту можуть визначати найкращий простір для зберігання кожного продукту, засновану на його розмірі, охопленні та інших факторах, щоб зробити вхідну та вихідну точки на складі якомога ближчими (за часом або відстанню).

Іншим важливим аспектом є зменшення кількості помилок та покращення якості. Системи ідентифікації зображень, які використовують ШІ, можуть, наприклад, сканувати пакування та перевіряти його стан та розміри при отриманні. Що дає змогу одразу виявляти невідповідності. Такі автоматизовані елементи управління якістю гарантують, що проблеми вирішуються на початку процесу і не проходять через весь ланцюжок постачання, а значить їх коригування потребує меншої кількості ресурсів. Крім того, ШІ навчається з часом, і завдяки методам машинного навчання розпізнавання зображень безперервно покращується і ще більше знижує частоту помилок.

Всі ці оптимізації в підсумку призводять до підвищення продуктивності та зниження витрат на складські операції. Роботи та системи ШІ можуть виконувати деякі завдання набагато швидше та точніше, ніж люди, що підвищує загальну продуктивність системи. У той самий час алгоритмічна оцінка складських даних забезпечує кращі стратегічні рішення - наприклад, у плануванні персоналу та ресурсів, що робить всеосяжні процеси ефективнішими. Рішення штучного інтелекту можуть постійно контролювати процеси та аналізувати ризики. Загалом прозорість у роботі складу зростає, і про проблеми часто дізнаються ще до того, як вони виникають. Все це сприяє зниженню витрат, тому що більш ефективний склад продукує менше відходів, менше витрат на помилки та більш оптимально використовує робочий час.

Згідно з прогнозами експертів, технології штучного інтелекту можуть підвищити ефективність у логістичній промисловості найближчими роками більш ніж на 40% до 2035 року [3].

Однак існують і мінуси використання ШІ у складській логістиці. До них відносять, насамперед, високі початкові витрати. Впровадження ШІ потребує значних інвестицій у технології, обладнання та навчання персоналу. Для малих та середніх підприємств такі витрати можуть бути дуже великими і не завжди такими, що окупаються у короткостроковій перспективі.

Складнощі в інтеграції. Інтеграція ШІ систем із існуючими складськими системами може бути складною та вимагати значних зусиль. Необхідна сумісність різних програмних та апаратних рішень, що може спричинити додаткові труднощі. Інтеграція ШІ з існуючими системами управління складом (WMS) та системами управління підприємством (ERP) може вимагати також значних тимчасових витрат.

Залежність від даних. Ефективність роботи ШІ багато в чому залежить від якості та обсягу доступних даних. Неякісні дані можуть призвести до помилкових прогнозів та рішень. Крім того, збір та обробка даних потребують додаткових ресурсів та часу. Системи машинного навчання вимагають великого обсягу даних для навчання та оптимізації і, якщо дані неповні або неточні, це може негативно вплинути на результати.

Опір змінам із боку людей. Впровадження нових технологій часто зустрічає опір з боку персоналу, якщо воно пов'язане зі зміною звичних процесів. Співробітники розуміють, що автоматизація призведе до скорочення робочих місць. Необхідна ретельна робота зі співробітниками для забезпечення їх підтримки та адаптації до нових технологій.

Ризики безпеки та конфіденційності. Використання ШІ пов'язане з ризиками витоків даних та кібератак. Зберігання та обробка великого обсягу даних потребує суворих заходів безпеки для захисту конфіденційної інформації та запобігання несанкціонованому доступу. Складські системи, підключені до інтернету, можуть бути вразливими для кібератак – компанії повинні вживати заходів для захисту своїх даних та систем [4].

Впроваджуючи інновації та застосовуючи відповідальний підхід до використання штучного інтелекту, склади можуть досягти сталого зростання, конкурентних переваг та операційної досконалості в умовах мінливого ринку логістики.

Посилання

1. Автоматизація та роботизація складу і логістичних підприємств . [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://sunone.com.ua/articles-uk/avtomatizaciya-ta-robotizaciya-skladu-i-logistichnih-pidpriiemstv/
2. Richey Jr, R. G., Chowdhury, S., Davis-Sramek, B., Giannakis, M., & Dwivedi, Y. K. (2023). Artificial intelligence in logistics and supply chain management: A primer and roadmap for research. *The Journal of Business Logistics*, *44*(4), 532–549. https://doi.org/10.1111/jbl.12364
3. Фалович, Н., & Дубчак, О. (2023). Впровадження штучного інтелекту в логістиці: майбутнє логістичної галузі. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції "Маркетингові технології підприємств в сучасному науково-технічному середовищі"*, 143–144.
4. Музиченко, Т., Скорба, О., & Шевчук, А. (2023). Штучний інтелект як засіб оптимізації бізнес процесів в електронній комерції. Академічні візії, (25). https://doi.org/10.5281/zenodo.10081884

ВИБІР ДЖЕРЕЛА ЕНТРОПІЇ ДЛЯ РОЗРОБКИ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ГЕНЕРАЦІЇ ВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ НА БАЗІ МОБІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Доц., канд. техн. наук Д.О. Остапець, студент А.О. Опрятний
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна

Важливою складовою багатьох процесів в криптографії, іграх та моделюванні є генерація випадкових чисел. Оскільки генератори псевдовипадкових чисел є детермінованими, постає проблема пошуку джерела ентропії для отримання дійсно випадкових послідовностей.

Джерело ентропії – це фізичне джерело інформації, вихідні дані якого здається випадковим, або стають випадковими після застосування процесу фільтрації/дистиляції [1].

Мобільними пристроями будемо вважати смартфони, планшети та інші подібні засоби під керуванням мобільних операційних систем.

Одними із можливих джерел ентропії в мобільних пристроях можуть виступати датчики мобільного пристрою.

Датчики – це пристрої, встановлені в мобільні пристрої для виявлення різних характеристик навколишнього середовища. Зараз існує досить багато вбудованих датчиків, які допомагають функціонувати смартфону. Генератор випадкових чисел, що використовує датчики сучасного мобільного пристрою, здатний генерувати високоякісні послідовності випадкових бітів [2].

Датчики руху – датчики, які використовуються для моніторингу руху пристрою [3]. Дані рухи можуть бути такими: струс, нахил, обертання, коливання або обертання. Смартфони ідентифікують свою орієнтацію за допомогою акселерометра.

Акселерометр – прилад, що вимірює силу реакції, яка індукована прискоренням або гравітацією [3]. У мобільних пристроях даний прилад здебільшого відповідає за керування орієнтації зображення на екрані. Ще одним способом застосування акселерометра може бути виконання мобільним пристроєм деяких функцій при зміні орієнтації у просторі (струшування, удар, поворот дисплею та деякі інші).

Датчики положення – комбінація датчиків магнітометра та акселерометра для визначення фізичного положення пристрою [4]. За допомогою них, мобільний пристрій має змогу визначати своє фізичне положення.

Датчик освітлення – датчик, який регулює рівень яскравості екрана [5].

Гіроскоп – відповідає за вимірювання швидкості обертання навколо осі пристрою [3]. Однією з найбільш розповсюджених реалізацій гіроскопа є можливість плавного обертання та виконання команд в іграх за допомогою рухів.

Барометр – використовується для визначення тиску навколишнього середовища [5]. Наприклад, фітнес-трекери можуть використовувати цей датчик для відслідковування підйому по сходах.

Магнітометр – датчик, що вимірює магнітне поле [4]. Магнітометри можуть бути двох типів: мобільні, які використовуються у програмах для виявлення руху, і стаціонарні, які використовуються у фіксованих точках.

Під час вибору джерела ентропії для розробки генератора випадкових чисел необхідно врахувати такі вимоги, як:

- чутливість датчика;
- наявність датчика у більшості мобільних пристроїв;
- швидкість оцифрування даних;
- кількість отриманих біт за одне вимірювання.

Важливим є придатність використання факторів навколишнього середовища, заснованих на мобільності та місці, як джерела ентропії в генераторі випадкових чисел. Прикладом є генерація пари ключів шифрування у потоці на основі умов навколишнього середовища, які пристрій може записати, таких як магнітне поле наближення, географічні координати та інші.

Результат порівняння показав, що акселерометр, гіроскоп та магнітометр наявні майже у всіх сучасних смартфонах, є досить чутливими, а також дають можливість отримання найбільшої кількості біт тому, що фіксують зміни у трьох координатах, тоді як датчик освітлення та барометр фіксують лише одне значення. Саме тому ці датчики обрано у якості джерела ентропії для розробки комплексу.

Посилання

1. National Institute of Standards and Technology Special Publication 800-22 revision 1a Natl. Inst. Stand. Technol. Spec. Publ. 800-22rev1a, 131 pages (April 2010).
2. Introduction to Randomness and Random Numbers. Random.org. URL: https://www.random.org/randomness/ (дата звернення: 26.10.2024).
3. Motion sensors. Android Developers. URL: https://developer.android.com/develop/sensors-and-location/sensors/sensors_motion.
4. Position sensors. Android Developers. URL: https://developer.android.com/develop/sensors-and-location/sensors/sensors_position.
5. Environment sensors. Android Developers. URL: https://developer.android.com/develop/sensors-and-location/sensors/sensors_environment.

РОЗРОБКА ПРОТОКОЛУ ВЗАЄМОДІЇ МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ГЕНЕРАЦІЇ ВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ НА БАЗІ МОБІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Доц., канд. техн. наук Д.О. Остапець, студент А.О. Опрятний
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна

Генерація випадкових чисел (ГВЧ) є важливою складовою багатьох процесів, зокрема в криптографії, моделюванні, статистиці та ін. Для багатьох алгоритмів генерації псевдовипадкових чисел (ГПВЧ) значним викликом є забезпечення їх якості та непередбачуваності [1]. Обмежена швидкодія та відносно висока вартість апаратних засобів генерації дійсно випадкових послідовностей, є основними перешкодами для їх широкого застосування. Тому, ця тема є актуальною.

У роботі пропонується реалізувати апаратно-програмний комплекс який включає в себе генератор випадкових чисел на основі мобільного пристрою та серверу, що надає клієнтам зручний програмний інтерфейс для генерації випадкових чисел.

Склад розроблюваного комплексу передбачає:

- мобільний пристрій та фонове програмне забезпечення для нього;
- програмне забезпечення для сервера;
- приклад (шаблон) програмного забезпечення для клієнта.

Комплекс матиме два режими генерування послідовностей чисел:

- генерація істинно випадкових 32-х бітних беззнакових цілих чисел за допомогою джерел ентропії, що доступні в мобільному пристрої;
- генерація псевдовипадкових 32-х бітних беззнакових цілих чисел, з використанням апаратно згенерованого зерна.

Для забезпечення обміну даними між елементами комплексу необхідно розробити протоколи, які визначатимуть правила та стандарти взаємодії, що гарантуватимуть коректність і ефективність цього процесу.

Для сервера передбачено 4 типи команд від клієнта: команду встановлення режиму генерації (разом із полем, що ідентифікує режим), команду встановлення джерела ентропії (разом із полем, що ідентифікує джерело ентропії), команду генерації зерна для генератора псевдовипадкових чисел і команду генерації випадкового числа по модулю (разом із полем, що вказує модуль).

У якості реакції на ці команди передбачається 4 типи відповідей. Серед них два типи помилок: помилка, що вказує на неправильний формат наданої команди і помилка, що вказує на відсутність з’єднання з мобільний пристроєм. Також два типи відповідей успішного виконання команди: відповідь, що повідомляє про успішне виконання команди (наприклад,

встановлення режиму генерації, встановлення джерела ентропії, або генерацію зерна), та відповідь, що повертає згенероване випадкове число.

Можливі запити до сервера:

- SM00 – встановити режим генерації випадкових чисел за допомогою акселерометра;
- SM01 – встановити режим генерації випадкових чисел за допомогою гіроскопа;
- SM02 – встановити режим генерації випадкових чисел за допомогою магнітометра;
- SM10 – встановити режим генерації псевдовипадкових чисел з зерном згенерованим за допомогою акселерометра;
- SM11 – встановити режим генерації псевдовипадкових чисел з зерном згенерованим за допомогою гіроскопа;
- SM12 – встановити режим генерації псевдовипадкових чисел з зерном згенерованим за допомогою магнітометра;
- GR100 – генерація випадкового числа по модулю 100, використовуючи встановлений режим.

Можливі відповіді сервера:

- OK[число] – успішний результат генерації;
- OK – успішний результат встановлення режиму генерації;
- EF – помилка, що вказує на неправильний формат запиту;
- EC – помилка, що вказує на відсутність з’єднання з мобільним пристроєм.

Для запитів від сервера до мобільного пристрою пропонується відправляти лише один параметр, що вказує на джерело ентропії, за допомогою якого необхідно згенерувати випадкове число. Наприклад:

- 0 – генерація випадкового числа за допомогою акселерометра;
- 1 – генерація випадкового числа за допомогою гіроскопа;
- 2 – генерація випадкового числа за допомогою магнітометра.

У якості протоколу обміну даних між мобільним пристроєм та сервером, і між сервером та клієнтом рекомендується використовувати TCP. Протокол TCP був спеціально розроблений для надійної передачі потоку байтів між вузлами ненадійної мереж [2]. Протокол гарантує, що всі пакети даних будуть доставлені без помилок і у порядку в якому вони відправлялись.

Посилання

1. D. Ostapets, V. Dziuba, P. Ivin, Hardware random numbers generator based on microcontroller, MATEC Web of Conferences 390, 04002 (2024). doi: 10.1051/matecconf/202439004002.
2. Tanenbaum A. S., Wetherall D. J., Computer networks – 5th ed. 1944. 552 c.

ОЦІНКА ВПЛИВУ НЕОДНОРІДНОСТІ ОСНОВИ В СТАЦІОНАРНИХ ЗАДАЧАХ ДИНАМІКИ ПЛАСТИН І ОБОЛОНОК, ЯКІ ВЗАЄМОДІЮТЬ З ПРУЖНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Проф., канд. фіз.-мат. наук А.В. Пожуєв,
доц., канд. техн. наук О.М. Міхайлуца
Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна
Проф., доктор фіз.-мат. наук В.І. Пожуєв
Національний університет "Запорізька політехніка" м. Запоріжжя, Україна

Серед широкого кола проблем про динамічну взаємодію пластин і оболонок з пружним або акустичним середовищем окреме місце займають так звані стаціонарні динамічні задачі, коли результати залежать від часу неявним способом, а змінна t виключається із розгляду шляхом переходу до амплітуд, як це буває в задачах про розповсюдження вільних хвиль або ж у розгляді вільних і вимушених коливань, або ж за допомогою перетворення Галілея і введенням рухомої системи координат. У всіх цих випадках у кінцевому виразі ми приходимо до необхідності розв'язання системи звичайних диференціальних рівнянь, зокрема, у випадку навантаження, яке рухається зі сталою швидкістю таку систему треба розв'язувати у просторі зображень з наступним чисельним оберненням інтегральних перетворень. Якщо пружне середовище є однорідним, то такі системи вдається розв'язати шляхом введення потенціальних функцій, але такий шлях стає неможливим, якщо механічні параметри основи є змінними, тобто залежать від координат. У цьому випадку аналітичне розв'язання можна знайти тільки наклавши суттєві обмеження на закони зміни модуля Юнга і густини матеріалу. З точки зору механіки це означає, що в різних точках системи пластина (оболонка) – основа частота коливань і швидкість розповсюдження хвиль будуть залежати від координат відповідної точки.

У зв'язку з цим в таких задачах доводиться застосовувати чисельні підходи, орієнтовані на використання обчислювальної техніки. Останнім часом найчастіше в подібних ситуаціях застосовують методи, які пов'язані з дискретизацією області, в якій аналізується стаціонарний динамічний процес. В першу чергу тут варто назвати методи скінчених різниць, скінчених і граничних елементів. В даній роботі показано. Як можна розв'язувати подібні задачі без дискретизації шляхом зведення крайової задачі до послідовного розв'язання задач Коші, використовуючи запропонований Годуновим метод ортогональної диференціальної прогонки і застосовуючи на кожному кроці метод Рунге-Кутта. Розроблено пакет прикладних програм і проведена ілюстрація його можливостей на таких трьох задачах: розповсюдження вісесиметричних хвиль в системі циліндрична оболонка – неоднорідний за радіальною координатою заповнювач; вільні коливання трьохшарової циліндричної оболонки, в якій несучі шари розділені шаром зі змінними

механічними характеристиками; вплив неоднорідності пружного шару на реакцію пластини під дією рухомого навантаження.

В перших двох задачах рух циліндричних оболонок описується рівняннями пластин із урахуванням деформації зсуву і інерції обертання елементу (типу Тимошенко), а для заповнювача зі змінним модулем Юнга і густиною, які довільним чином змінюються вздовж радіуса рівняння руху отримані виходячи з рівнянь у напруженнях та враховуючи закон Гука і співвідношень Коші і які в переміщеннях записуються так

$$\begin{gathered}(\lambda+2\mu)\frac{\partial e}{\partial r}+2\mu\frac{\partial w_\theta}{\partial x}+\frac{d\lambda}{dr}e+2\frac{d\mu}{dr}\frac{\partial u_r}{\partial r}=\rho\frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2}\\(\lambda+2\mu)\frac{\partial e}{\partial x}-2\mu\frac{1}{r}(rw_\theta)+\frac{d\mu}{dr}\left(\frac{\partial u_x}{\partial r}+\frac{\partial u_r}{\partial x}\right)=\rho\frac{\partial^2 u_x}{\partial t^2}\\e=\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(ru_r)+\frac{\partial u_x}{\partial x},\quad 2w_\theta=\frac{\partial u_r}{\partial x}-\frac{\partial u_x}{\partial r}\end{gathered}\qquad(1)$$

В третій задачі рух пластини описується рівняннями типу Тимошенко, а для основи аналогічно рівнянням (1) в плоскій постановці приходимо до таких рівнянь руху у переміщеннях

$$\begin{gathered}\alpha\frac{\partial\varepsilon}{\partial x}+\nabla^2 u_x+\frac{1}{\mu}\frac{\mu}{\partial y}\varepsilon_{xy}=\frac{\rho}{\mu}\frac{\partial^2 u_x}{\partial t^2}\\\alpha\frac{\partial e}{\partial y}+\nabla^2 u_y+\frac{1}{\mu}\frac{\mu}{\partial y}\left[(\alpha-1)e+2\varepsilon_{yy}\right]=\frac{\rho}{\mu}\frac{\partial^2 u_y}{\partial t^2}\\\alpha=(1-2\nu)^{-1}\end{gathered}\qquad(2)$$

Рівняння в частинних похідних (1) і (2) доповнюються граничними умовами, які описують вид контакту між основою і тонкостінною конструкцією у вигляді циліндричної оболонки чи пластини. Наприклад, для рівнянь (1) при ковзному контакті між оболонкою та заповнювачем ці умови мають такий вигляд

$$\begin{aligned}&\text{при } r=R\quad u_r=w,\quad \sigma_{rr}=-q_r,\quad \sigma_{rx}=0\\&\text{при } r=a\quad \sigma_{rr}=0_r,\quad \sigma_{rx}=0\end{aligned}\qquad(3)$$

Зрозуміло, що в стаціонарній постановці і необмежених за довжиною конструкціях початкові умови відсутні (процес вважається таким, що встановився).

Далі в усіх задачах в рівняннях виду (1) і (2) виключаються із розгляду дві змінні (t і одна з просторових координат). Це робиться або переходом до розгляду амплітуд (в задачах про вільні хвилі або коливання), або ж застосуванням перетворення Галілея і перетворення Фур'є за повздовжньою

координатою. Наприклад, при вивченні розповсюдження повздовжньо-поперечних хвиль амплітуди переміщень в заповнювачі вводяться таким чином

$$\overline{\mathrm{U}} = \overline{\mathrm{U}}_0 \, exp\, i(cx - pt) \tag{4}$$

Після цього (1) і (2) переходять в системи звичайних диференціальних рівнянь, які необхідно привести до систем чотирьох рівнянь першого порядку, які у векторній формі разом з граничними умовами запишуться так

$$\frac{d\overline{X}}{dx} = A(\overline{r})\overline{X}, \quad B\overline{X}(a) = \overline{d_1}, \quad C\overline{X}(b) = \overline{d_2} \tag{5}$$

де $\overline{X}$ – n-мірний вектор розв’язання, а матриці A, B, C залежать від характеру задачі, яка розглядається.

Метод ортогональної диференціальної прогонки зводить крайову задачу (5) до послідовного розв'язання задач Коші методом Рунге-Кутта у вузлах ортогоналізації на прямому ході і виконання зворотного ходу в інших вузлах інтервалу інтегрування.

Зазначимо, що в задачах про розповсюдження вільних хвиль і про власні коливання в (5) треба покласти $\overline{d}_1 = 0, \overline{d}_2 = 0,$ тобто розглядати однорідну крайову задачу, причому при розв'язанні задачі на власні значення зворотній хід не виконується.

Розглянуті два закони зміни параметрів заповнювача за товщиною, а саме степеневий, коли

$$E = E_0(1+\theta r)^n, \quad \rho = \rho_0(1+\gamma r)^m \tag{6}$$

а також експоненціальний, коли

$$E = E_0 \mathrm{e}^{k_1 r}, \quad \rho = \rho_0 \mathrm{e}^{k_2 r} \tag{7}$$

Попередньо проведено тестування пакету прикладних програм на випадку однорідного заповнювача, для якого існує аналітичне розв'язання, яке показало добрий збіг результатів, а також дозволило оптимізувати число вузлів ортогоналізації. Оцінено вплив параметрів неоднорідності як на фазові швидкості, так і на форму дисперсійних кривих. З практичної точки зору важливим є визначення мінімумів таких кривих, оскільки це дозволяє знаходити критичні швидкості для задач про рух нормального навантаження вздовж нескінченно довгої циліндричної оболонки з неоднорідним заповнювачем.

Для задачі про вільні коливання трьохшарової циліндричної оболонки скінченної довжини з неоднорідним середнім шаром перехід від рівнянь у частинних похідних до системи звичайних диференціальних рівнянь виконується шляхом подання розв'язків у такому вигляді

$$\begin{Bmatrix} u_k, u_x \\ w_k, u_r \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} u_{k,0}, U(r) \\ w_{k,0}, W(r) \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \cos\dfrac{m\pi x}{L} \\ \sin\dfrac{m\pi x}{L} \end{Bmatrix} \sin\omega t \tag{8}$$

Показано вплив змінності параметрів заповнювача за законом (6) і (7) на нижні частоти власних коливань і відмічено, що змінність особливо суттєво впливає для порівняно товстого ($\varepsilon = R_2/R_1 < 0{,}8$) заповнювача, причому зі зростанням E за законом (6) або (7) частоти збільшуються.

В задачах про напружено-деформований стан системи пластина-неоднорідна основа під дією рухомого нормального навантаження спочатку застосовується перетворення Галілея

$$x = (x' - ct)/H \tag{9}$$

а потім використовується метод фундаментальних розв'язків, коли в рухомій системі координат спочатку розглядається одиничне нормальне навантаження виду

$$p(x) = \cos(\xi x) \tag{10}$$

що дозволяє разом з (9) знову перейти до системи звичайних диференціальних рівнянь, але тепер вже треба в методі ортогональної диференціальної прогонки виконувати зворотній хід. Маючи результати для окремих гармонік (різних значень ξ), переміщення і напруження, які викликаються конкретними заданими навантаженнями, отримуємо суперпозицією елементарних розв'язків, використовуючи подання конкретного навантаження інтегралом Фур'є. Зокрема, для лінійного зосередженого навантаження виду

$$p = p_0\delta(x - ct) \tag{11}$$

використовувалося подання дельта-функції Дірака за допомогою інтеграла Фур'є

$$\delta(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^\infty \cos(\xi x)d\xi \tag{12}$$

В частинному випадку однорідного шару проведено порівняння з аналітичними результатами, які також записані у вигляді невласних інтегралів. В обох випадках такі інтеграли чисельно знаходились з використанням методу Файлона. Показано, що зміна параметрів основи за законом виду (6) і (7) може змінювати прогини пластини на 30 %. Відмічена можливість застосування розробленого пакета прикладних програм у випадках, коли основа складається із кількох однорідних або неоднорідних шарів, але при цьому треба обов'язково слідкувати за тим, щоб вузли ортогоналізації потрапляли на границі між шарами.

Висновки

1. Розроблено пакет прикладних програм для розв'язання крайових задач для систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку з довільними змінними коефіцієнтами, який ґрунтується на методі ортогональної диференціальної прогонки.
2. Як приклад застосування такого підходу, розглянуті три класи задач стаціонарної динаміки в теорії пружності, а сапе про розповсюдження вільних хвиль, власні коливання та рухомі навантаження в системі циліндрична оболонка (пластина) – неоднорідне інерційне середовище. Показано вплив неоднорідності на характеристики динамічних процесів в таких системах.
3. Відмічена можливість застосування підходу на випадок шаруватих основ, коли модуль Юнга і густина матеріалу змінюються не безперервно а залишаються сталими в межах кожного шару, але стрибком приймають інші значення на сусідньому шарі.

Посилання

1. Пожуєв А. В. Вільні хвилі та стаціонарне деформування елементів конструкцій, які взаємодіють з інерційним середовищем / А. В. Пожєв, В. І. Пожуєв. – Запоріжжя : Кругозір, 2016. – 248 с.
2. Пожуєв А. Дія жорсткого тіла на внутрішню поверхню товстостінного біметалічного циліндра / А. Пожуєв, В. Пожуєв, О. Міхайлуца // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2024. – 2. – С. 62-71.
3. Манжос О. Нестаціонарна реакція циліндричної оболонки з пружним шаром на дію рухомого радіального навантаження. / О. Манжос, А. Пожуєв, О. Міхайлуца // Технічні науки та технології. – 2023. – 2 (32). – С. 107–116.
4. Foroutan K. Nonlinear dynamic response and vibration of spiral stiffened FG toroidal shell segments with variable thickness / K. Foroutan, L. Dai // Mechanics of Advanced Materials and Structures. – 2023. – 30. – P. 3184-3203.

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІКОННИХ ФУНКЦІЙ ПРИ РОБОТІ З БАЗАМИ ДАНИХ

Доц., канд. ф-м. наук І.В. Рассоха, доц., канд. пед. наук С.П. Рендюк
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна

Ст. інженер-програміст О.В. Рассоха
GRID DYNAMICS POLAND SP. Z O.O., м. Вроцлав, Польща

Як відомо, сучасна робота з базами даних передбачає достатньо високий рівень володіння математичним апаратом, що забезпечує ефективний аналіз з метою оптимізації, прогнозування, встановлення трендів тощо. Серед розділів математики, що активно використовуються при роботі із СУБД можна назвати алгебру, теорію ймовірностей та математичну статистику, комбінаторику тощо. При цьому одним із ключових понять є поняття функції [1].

Найчастіше використовуються агрегатні функції. З точки зору математики агрегатною функцією є скалярна функція, що залежить від скінченої множини значень: вектор, список, назви стовпчиків, функції, будь які їхні комбінації тощо [2]. Такі функції володіють рядом математичних характеристик: комутативність, асоціативність, інваріантність до порядку, редукція розмірності, інваріантність до повторів.

Іншим класом функцій, що широко застосовуються на практиці при роботі з СУБД, є віконні функції. Зупинимося детально на їх особливостях та принципах використання.

У загальному вигляді під поняттям віконної функції розуміють оператор, що застосовується до частини (вікна) послідовності даних та повертає результат, який може змінюватися для кожного елемента. Таким чином, віконна функція має своїми аргументами не весь набір даних, а лише його локальну підмножину («вікно»). Таке «вікно» визначається за певними правилами в залежності від контекста задач (задачами сортування, умовами на позицію елементів в послідовності). Таким чином, математично віконну функцію можна записати наступним чином.

$$y_i = f(W_i), \tag{1.1}$$

де W_i – локальне вікно, підмножина впорядкованої послідовності $X = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$. В данному випадку функція f може бути агрегатою (наприклад, ковзне середнє значення) або аналітичною функцією. Віконна функція має певні властивості: локальність, сталість або зростання розмірності та інші. Звісно, що віконна агрегатна функція додатково володіє властивостями агрегатних функцій, аналітична функція – властивостями аналітичних функцій данного классу. Віконна функція є функціоналом, тому працює не з окремими елементами, а з множиною значень.

З точки зору дискреного функціонального аналізу віконні функції можуть бути розділені на наступні класи: лінійні оператори, нелінійні функції впорядкування та оператори локального контексту.

Наведемо деякі практичні приклади застосування віконних функцій для побудови запиту на SQL.

1) Знаходження середнього по підмножині (*Partitioned average*).

Локальне вікно: $\{x_i,...,.x_{i+j}\}$, середнє: $y_i = \frac{1}{j}(x_i + ... + x_{i+j})$

Приклад. Середня зарплата по відділу.

SQL: AVG(salary) OVER (PARTITION BY department_id)

Таблиця 1 – Вхідна таблиця

employee_id	department_id	salary
1	10	4000
2	10	5000
3	20	6000

Таблиця 2 – Результат

employee_id	department_id	salary	avg_dept_salary
1	10	4000	4500
2	10	5000	4500
3	20	6000	6000

Середнє значення по певній множині широко використовується для вирішення економічних завдань. Таких, як знаходження середньої заробітної плати, середньої ціни товарів, середнього доходу та інших економічних показників.

2) Знаходження ковзного середнього (*Moving average*).

Локальне вікно: $\{x_i,...,.x_{i-k+1}\}$, ковзне середнє: $y_i = \frac{1}{k}(x_i + ... + x_{i-k+1})$

Приклад. Ковзне середнє температури

SQL: AVG(temp) OVER (ORDER BY day ROWS BETWEEN 1 PRECEDING AND CURRENT ROW)

Таблиця 3 – Вхідна таблиця

day	temp
Monday	10
Tuesday	14
Wednesday	12

Таблиця 4 – Результат

day	temp	moving_avg
Monday	10	10.0
Tuesday	14	12.0
Wednesday	12	13.0

Ковзне середнє широко використовується в економіці для згладжування коливань в часових рядів, що дозволяє виявити довгострокові тенденції [3].

3) Знаходження кумулятивної суми (*Cumulative sum*).

Локальне вікно: $\{x_1, x_2, ..., x_i\}$. Кумуклятивна сума $y_i = \sum_{j=1}^{i} x_j$

Приклад. Кумулятивні продажі.

SQL: SUM(sales) OVER (PARTITION BY region ORDER BY date)

Таблиця 5 – Вхідна таблиця

region	date	sales
A	2024-01-01	100
A	2024-01-02	200
A	2024-01-03	150
A	2024-01-03	120

Таблиця 6 – Результат

region	date	sales	cum_sales
A	2024-01-01	100	100
A	2024-01-02	200	300
A	2024-01-03	150	450
A	2024-01-03	120	570

Приклад. Сума продажів за останні три дні.

SQL: SUM(sales) OVER (ORDER BY date ROWS BETWEEN 2 PRECEDING AND CURRENT ROW)

Таблиця 7 – Вхідна таблиця

date	sales
2024-01-01	50
2024-01-02	60
2024-01-03	40
2024-01-04	100

Таблиця 8 – Результат

date	sales	rolling_sum
2024-01-01	50	50
2024-01-02	60	110
2024-01-03	40	150
2024-01-04	100	200

Кумулятивна сума часто використовується для аналізу тенденцій, зміни обсягів продажів, виробництва та іншого.

4) Лаг (затримка) та лід (випередження).

Локальне вікно: x_{i-j}, лаг: $y_i = x_{i-j}$. Локальне вікно: x_{i+j}, лід: $y_i = x_{i+j}$

Приклад. Зміна продажів порвняно зпопереднім та наступним днями.

Таблиця 9 – Вхідна таблиця

date	sales
2024-01-01	100
2024-01-02	150
2024-01-03	120

SQL: sales – LAG(sales) OVER (ORDER BY date)

Таблиця 10 – Результат

date	sales	diff_prev_day
2024-01-01	100	NULL
2024-01-02	150	50
2024-01-03	120	-30

SQL: sales – LEAD(sales) OVER (ORDER BY date)

Таблиця 11 – Результат

date	sales	diff_prev_day
2024-01-01	100	-50
2024-01-02	150	30
2024-01-03	120	NULL

Функції лагу та ліду застосовуються в економіці для опису та аналізу динаміки економічних процесів. Наприклад, відхилень від запланованих показників.

5) Знаходження рангу (*Rank*).

Локальне вікно: $\{x_i, .x_i \in X, впорядковано\}$, ранг y_i: позиція x_i у впорядкованій множині X.

Приклад. Рейтинг товарів за ціною.

SQL: RANK() OVER (PARTITION BY category ORDER BY price DESC)

Таблиця 12 – Вхідна таблиця

product	category	price
A	Phones	300
B	Phones	500
C	Phones	300

Таблиця 13 – Результат

product	category	price	price_rank
B	Phones	500	1
A	Phones	300	2
C	Phones	300	2

В економіці, ранжування застосовується для оцінки, порівняння та відбору різноманітних об'єктів, таких як компанії, проекти, інвестиції, або економічні показники.

Наведені приклади ілюструють застосування елементарних віконних функцій. Часто в практичних задачах зустрічаються їх композиції. Тобто результат однієї віконної функції є аргументом або локальним вікном іншої.

Висновки

Таким чином, у роботі з базами даних віконні функції (*window functions*) стали невід'ємним інструментом для аналітики, обчислень і статистичної обробки. Одночасно віконні функції мають чітке математичне підґрунтя: вони працюють як оператори над послідовностями, подібно до згорток, інтегралів, порядкових відображень і статистичних функцій у вищій математиці.

Посилання

1. Claudio Fratarcangefi. Technique for Universal Quantification in SQL. SIGMOD RECORD, Vol. 20, No. 3, September 1991. – pp. 16 – 24.
2. Dejan Sarka, Greg Low, Roger Wolter, Ed Katibah, Isaac Kunen, Itzik Ben-Gan, Inside Microsoft SQL Server 2008: T-SQL Programming (Developer Reference) 1st Edition Microsoft Press, 2010, P.640.
3. Zafar, RF, Khoo, MBC, You, HW, Saha, S., & Yeong, WC (2024). Distributional control chart of a weighted moving average. Journal of Applied Statistics, 52 (3), 744–777.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ВИВЧЕННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Доц., канд. пед. наук С.П. Рендюк, доц., канд. ф-м. наук І.В. Рассоха
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна

У сучасному цифровому світі, де технології швидко змінюють всі аспекти життя, освіта перебуває на порозі істотних змін. Однією з найбільш нових ідей є штучний інтелект (ШІ) — система, яка може не лише працювати з великими даними, а й вчитися, змінюватися та приймати рішення. У контексті вищої математичної освіти ШІ відкриває нові можливості для поглибленого персонального і ефективного навчання.

Вища математика зазвичай вважається однією з найважчих дисциплін, яка вимагає від студентів високого рівня абстрактного мислення, логіки та аналітичних умінь. Одночасно саме тут інструменти штучного розуму можуть стати не лише допоміжним засобом, а й каталізатором глибшого розуміння математичних понять. Адаптивні системи навчання, автоматичне створення та оцінювання завдань - усе це поступово міняє спосіб викладання і вивчення вищої математики.

У даній роботі розглядаються можливості використання штучного інтелекту у вивченні вищої математики, його потенціал для самостійного навчання, а також ризики, пов’язані з його надмірним або недоброчесним використанням. Метою є виявити шляхи, за яких ШІ може не просто доповнювати освітній процес, а й якісно його покращити, зберігаючи при цьому глибину математичної підготовки та розвиток мислення студента.

Впродовж декількох останніх років на кафедрі вищої та прикладної математики національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» значна частина наукових праць присвячена застосуванню на заняттях з вищої математики систем комп’ютерної математики (СКМ). Насьогодні існує дуже велика кількість різноманітних математичних додатків, онлайн-сервісів та платформ, які використовують ШІ, які можуть читати математичні завдання, розуміти контекст і мету, надавати докладні покрокові рішення.

Розглянемо доречність застосування того чи іншого додатку в залежності від розділу математики, до якого відноситься завдання, що розглядається:

- при розв’язанні задач математичного аналізу можна скористатися додатками Calculator.net, Cymath, GeoGebra, MATH 42, Math Solver, MathSolver.top, Mathway, Photomath, QuickMath, Symbolab;
- при розгляді задач алгебри – GeoGebra, Leap Math, Maple Calculator, MathSolver.top, Symbolab, та лінійної алгебри – Photomath, Mathway, GauthMath, Maple Calculator тощо;

- при розв'язанні алгебраїчних рівнянь – Algebrator, Calculator.net, Cymath, MATH 42, Math Solver, QuickMath тощо;
- при розв'язанні диференціальних рівнянь – MathSolver.top, Symbolab тощо;
- при розв'язанні задач тригонометрії – Cymath, Leap Math, MathSolver.top, Mathway, Symbolab тощо;
- при розв'язанні геометричних задач – Cymath, GeoGebra, GauthMath, Leap Math, Maple Calculator, Math Solver, Mathway тощо;
- при розв'язанні задач статистики та теорії ймовірностей – Cymath, GauthMath, MathSolver.top, Mathway, Photomath, Symbolab тощо;
- для побудови інтерактивних графіків та діаграм – Algebrator, Calculator.net, Maple Calculator, Math Solver, Mathway, Photomath, QuickMath, Symbolab тощо;
- при розв'язанні задач арифметики – GauthMath, Leap Math, MathSolver.top, Photomath тощо [1].

Студенти можуть використовувати вищенаведені інструменти зі штучним інтелектом для обчислень, але спершу вони повинні самостійно освоїти основи, а вже потім використовувати калькулятори або штучний інтелект. Крім того, штучний інтелект не завжди виконує обчислення правильно, адже це машина, яка може помилятися, як і людина.

Штучний інтелект може бути корисним у розв'язанні простих геометричних задач, таких як обчислення площ, периметрів, радіусів кругів або об'ємів стандартних фігур. Він здатний швидко виконувати арифметичні операції та надавати точні результати для таких завдань. Проте на даний момент штучний інтелект не має здатності ефективно вирішувати складні геометричні завдання, особливо ті, що вимагають глибокого аналізу просторових фігур, таких як тетраедр або піраміди? А також значні проблеми виникають при розв'язуванні логічних задач тощо. Ці задачі потребують не тільки математичних обчислень, але й більш складних концептуальних підходів, роботою з нестандартними даними чи специфічними властивостями фігур, що вимагає більшої гнучкості та точності, ніж надає штучний інтелект [2].

Проте, штучний інтелект може виступати не лише як технологічний інструмент, а й як **репетитор, тьютор або аналітик** у процесі вивчення математики.

ШІ-асистенти, такі як ChatGPT, здатні надавати розгорнуті пояснення задач у реальному часі, допомагаючи здобувачам зрозуміти складні моменти. Здобувач може поставити своє улюблене питання: «Навіщо мені це потрібно?», наприклад, у контексті обчислення подвійних та потрійних інтегралів, та отримати при цьому як розгорнуте теоретичне пояснення, так і приклади застосування в різних галузях науки та сферах життя. Це спонукає здобувача до свідомого навчання більше, ніж звичайний підручник.

Віртуальні репетитори також можуть використовуватись для підготовки до контрольних робіт, заліків та іспитів. ШІ може генерувати типові питання, перевіряти відповіді та давати пояснення. Платформи ALEKS і Smart Sparrow аналізують прогрес здобувачів і автоматично налаштовують навчальні матеріали відповідно до їх рівня знань. Тобто система може збільшити кількість прикладів на певну тему або запропонувати більш складні задачі для поглиблення знань [3].

Також здатність ШІ створювати такі дидактичні матеріали, як задачі, тести, пояснення, вікторини, навіть короткі відеолекції значно зменшує навантаження на викладача і дозволяє швидше адаптувати навчальні курси до конкретної цільової аудиторії.

Висновки

Штучний інтелект стрімко інтегрується у сферу вищої освіти, відкриваючи нові горизонти для вивчення складних дисциплін, зокрема вищої математики. Розглянуті у статті можливості ШІ демонструють його потенціал як ефективного інструменту для індивідуалізації навчального процесу, підвищення мотивації студентів, візуалізації абстрактних понять та автоматизації рутинних педагогічних завдань.

Інтелектуальні навчальні платформи, адаптивні системи контролю знань, генеративні моделі та цифрові тьютори вже сьогодні сприяють глибшому засвоєнню математичних знань і розвитку аналітичного мислення. Однак, поряд із перевагами, слід враховувати ризики: формування залежності від готових відповідей, зниження рівня критичного мислення та порушення принципів академічної доброчесності.

Отже, успішне впровадження ШІ у навчання вищої математики можливе лише за умови збереження балансу між технологічною підтримкою та розвитком самостійного, логічного й творчого мислення студентів. Штучний інтелект повинен стати партнером у навчанні, а не його замінником.

Посилання

1. Софронова М. Штучний інтелект у вивченні математики: огляд сучасних технологій / М. Софронова // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/493fb14e-d67c-4a5f-a5c3-8a1b9ddd45e8/content
2. Токовило Т.С., Спичак Т.С. Використання штучного інтелекту для розв’язання математичних задач / Т.С. Токовило, Т.С. Спичак // Науковий журнал «Інноваційна педагогіка». – Одесса: Видавничий дім «Гельветика». -Випуск 79. Том 2. 2025. – С. 67-70.
3. Титаренко Н.Є. Перспективи використання штучного інтелекту для викладання математичних освітніх компонентів у закладах вищої освіти / Н.Є. Титаренко // Педагогічна академія: наукові записки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://pedagogical-academy.com/index.php/journal/article/view/522/405

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR TECHNOLOGICAL DESIGN OF COLD ROLLER ROLLING SECTIONS

Assoc. prof. I.A. Solovyova, senior lecturer Yu.M. Nykolaienko,
prof. V.F. Balakin
Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine

Introduction. Despite the rapid development of highly intelligent technologies, it is impossible to imagine modern human life without metallurgy. Since this is an industry whose products, we use every day, the production of high-quality, competitive products requires specialists who have advanced training in information technology and apply scientific and engineering methods to solve typical and complex metallurgical problems. Therefore, approaches to training specialists, the structure of educational professional programs (EPP) using modern information technologies and innovative methods of teaching material should change. This approach affects the structure of bachelor's and master's degree qualification works. Therefore, in the OPP Metallurgy, which is used by the Nikopol Faculty of Ukrainian State University of Science and Technology, a block of free student choice has been added, the disciplines of which have the goal of studying and using modern information technologies in engineering practice and providing students with skills and competencies in the development and ability to apply mathematical models of technological parameters, the development and use of software for the development of technological solutions and the preparation of design, working and technological documentation for metallurgical facilities. Examples of the use of knowledge include a new approach to the formation of bachelor's qualification works, the main part of which is the development of software for the design of modern technologies for the production of rolled products and pipes using various production methods.

Problem statement. The production of cold-formed pipes of the same assortment leads to the use of different technological schemes for their manufacture, from blanks of different sizes for a different number of deformation cycles. When designing routes for the production of cold-rolled pipes, it is necessary to: use all possible options for cold-rolled metal rolling equipment in each pass of the route, limit yourself to unified sizes of diameters and wall thicknesses of billets, limit the sizes of the initial billet to the assortment of billets, and use deformation modes that ensure maximum use of the plastic properties of the metal. These problems were raised when designing routes for the production of cold-rolled pipes of a separate assortment and for some groups of steels [1-5].

The aim of the work is to develop mathematical models of deformation parameters for rolling a wide range of pipes for different groups of steels formed with the same deformation parameters on cold rolling pipe rolling mills, with their implementation in software for technological design of cold rolling pipe sections by rollers, which will be useful for designers, manufacturers, scientists and students when performing course and diploma theses.

Research methods. An analysis of the operating modes of cold rolling mills for pipes rollers, which are introduced at Ukrainian pipe plants, and known methods for calculating routes [1-5] were performed, data were generalized and regression models of deformation parameters were derived for new groups of steels and a wide range of products were derived. Algorithms were constructed, according to which software was developed for calculating pipe production routes on cold rolling mills with rollers. To improve the methods for calculating deformation parameters, regression-correlation analysis of generalized experimental and practical data was performed. Various approximation models were carefully analyzed and the most accurate ones were selected, based on which appropriate software for route calculation was developed.

Research results. Analysis of routes and technological maps of stainless steel pipe production at Ukrainian pipe plants led to the unification of the range of stainless steel cold-formed pipes into the following 8 groups (Table 1) [1-6]. The purpose of unifying the assortment is to identify the same deformation parameters in the production of cold-formed pipes on cold rolling mills. Based on practical and experimental data, the maximum allowable crimping in diameter was determined (ΔD_{max}) for pipes of each group of steels of the considered assortment, changes in wall thickness during rolling of pipes of different assortment on cold rolling mills with rollers.

Table 1 - Assortment of cold-formed pipes by steel groups

Group	Type of pipes
1	General purpose (austenitic stainless steel)
2	High quality (austenitic stainless steel)
3	General purpose (ferritic stainless steel)
4	With particularly high quality and precision requirements (stainless steel and carbon steel)
5	General purpose (10, 20, 15Х, 20Х, 20К, 10Г2)
6	High quality (20А, 35, 15ХМ, 15Х5М, 30ХМА, 50ХМА, 38ХА, 38ХМЮА, 40Х, 12Х1МФ, 12ХН3А)
7	Difficult to deform (45, 50, 30ХГСА, ЕІ-712)
8	Special thin-walled austenitic stainless steels

An algorithm for determining workpiece dimensions when designing production routes has been developed, which is represented by the following calculation stages:

- the maximum diameter of the workpiece before passing through the cold pipe rolling mill with rollers is defined as:

$$D_0 \le D_{got} + \Delta D_{\max} \quad (1)$$

D_{got} – diameter of the finished pipe, mm;

D_0 – workpiece diameter, mm;

$\Delta D_{\max}$ - maximum crimp diameter, mm.

Data received ΔD_{max} approximated by regression equations.

Comparison of statistical data and calculations based on regression models made it possible to select models (2, 3) that are accepted for automated calculation of routes for 1-3 groups of the assortment:

$$\Delta D = 1{,}6481Ln(D) - 1{,}5542 \quad (2)$$

for 4-7 product groups:

$$\Delta D = 0{,}8241Ln(D) + 0{,}2229 \quad (3)$$

For ultra-thin-walled stainless steel pipes (group 8), the dependence of ΔD was studied on D, t, t/D for mills HPTR 6-15, HPTR 15-30, HPTR 30-60 (models 4, 5, 6).

Maximum pipe diameter compression on mills HPTR 6-15 for steel groups 8:

$$\Delta D=1389{,}3(t_{got}/D_{got})^3-571{,}35(t_{got}/D_{got})^2+65{,}276(t_{got}/D_{got})-0{,}234, \quad R^2=0{,}9703 \quad (4)$$

Maximum pipe diameter crimping on HPTR 15-30 mills for steel groups 8:

$$\Delta D=-1485{,}2(t_{got}/D_{got})^2+132{,}89(t_{got}/D_{got})-0{,}0889, \quad R^2=0{,}9159 \quad (5)$$

Maximum pipe diameter crimping on HPTR 30-60 mills for steel groups 8:

$$\Delta D=-2227{,}8(t_{got}/D_{got})^2+150{,}62(t_{got}/D_{got})+0{,}4356, \quad R^2=0{,}957 \quad (6)$$

To calculate the thickness of the workpiece wall analyzed practical and experimental data for each condition of the HPTR (for groups 1-3 these are the HPTR states 8-15, 15-30, 30-60, 60-120, (table 2) for group 8 - the HPTR states 6-15, 15-30, 30-60, table 2) and obtained models for each condition HPTR.

Table 2 – Summary table of models for calculating the wall thickness of the workpiece

Cold rolling condition of pipes by rollers (steel groups 1-3)	Regression model t_z - wall thickness of the workpiece, t_{got} – wall thickness of the finished pipe	Cold rolling condition of pipes by rollers (steel groups 1-I3)	Regression model t_z - wall thickness of the workpiece, t_{got} – wall thickness of the finished pipe
HPTR 8-15	$t_z = 0{,}7585ln(t_{got}) + 1{,}8561$, $R^2 = 0{,}993$	HPTR 30-60	$tz = 1{,}3657ln(tg) + 2{,}4952$, $R^2 = 0{,}9918$
HPTR 15-30	$t_z = 1{,}0383ln(t_{got}) + 2{,}1363$, $R^2 = 0{,}9915$	HPTR 60-120	$tz = 1{,}9328ln(tg) + 2{,}5605$, $R^2 = 0{,}9551$
Cold rolling condition of pipes by rollers (steel groups 4-7)	Regression model t_z - wall thickness of the workpiece, t_{got} – wall thickness of the finished pipe	Cold rolling condition of pipes by rollers (steel groups 4-7)	Regression model t_z - wall thickness of the workpiece, t_{got} – wall thickness of the finished pipe
HPTR 8-15:	$t_z = 0{,}4858 \cdot \ln(t_{got}) + 1.6734$	HPTR 15-30:	$t_z = 0{,}7047 \cdot \ln(t_{got}) + 1.9517$
HPTR 6-15 (Grade 8)	$t_z = 0{,}6505ln(t_{got}) + 1{,}4876$, $R^2 = 0{,}9654$		
HPTR 15-30 (Grade 8)	$t_z = 0{,}7835ln(t_{got}) + 1{,}6093$, $R^2 = 0{,}9624$		
HPTR 30-60 (Grade 8)	$t_z = 0{,}998ln(t_{got}) + 1{,}7582$, $R^2 = 0{,}9674$		

Conclusions

The developed mathematical models and calculation program solve the issue of designing rolling routes on cold rolling mills for pipes with rollers for different groups of steels, which reduces the time for designing routes, allows for the optimal selection of routes with fewer passes compared to the current ones, which, in turn, leads to savings in production time and metal consumption.

References

1. Soloveva Y.A. Razrabotka mnohovaryantnoi tekhnolohyy, yssledovanye y vnedrenye ratsyonalnykh rezhymov proyzvodstva kholodnodeformyrovannykh trub. – Dys. na soysk. st. k.t.n. - Dnepropetrovsk, 1987.
2. Druian V.M., Huliaiev Yu.H., Chukmasov S.A. Teoriia ta tekhnolohiia trubnoho vyrobnytstva: Pidruchnyk. - Dnipropetrovsk, RIA "Dnipro-VAL", 2001. - 544 s.
3. Razrabotka alhorytmov y prohrammnoho obespechenyia rascheta parametrov proyzvodstva kholodnodeformyrovannыkh trub prokatkoi na stanakh KhPTR / V.F. Balakyn, O.N. Zemlianaia, Y.A. Soloveva, Yu.N. Nykolaenko // Kh mezhdunarodnaia nauchno-tekhnycheskaia konf., «Plastychnaia deformatsyia metallov», 19-23 maia 2014 r., m. Dnepropetrovsk. – 2014. – T. 2. – S. 215-218.
4. Proektuvannia kombinovanykh marshrutiv vyrobnytstva kholodnodeformovanykh trub. V.F. Balakin, I.A. Soloviova, Yu.M. Nykolaienko, K.S. Bilan // Systemni tekhnolohii. – 2017. – Vyp. 4. – S. 56-62.
5. Soloviova I.A., Nykolaienko Yu.M. Proektuvannia marshrutiv vyrobnytstva kholodnodeformovanykh trub na stanakh KhPTR / Systemni tekhnolohii. - №1 (114). – 2018. – S. 160-165.
6. Soloviova I.A., Nykolaienko Yu.M., Balakin V.F., Petrov K.V., Serpokryl V.M. Vykorystannia informatsiinykh tekhnolohii dlia modeliuvannia tekhnolohichnykh parametriv vyrobnytstva trub kholodnoiu rolykovoiu prokatkoiu//VII Mizhnarodna konferentsiia «Innovatsiini tekhnolohii v nautsi ta osviti. Yevropeiskyi dosvid» 23 - 25 hrudnia 2024 r., Dniprovskyi metalurhiinyi instytut UDUNT, m. Dnipro (Ukraina) –s.194-199.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ MOODLE: ЯКІСТЬ, КІЛЬКІСТЬ, ПЕРСОНАЛІЗАЦІЯ - АНАЛІТИЧНА ДОСТОВІРНСТЬ ЗА 2023-2025 РОКИ У ЧОРТКІВСЬКОМУ МЕДИЧНОМУ ФАХОВОМУ КОЛЕДЖІ

Викладач хірургічних дисциплін Р.К. Сухінський,
викладач клінічних дисциплін хірургічного профілю Р.В. Верба,
викладачка хірургічних дисциплін Н.І. Садова,
викладачі клінічних дисциплін Н.В. Сухінська, О.Р. Стефанчук
Чортківський медичний фаховий коледж, м.Чортків, Україна

Вступ. Тестові завдання (ТЗ), як один із цифрових інструментів дистанційного чи змішаного навчання «de facto» є елементом якісного процесу оцінювання, необхідність якого уже ніхто не обговорює. Проте, будь-який інструмент має різноманітні параметри, оцінка та співвідношення яких, дозволяє визначити рівень якості такого інструмента та його вплив на

процес навчання загалом у дисципліні, курсі, повному циклі. Не зважаючи на тотальне використання ТЗ у всіх навчальних закладах України, питання їх аналізу та оцінювання якості залишається не вирішеним.

Спроби наукового обґрунтування методів оцінки ТЗ практично є одиничними. Найчастішою спробою оцінити ТЗ станом на 2025 рік є параметр валідність. Нажаль, як параметр, так і термін, не має чіткого наукового визначення та структури, що супроводжується різноманітними моментами неузгодженості або суперечливості щодо оцінювання ТЗ загалом. Окремі статистичні показники мають змістову ідентичність але різні назви, інколи містять специфічні параметри, які не можна застосовувати у інших галузях знань. Однин із достовірних елементів дослідження, аналізу і оцінки – *рандомізованість* майже не фігурує у системі оцінювання ТЗ щодо якості. Автори вирішили дослідити цей напрямок щодо «багатофакторності».

Матеріали та методи. Нами використано дані банку ТЗ (БТЗ) Чортківського медичного фахового коледжу у СДН Moodle, з 5 дисциплін клінічного профілю. Сумарна кількість ТЗ становила 4656, з них 1535 були однорівневими у банку ТЗ (БТЗ), та 493 без структури у БТЗ. Кожен із комплексів ТЗ, був пройдений різними студентами (від 24 до 200) – база відповідей становила понад 582000. Найменший тест містив 30 ТЗ, найбільший - 1891. Відповідали на ТЗ студенти III та IV курсів спеціалізації «Сестринська справа» та «Лікувальна справа». Для статистичних обчислень «післятестовою методикою» застосовували вбудовані інструменти СДН Moodle та прогарами статистичного, математичного аналізів (MatLab, JASP).

Результати та їх обговорення. Виявлено, що якість ТЗ не має чіткого кореляційного зв’язку із затратами часу на його створення/доповнення/ корегування.

Щодо проходження ТЗ, кількісні результати представлені у таблиці 1, вказують на збільшення достовірності статистичних показників оцінки якості ТЗ при збільшення кількості ТЗ в одному тесті. Проте, встановлено особливості, як щодо студентів, так і викладачів, котрі впливають на завершальний результат якості. Наприклад, якщо *коефіцієнт складності* «питання» високий (ТЗзВКС), і ТЗ розташоване у початку тесту - відсоток вірних відповідей на це запитання становить більше 80 %. Проте, чим більша кількість ТЗ в одному тесті, а ТЗзВКС розташовуються далі від першого ТЗ, тим менший відсоток вірних відповідей на такий тип ТЗ. А якщо ТЗзВКС знаходяться у «хвості» завдання (завершальні 5 % від загальної кількості), студенти пропускали таке питання майже у 49% відповідей – можливий персональний «ефект втоми» або «контролю часу». Отже, якщо порядок ТЗ у тесті встановлює викладач, він може вплинути на якість тесту, перемістивши ТЗзВКС на початок тесту. Якщо порядок ТЗ генерується автоматично, такого впливу уже не буде із боку викладача. Але, за такої умови студенти можуть опинитись у нерівних умовах процесу тестування щодо ТЗзВКС вирішуючи різні варіанти тесту при однакових ТЗ.

Таблиця 1. Зведені дані кількості питань та структурування банку ТЗ та показників якості ТЗ, затрат часу викладачів на роботу з діяльністю «ТЕСТ» у Moodle Чортківського медичного фахового коледжу в 2023-2025 навчальних роках

ПОКАЗНИКИ **КІЛЬКІСТЬ ПИТАНЬ У БАНКУ ТЗ (ДИСЦИПЛІНИ)**	Середній час у хвилинах затрачений викладачем курсу на створення діяльності ТЕСТ без структури БТЗ для: рутинної практичної пари, залікової практичної пари	Середній час у хвилинах затрачений викладачем курсу на створення (доповнення) діяльності ТЕСТ з однорівневою структурою БТЗ для: рутинної практичної пари, залікової практичної пари	Середній час у хвилинах затрачений викладачем курсу на створення (доповнення) діяльності ТЕСТ з багаторівневою структурою БТЗ для: рутинної практичної пари, залікової практичної пари	**Стандартне відхилення**	**Значення ексцесу розподілу**	**Коефіцієнт внутрішньої узгодженості (КВУ)**	**Помилка відношення**
До 300	x̄7 x̄20-25	x̄3 x̄3	x̄2 x̄2	22% 21%	1,75	70%	20%
301-500	20 35-40	x̄6 x̄6	x̄3 x̄4	37,8% 38,6%	0,98	78%	9%
501-1000	25-30 40	x̄8 x̄8	x̄3 x̄3	55,2% 55,5%	1,97	76%	7%
>1001	> 40 > 40	x̄9 x̄9	x̄3 x̄3	56,2% 56,3%	-1,17	99%	2,5%
*	r=0.13	r=0.21	r=0.48	r=0.05	r=0.07	r=-0.41	r=-0.16
**	Δ=3,98	Δ=1,37	Δ=1,01	Δ=2,69	Δ=3,41	Δ=2,16	Δ=2,21

********_Коефіцієнт кореляції_ лінійного зв'язку

********_Межа похибки_ враховувалась при довірчому інтервалі у 95%

Кореляційний зв'язок між кількістю ТЗ у одному тесті, і якісною оцінкою знань студента прямий, і є майже достовірний (r=0.39), проте *коефіцієнт ексцесу* та *помилка відношення вказують* на те, що кількість тестів які є складними, різко втрачають свою вагу у зв'язку із персоналізованими особливостями, а деякі із таких особливостей неможливо застосувати при оцінюванні якості ТЗ і таким чином якісне ТЗ «втрачає» свою якість.

Також, 1,6 % ТЗ (71) мали одночасно низький або від'ємний відсоток *розрізнення, ефективність розрізнення*, та *індекс легкості* за умови, що усі ТЗ пройшли попередню валідизацію. Складно проблемою виявилось перевіряння таких ТЗ, так як у БТЗ СДН Moodle не передбачено введення конкретизованих даних щодо джерела створення ТЗ.

Висновки. Досліджено, що для якості тесту, має значення як структура кожного тестового завдання, так і послідовність (комбінація) ТЗ у тесті.

Проблема «прозорості» ТЗ залишається не вирішеною загалом. Певні фактори, згідно джерел, що мають вплив на результат тестів та їх якість, не можуть бути досліджені на сучасному етапі.

Статистичні показники контролю якості ТЗ та тестів потребують подальшого дослідження для виявлення і впровадження дієвих методик та методів, комплексів.

Рівень системи оцінювання якості ТЗ та тестів у навчальних закладах України, станом на 2025 рік, залишається низьким та зумовлено багатьма факторами, один із яких є критичним на рівні функціонування держави.

Посилання

1. **Олег Чабан, Андрій Бурдейний**. " Рекомендовані вимоги до валідизації та застосування в роботі шкал та методик для діагностики та надання медичної та психологічної допомоги" / Психосоматична медицина та загальна практика, т.9 № 3 (2024): 1-13. DOI: 10.26766/pmgp.v9i3.534. URL: https://uk.e-medjournal.com/index.php/psp/article/download/534/1078/5073 (дата звернення: 23.05.2025)
2. Лузан, П. Г. "Критерії якості тестового оцінювання результатів навчання студентів." (2023): 81-84. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735876/1/Лузан_тези.pdf (дата звернення: 20.05.2025)
3. Сухінський Р.К., Верба Р.В., Сухінська Н.В., Садова Н.І. Навчальні цифрові інструменти: тестові завдання у платформі MOODLE – статистичний аналіз якості. *XVII Міжнародна конференція «Стратегія якості в промисловості і освіті» 5 - 8 червня 2023 р.*/ Технічний університет м. Варна (Болгарія), 2025. С. 314—318. URL: https://nmetau.edu.ua/file/--varna-2023-full-site.pdf (дата звернення: 21.05.2025)
4. Smidovych, Leonid, Olesia Artiukh, and Nataliia Kosenko. "Автоматизація аналізу якості тестових завдань та результатів тестування студентів IT-спеціальностей." *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості* 1 (11) (2020): 19-27. . URL: https://itssi-journal.com/index.php/ittsi/article/view/169/157 (дата звернення: 15.05.2025)
5. Quiz statistics report // MoodleDocs/ - URL: https://docs.moodle.org/36/en/Quiz_statistics_report (дата звернення: 15.05.2025)
6. Методичні рекомендації щодо розроблення валідних тестів у закладах фахової передвищої освіти / П. Г. Лузан, О.В.Лапа, Т.М. Пащенко, І.А. Мося, Н.М. Ваніна, О.О.Ямковий. – Київ: ІПО НАПН України, 2022. – 173 с. ISBN 978-617-95280-5-7. URL: https://lib.iitta.gov.ua/733686/1/5_Метод%20реком_Валідні%20тести%20(1).pdf (дата звернення: 21.05.2025)
7. JASP, a cross-platform software program with a state-of-the-art graphical user interface. URL: https://jasp-stats.org/ (дата звернення: 23.05.2025)

8. MATLAB combines a desktop environment tuned for iterative analysis and design processes with a programming language that expresses matrix and array mathematics directly. It includes the Live Editor for creating scripts that combine code, output, and formatted text in an executable notebook.URL: https://www.mathworks.com/products/matlab.html (дата звернення: 23.05.2025)
9. "2024 SAT Suite of Assessments Annual Report" (PDF). College Board. URL: https://reports.collegeboard.org/media/pdf/2024-total-group-sat-suite-of-assessments-annual-report-ADA.pdf (дата звернення: 24.05.2025).

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ТИСКУ ТА ПЕРЕКРИТТЯ НЕЕВОЛЬВЕНТНИХ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ

Доц., канд. техн. наук Т.Є. Третяк, проф., докт. техн. наук О.О. Клочко,
доц., канд. техн. наук П.І. Літовченко,
доц., канд. техн. наук О.Л. Мироненко, аспірант С.О. Мироненко
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

З механічних передач, що застосовуються в машинобудуванні, найпоширенішими є зубчасті передачі з евольвентним профілем бічних поверхонь зубів. Передачі, складені з таких коліс, відрізняються рядом переваг, проте мають і цілу низку недоліків, пов’язаних з їх якісними показниками: великі питомі тиски на бічних поверхнях зубів через малі радіуси їх кривизни і звідси недостатня здатність по контактній міцності, погані умови передачі сил; малий коефіцієнт перекриття коліс і звідси недостатня плавність зачеплення, неможливість використовувати малу кількість зубів, великі габарити передачі з точки зору розміщення її загальної конструкції механізму. Тому однією з сучасних тенденцій є дослідження зубчастих передач зі складним неевольвентним профілем бічних поверхонь зубів, які в ряді областей застосування мають переваги перед евольвентними зубчастими передачами.

Нарізування зубів зубчастих коліс можна проводити методом копіювання або методом огинання (обкатки). При нарізуванні зубчастих коліс методом обкатки як інструмент може виступати інструментальна рейка або інструментальне зубчасте колесо [1, 2]. Інструментальна поверхня та поверхня деталі є дотичними поверхнями з миттєвим лінійним дотиком. Дотичні поверхні є взаємноогинаючими в їх відносному русі. У точці контакту взаємноогинаючих поверхонь виконується умова їх торкання – вектор швидкості їх відносного руху є перпендикулярним спільній нормалі до поверхонь.

Поверхні зубів двох евольвентних зубчастих коліс, що є огинаючими поверхонь зубів одного і того ж інструменту, є сполученими. Для отримання сполучених поверхонь зубів двох неевольвентних зубчастих коліс потрібні два різних інструменти. Так, наприклад, якщо інструментами є дві інструментальні рейки, то профілі бічних поверхонь зубів рейок повинні бути зворотними по відношенню один до одного, тобто. профіль зуба рейки 1 повинен збігатися з профілем западини рейки 2 (див. рис. 1). Відповідно, зубчасті колеса 1 і 2, бічні поверхні зубів яких є огинаючими бічних поверхонь зубів інструментальних рейок 1 і 2, можуть брати участь у зубчастому зачепленні.

На підставі цього розроблено методику отримання профілів сполучених поверхонь зубів неевольвентних зубчастих коліс як огинаючих заданих поверхонь зубів інструментів.

Рисунок 1 – Інструментальні рейки зі зворотними профілями бічних поверхонь зубів

На першому етапі формоутворення пари зубчастих коліс як інструменти можуть розглядатися інструментальні рейки 1 і 2 зі зворотними по відношенню один до одного нелінійними профілями бічних поверхонь зубів. За допомогою цих рейок моделюється процес виготовлення двох неевольвентних зубчастих коліс із заданою кількістю зубів. Ці колеса можуть надалі вважатися інструментальними, за допомогою яких на наступному етапі формоутворення моделюється процес нарізування інших коліс зубчастих з іншими кількостями зубів.

Ця послідовність повторюється до тих пір, поки не будуть формоутворені зубчасті колеса, з яких складається зубчасте зачеплення. Послідовності формоутворення колеса 1 і колеса 2 можуть містити різну кількість етапів, однак ця кількість для обох коліс повинна бути або непарною, або парною. Крім того, на першому етапі формоутворення кожного з коліс зубчастої пари інструментом може бути та сама інструментальна рейка (1 або 2). Бічні поверхні зубів, що сполучаються, матимуть зубчасті колеса, виготовлені в одній послідовності формоутворення в тому випадку, якщо кількість формоутворень для одного колеса буде непарною, а для іншого колеса – парною.

Методика отримання профілів сполучених поверхонь зубів неевольвентних зубчастих коліс як огинаючих заданих поверхонь зубів інструментів відповідно до запропонованої схеми формоутворення пар зубчастих коліс передбачає наступну послідовність дій [3, 4]:

1. Задається кількість етапів формоутворення для коліс 1 та 2.

2. У репері, пов'язаному з інструментальною рейкою на першому етапі формоутворення (або інструментальним зубчастим колесом на наступних етапах формоутворення), задається набір координат і геометричних характеристик точок вихідного профілю інструменту, також задаються параметри оброблюваного зубчастого колеса.

3. На основі описаного в [5] алгоритму розрахунку профілю огинаючих поверхонь виконується розрахунок координат і геометричних характеристик точок профілю оброблюваного зубчастого колеса в репері, пов'язаному з зубчастим колесом.

Пункти 2 і 3 виконуються в циклі для заданої кількості етапів формоутворення для зубчастого колеса 1 і зубчастого колеса 2. Як нелінійний профіль бічної поверхні зуба рейки може бути розглянута деяка ділянка однієї із змодельованих раніше плоских кінематичних кривих [6, 7].

Взаємодія двох зубів, що передають навантаження, супроводжується зминанням поверхонь цих зубів у зоні торкання. У прямозубих циліндричних передачах лінія контакту зубів теоретично представляється у вигляді прямої, розташованої по ширині зубчастого вінця. При зміні положення сполучених точок профілів зубів по лінії зачеплення контактна лінія переміщається уздовж лінії зачеплення паралельно осям коліс.

Поверхні прямих зубів можна наближено прийняти за поверхні круглих циліндрів, радіуси яких дорівнюють радіусам кривизни відповідних поверхонь у точках торкання. Найбільший питомий тиск (контактне напруження зминання) $\sigma_{зм}$, що припадає на одиницю довжини контактної лінії, буде в середині цієї смужки безпосередньо на контактній лінії.

Елементом геометрії зубів є приведений радіус кривизни $\rho_{пр}$, який характеризує взаємодію двох зубів коліс передачі та є пропорційним модулю зачеплення m. За його величиною в точках торкання можна судити про ширину майданчика контакту та величину контактної напруги в цих точках [8, 9]. Для передачі із зовнішнім зачепленням приведений радіус кривизни профілів зубів у точках торкання обчислюється за формулою:

$$\rho_{пр} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 \pm \rho_2}, \tag{1}$$

де ρ_1 і ρ_2 – радіуси кривизни профілів зубів у точках торкання, мм.

Щоб охарактеризувати вплив геометричної форми зубів на питомий тиск $\sigma_{зм}$ незалежно від величини модуля, вводиться коефіцієнт питомого тиску як відношення модуля до приведеного радіусу кривизни:

$$\vartheta = \frac{m}{\rho_{пр}}. \tag{2}$$

Коефіцієнт ϑ не залежить від модуля і так само, як і $\rho_{пр}$, відноситься не до окремого колеса, а є характеристикою передачі. Оскільки в різних

точках профілів зубів ρ_1 і ρ_2 мають різні числові значення, то і величини $\rho_{\text{пр}}$ і ϑ для різних пар точок торкання також різні.

Важливою характеристикою зубчастої передачі є коефіцієнт перекриття, що дозволяє оцінювати безперервність і плавність здійснення зачеплення в його роботі. Для циліндричної прямозубої передачі він визначається як відношення довжини дуги зачеплення зубчастого колеса по будь-якій окружності до величини кроку по тій самій окружності. Передача неперервна при $\varepsilon > 1$, і чим більша ця перевага, тим вище її плавність [8, 9].

Для циліндричної передачі кут повороту зубчастого колеса від положення, що відповідає входу в зачеплення, до положення, що відповідає виходу із зачеплення його робочого профілю, називається кутом перекриття колеса $\varphi_{\text{пер}}$. Коефіцієнт перекриття можна представити як відношення кута перекриття будь-якого з коліс передачі до кутового кроку цього ж колеса:

$$\varepsilon = \frac{\varphi_{\text{пер}} \cdot z}{2\pi}. \qquad (3)$$

де z – кількість зубів колеса.

Відповідно до описаної вище методики отримання сполучених поверхонь зубів розроблено програму. Вхідною інформацією в програмі є:

– кількість етапів формоутворення зубчастих коліс 1 та 2, з яких складається зачеплення, відповідно до схеми, наведеної раніше;

- набір координат і геометричних характеристик точок вихідних профілів інструментальних рейок 1 і 2, а також параметри послідовно оброблюваних інструментальних і робочих зубчастих коліс.

Результатом реалізації програми є:

– розрахунок координат і геометричних характеристик точок формоутворюваних профілів зубчастих коліс 1 і 2, що становлять зубчасту пару (у тому числі радіусів кривизни в точках профілів зубів);

– виведення на екран комп’ютера зображення профілів бічних поверхонь зубів, їх рухів у процесі обкатки з виділенням точок, у яких в даний момент часу виконалася умова торкання профілів (їх сукупність являє собою лінію зачеплення).

Програма також дозволяє:

– перевірити правильність сполучення бічних поверхонь зубів у зубчастому зачепленні та визначити активні ділянки їх профілів;

– обчислити довжину активних ділянок профілів зубів, кути перекриття зубчастих коліс та коефіцієнт перекриття зачеплення;

– обчислити приведені радіуси кривизни та коефіцієнт тиску в точках торкання профілів зубів.

Було проведено серії чисельних експериментів для аналізу якісних показників зубчастих зачеплень, утворених рейками з різним профілем бічних поверхонь зубів [10, 11]. На рис. 2, 4 і 6 як приклад наведено зачеплення профілів бічних поверхонь зубів зубчастих коліс з модулем $m = 5$ мм і кількостями зубів $z_1 = 20$ і $z_2 = 30$, утворених інструментальною рейкою з

прямолінійним профілем, інструментальними рейками 1 і 2 з опуклим і увігнутим профілями, а також інструментальними рейками 1 і 2 з опукло-увігнутими профілями зубів відповідно. На рис. 3, 5 і 7 показано положення профілів зубів зубчастих коліс у процесі обкатки, виділені точки, в яких у поточний момент часу виконалася умова торкання поверхонь. Сукупність цих точок являє собою лінію зачеплення. На рисунках виділено активні ділянки профілів бічних поверхонь зубів. Наведено чисельні значення довжин активних ділянок профілів і коефіцієнтів перекриття зубчастих зачеплень. На рис. 8 представлено графіки з чисельними значеннями коефіцієнтів тиску в точках торкання профілів зубів.

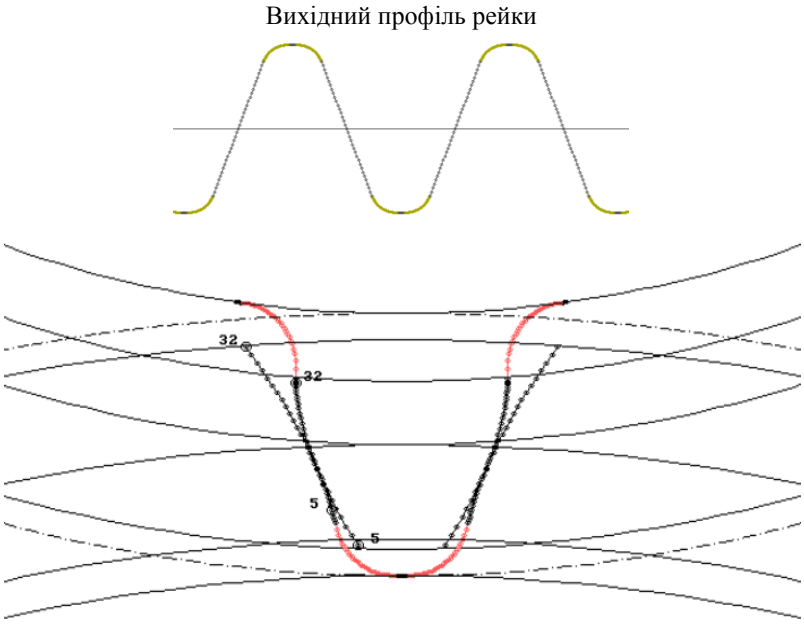
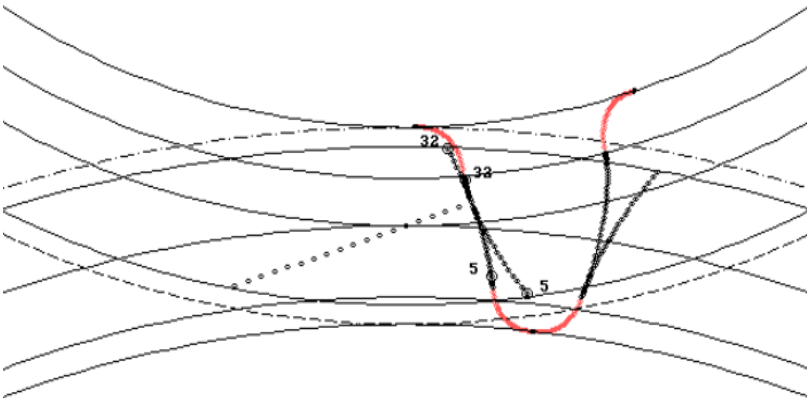


Рисунок 2 - Зачеплення профілів бічних поверхонь зубів зубчастих коліс з m = 5 мм, z_1 = 20 і z_2 = 30, утворених інструментальною рейкою з прямолінійним профілем зубів



Довжина активної ділянки профілю зуба:
зубчастого колеса 1 - 8,663 мм; зубчастого колеса 2 - 8,309 мм;
коефіцієнт перекриття зубчастого зачеплення ε = 1,573.

Рисунок 3 - Положення профілів бічних поверхонь зубів зубчастих коліс з m = 5 мм, z_1 = 20 і z_2 = 30, утворених інструментальною рейкою з прямолінійним профілем зубів, у процесі обкатки

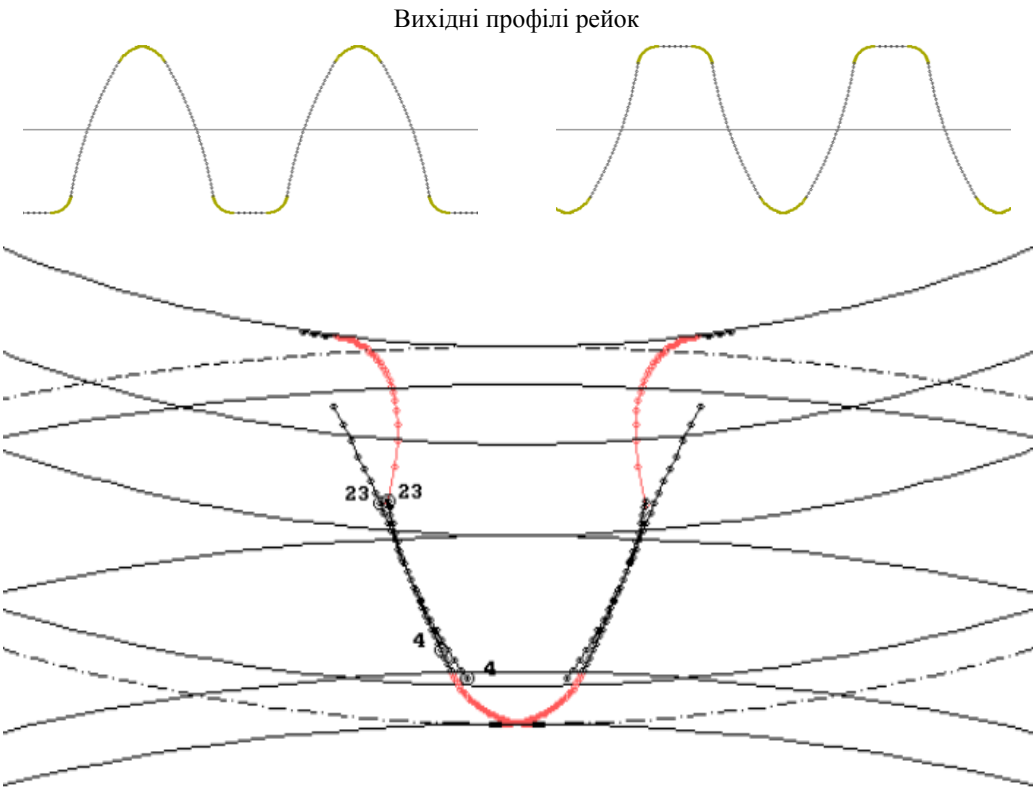
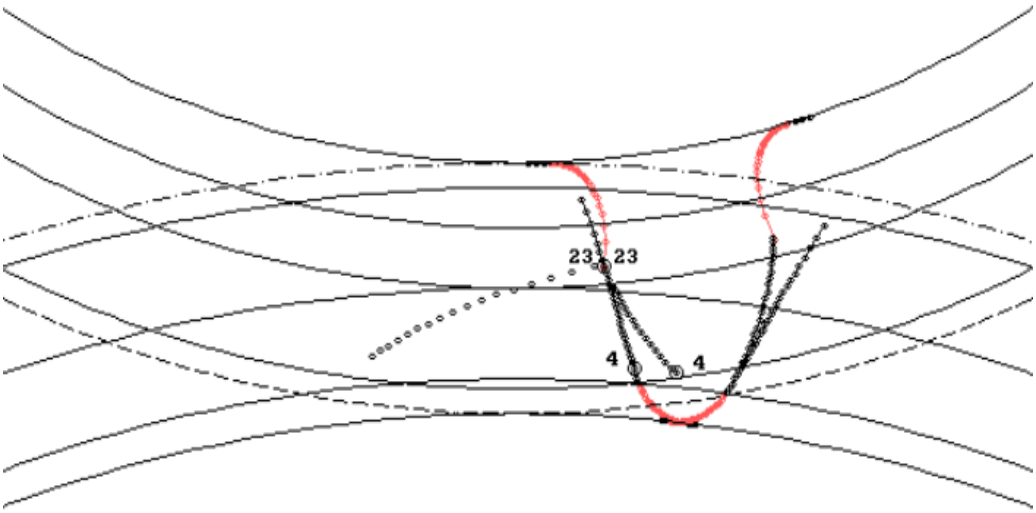


Рисунок 4 - Зачеплення профілів бічних поверхонь зубів зубчастих коліс з m = 5 мм, z_1 = 20 і z_2 = 30, утворених інструментальними рейками 1 і 2 з опуклим і увігнутим профілями зубів



Довжина активної ділянки профілю зуба:
зубчастого колеса 1 - 6,619 мм; зубчастого колеса 2 - 5,173 мм;
коефіцієнт перекриття зубчастого зачеплення ε = 1,732.

Рисунок 5 - Положення профілів бічних поверхонь зубів зубчастих коліс з m = 5 мм, z_1 = 20 і z_2 = 30, утворених інструментальними рейками 1 і 2 з опуклим і увігнутим профілями зубів, у процесі обкатки

Вихідні профілі рейок

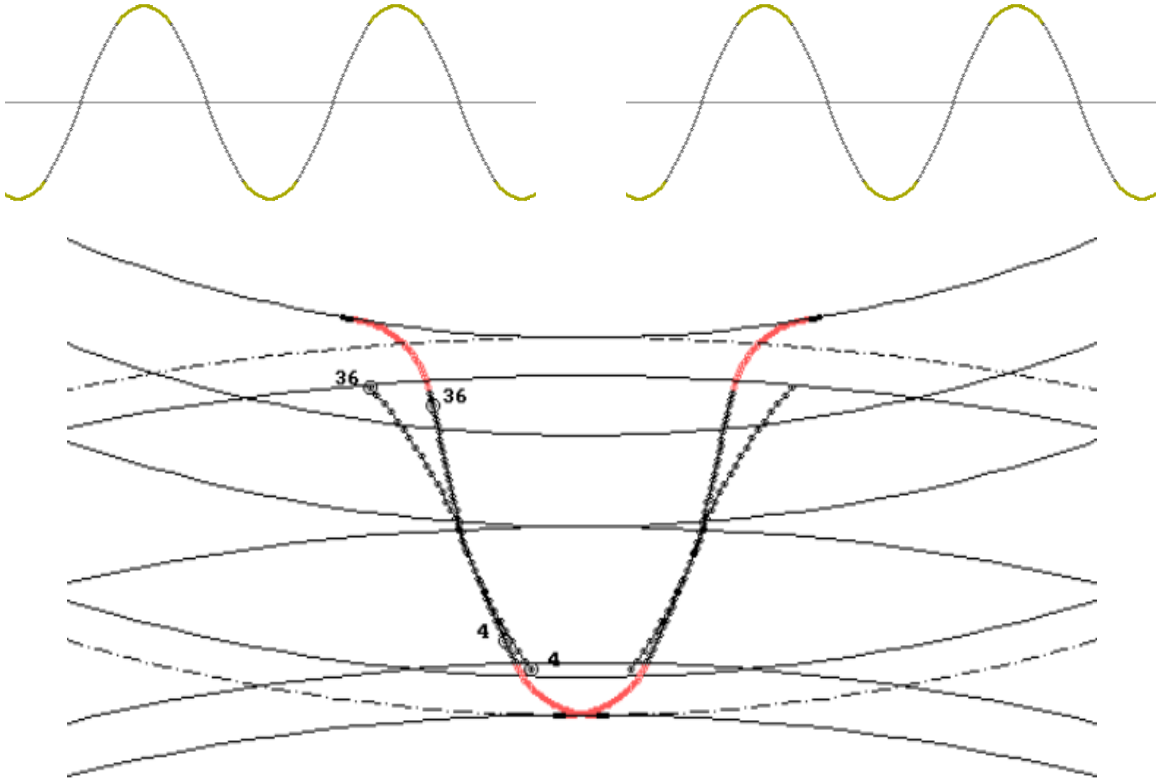
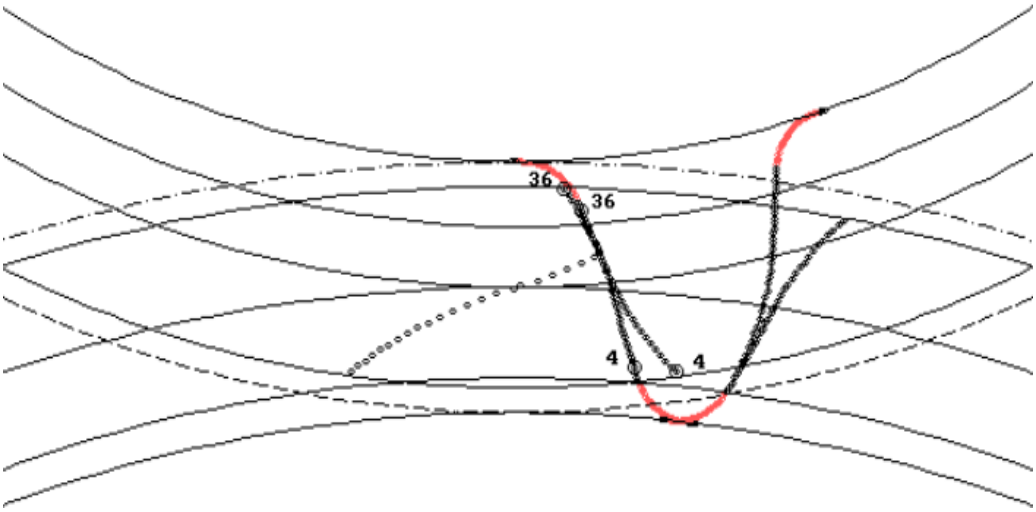
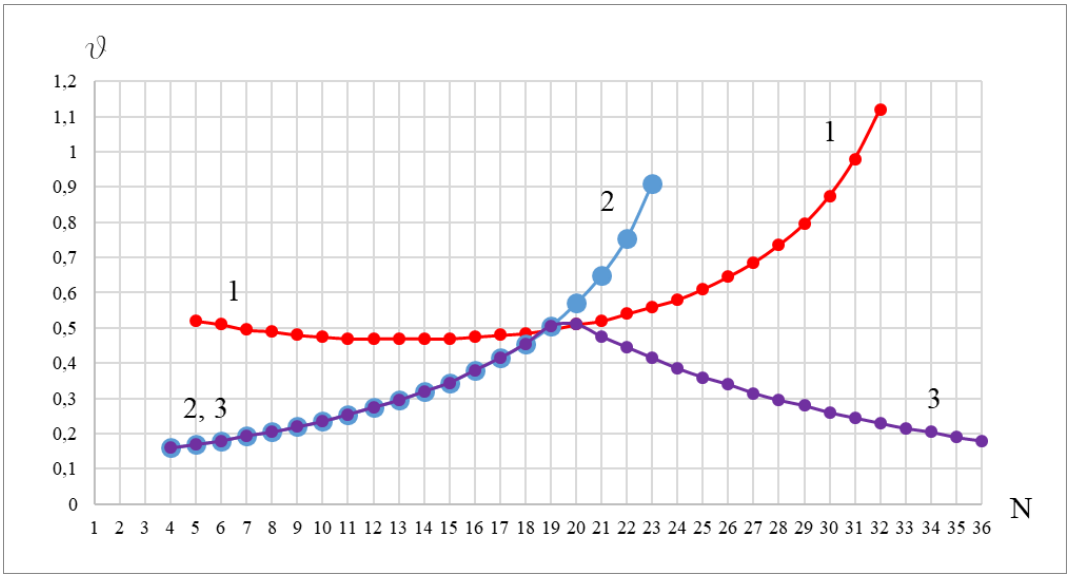


Рисунок 6 - Зачеплення профілів бічних поверхонь зубів зубчастих коліс з m = 5 мм, z_1 = 20 і z_2 = 30, утворених інструментальними рейками 1 і 2 з опукло-увігнутими профілями зубів



Довжина активної ділянки профілю зуба:
зубчастого колеса 1 - 9,550 мм; зубчастого колеса 2 - 9,419 мм;
коефіцієнт перекриття зубчастого зачеплення ε = 1,268.

Рисунок 7 - Положення профілів бічних поверхонь зубів зубчастих коліс з m = 5 мм, z_1 = 20 і z_2 = 30, утворених інструментальними рейками 1 і 2 з опукло-увігнутими профілями зубів, у процесі обкатки



Середні значення коефіцієнта тиску для точок профілів зубів:
1 - $\vartheta_{серед}$ = 0,553; 2 - $\vartheta_{серед}$ = 0,292; 3 - $\vartheta_{серед}$ = 0,269.

Рисунок 8 - Коефіцієнти тиску в точках торкання профілів зубів зубчастих коліс з m = 5 мм, z_1 = 20 і z_2 = 30, утворених:
1 – рейкою з прямолінійним профілем зубів;
2 – рейками з опуклим і увігнутим профілями зубів;
3 – рейками з опукло-увігнутими профілями зубів

Як показують результати експериментів, неевольвентні зубчасті зачеплення можуть мати більші приведені радіуси кривизни (і внаслідок цього менші коефіцієнти тиску) у точках торкання профілів у порівнянні з евольвентними зачепленнями при незначному збільшенні або зменшенні коефіцієнта перекриття зубчастого зачеплення. У прикладах в зубчастих зачепленнях, утворених рейками 1 і 2 з опуклим і увігнутим профілями зубів, а також рейками 1 і 2 з опукло-увігнутими профілями зубів, коефіцієнти тиску в точках торкання профілів менші в середньому в 1.6 і в 1.9 рази, ніж у зачепленні, утвореному рейкою з прямолінійним профілем зубів. При цьому коефіцієнти перекриття зубчастого зачеплення для них складають 1.73 та 1.27, тоді як для евольвентного зачеплення він дорівнює 1.57. Найбільш доцільним є варіант рейок з опуклим і увігнутим профілями зубів, що забезпечує кращі значення обох якісних показників зачеплення.

Висновки

1. Розроблено методику отримання сполучених поверхонь зубів неевольвентних зубчастих коліс як огинаючих заданих поверхонь зубів інструментів. Запропоновано схему формоутворення пар неевольвентних зубчастих коліс, з яких може бути складено зубчасте зачеплення.

2. Створено передумови для вибору отриманого в результаті геометричного моделювання поля кривих таких профілів зубів інструментів, які б забезпечували найбільш раціональне поєднання профілів зубів оброблених ними зубчастих коліс і необхідні якісні показники зубчастого зачеплення.

3. Виконано аналіз коефіцієнта тиску між зубами зубчастої передачі та коефіцієнта перекриття зубчастого зачеплення при виборі форми профілів зубів. Показано, що неевольвентні зубчасті зачеплення можуть мати кращі якісні показники в порівнянні з евольвентними зачепленнями.

Посилання

1. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів: підручник / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов. Львів: Новий світ-2000, 2011. 422 с.
2. Швець С. В. Металорізальні інструменти: навчальний посібник / С. В. Швець. Суми: Сумський державний університет, 2019. 272 с.
3. Кривошея, А.В. Особенности совместного геометрического проектирования зубчатых колёс и зубообрабатывающих инструментов // Тр. межд. конф. «Высокие технологии в машиностроении: тенденции развития, менеджмент, маркетинг». Харьков: ХГПУ. 1997. С. 291.
4. Кривошея А.В. Структура многопараметрического отображения, обобщающая станочные и рабочие зубчатые зацепления / А.В. Кривошея // Высокие технологии в машиностроении: моделирование, оптимизация, диагностика: Тезисы докл. Харьков: ХГПУ, 1995. С. 71.
5. Кондусова, Е.Б. Алгоритм расчета профиля огибающих поверхностей для обкаточных инструментов и деталей / Е.Б. Кондусова, Т.Е. Третяк, А.В. Кривошея // Тр. пятой междунар. конф. «Новые технологии в машиностроении», Рыбачье, 18-21 сент. 1996 г. С. 140-141.
6. Кривошея, А.В. Структурный подход к математическому описанию кинематических кривых / А.В. Кривошея, Т.Е. Третяк, Е.Б. Кондусова // Резание и инструмент в технологических системах. 2001. Вып. 59. С. 129-134.
7. Tretyak, T. Structural approach to the mathematical description and computer visualization of plane kinematic curves for the display of gears / T. Tretyak, A. Mironenko, Yu. Gutsalenko et al. // Fiability & Durability, Editura “Academica Brâncuşi”, Târgu Jiu, No. 1 / 2018, 7-11.
8. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А. В. Гайдамака. Харків : НТУ «ХПІ», 2020. 275 с.
9. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: підручник / В.Т. Павлище. К.: Вища школа, 1993. 556 с.
10. Третяк Т.Е. Анализ качественных показателей неэвольвентных зубчатых передач/ Т.Е. Третяк, А.Н. Шелковой, Ю.Г. Гуцаленко, С.А. Мироненко // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч.-техн. сб. Харьков: НТУ «ХПИ», 2019. Вып. 90. 188 с. С. 72-84.
11. Tretyak T. Research of qualitaty indicators of non-evolvent gears / T. Tretyak, Y. Gutsalenko, A. Mironenko, S. Mironenko // Magyar Tudományos Journal (Budapest, Hungary). № 48 (2020). 52 p. P. 47-51.

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ ЯК ЧИННИКИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Доц., докт. екон. наук П.А. Фісуненко, аспірант Ю.С. Булєєв
Український державний університет науки і технологій (ННІ ПДАБА)
м. Дніпро, Україна

Вступ (актуальність теми). Цифрова трансформація бізнесу докорінно змінює середовище функціонування підприємств, породжуючи якісно нові загрози, ризики та вразливості, що виходять за межі традиційних економічних і фінансових небезпек [1]. Сучасні тенденції суттєво впливають на всі аспекти діяльності підприємств, змінюючи конкурентне середовище та кон'юнктуру ринків., що створює безпосередню загрозу економічній безпеці підприємств (ЕБП) [2]. Одночасно цифровізація відкриває й нові можливості для розвитку, підвищення ефективності та конкурентоспроможності. В цих умовах питання захисту інформації та ефективного використання інформаційних систем стають основними для збереження стабільності бізнесу та захисту його економічних інтересів.

Проблематика. Збільшення залежності підприємств від інформаційних технологій означає, що збої в їх роботі або кібер-інциденти можуть прямо загрожувати фінансовій стабільності й навіть виживанню бізнесу. У 2020-2023 рр. спостерігається сплеск кіберзлочинності та атак (фішинг, зловмисне ПЗ, компрометація облікових даних тощо), що веде до витоку конфіденційних даних, зривів у роботі та значних фінансових втрат [3]. За прогнозами експертів, у 2025 року глобальні збитки від крадіжок даних можуть сягнути $10,5 трлн. на рік [4]. Реальні кейси підтверджують масштаб проблеми: наприклад, кібератака NotPetya у 2017 р. паралізувала роботу компанії Maersk і призвела до втрат у $200-300 млн. [5] Таким чином, актуальним є пошук інтегрованих рішень для забезпечення економічної безпеки підприємств, які поєднують впровадження інформаційних систем (ІС) з надійними механізмами захисту інформації.

Мета дослідження: виявити роль і оцінити ефективність ІС та механізмів захисту інформації у зміцненні економічної безпеки підприємств в умовах цифрової трансформації.

Завдання дослідження:

1. Описати основні ризики для економічної безпеки підприємств у цифровому середовищі.
2. Класифікувати види інформаційних систем за їхнім впливом на ЕБП.
3. Проаналізувати сучасні методи та інструменти захисту інформації в бізнес-середовищі.
4. Розробити інтегративну модель впровадження ІС та інформаційного захисту в систему управління безпекою підприємства.

Об'єкт дослідження: процес забезпечення економічної безпеки підприємства в умовах цифрової трансформації.

Предмет дослідження: інформаційні системи та засоби захисту інформації як чинники впливу на економічну безпеку підприємства.

Теоретичне підґрунтя:

Економічна безпека підприємства традиційно визначається як стан підприємства, за якого воно здатне протистояти внутрішнім і зовнішнім загрозам та підтримувати стабільні пропорції свого розвитку [2]. По суті, це інтегральний показник стійкості бізнесу, який відображає захищеність його ключових ресурсів (фінансових, матеріальних, інформаційних, кадрових тощо) та спроможність до довгострокового збалансованого зростання. У науковій літературі економічну безпеку підприємства розглядають як сукупність функціональних компонентів (фінансова, кадрова, інформаційна, технологічна, правова безпека тощо) [6]. Інформаційна безпека при цьому займає особливе місце, оскільки в умовах цифрової економіки інформаційні ресурси та системи стали особливо важливими для стабільної роботи підприємства.

Інформаційна безпека - це сукупність процедур та інструментів, що захищають усі чутливі корпоративні дані від неправомірного використання, несанкціонованого доступу, пошкодження або знищення [7]. Вона забезпечує конфіденційність, цілісність і доступність інформації, що є одним із ключових активів сучасного бізнесу. Традиційно інформаційна складова економічної безпеки реалізується через систему захисту інформації - комплекс організаційних і технічних заходів для охорони корпоративних даних [2].

Цифрова безпека підприємства - стан захищеності його цифрових процесів, технологій та інформаційних активів, що забезпечує економічні та інформаційні інтереси підприємства з використанням сучасних технологій (відповідно до ери Industry 4.0) [8]. По суті, йдеться про якісно новий рівень інтеграції заходів безпеки в усі аспекти цифрової діяльності компанії: від захисту даних і IT-інфраструктури до кіберстійкості бізнес-моделей та онлайн-взаємодії із зовнішнім середовищем. Такий підхід продиктований тим, що в цифровій економіці нематеріальні фактори (знання, інформація, програмні системи) значно зростають у ролі порівняно з матеріальними активами, а загрози набувають комплексного і динамічного характеру. Забезпечення економічної безпеки тепер неможливе без належного рівня кібербезпеки та управління цифровими ризиками.

Сучасні наукові підходи. Дослідження підтверджують фундаментальну роль інформаційної та цифрової безпеки в системі ЕБП. Зокрема, у роботах сучасних вітчизняних і зарубіжних авторів обґрунтовано, що цифровізація підвищує вагомість інформаційної складової та вимагає перегляду традиційних підходів до забезпечення безпеки бізнесу. Вводиться поняття цифрової безпеки як пріоритетного компоненту, а кібербезпека визнається одним із головних елементів економічної безпеки у цифровій економіці [6]. Також розвиваються концепції інтеграції: пропонуються

моделі, де цифрова трансформація розглядається в якості центрального інструменту забезпечення економічної безпеки, що охоплює перегляд цілей, об'єктів та механізмів управління безпекою з урахуванням викликів інформаційної ери [6]. Ці підходи формують методологічне підґрунтя для поточного дослідження, вказуючи на необхідність системного поєднання інформаційних систем і засобів інформаційного захисту у практиці забезпечення стійкості підприємств.

Для досягнення поставленої мети застосовано методи аналізу та синтезу (при вивченні наукової літератури та сучасних публікацій щодо економічної безпеки, інформаційних систем і кібербезпеки); метод порівняння (для зіставлення різних підходів і класифікацій, а також для аналізу статистичних даних і практичних кейсів). Метод системного підходу дозволив розглянути ЕБП як цілісну систему з підсистемами (інформаційною, фінансовою, кадровою тощо) та взаємозв'язками між ними, зокрема оцінити вплив впровадження інформаційних систем на всю систему безпеки. Використано елементи моделювання: розроблено концептуальну інтегративну модель (рамкову схему) впровадження інформаційних технологій і заходів захисту в систему управління безпекою підприємства. Інформаційну базу дослідження склали наукові праці 2020-2025 рр., аналітичні звіти з кібербезпеки, стандарти (як-от ISO 27001, NIST) та дані реальних інцидентів.

Результати дослідження: Перехід до цифрового бізнес-середовища супроводжується появою нових загроз, нехарактерних для традиційної економіки. Основні групи цифрових ризиків для економічної безпеки підприємства можна систематизувати наступним чином:

1. Кіберзагрози та техногенні ризики. До цієї категорії відносяться несанкціоновані втручання в IT-системи підприємства, хакерські атаки, розповсюдження шкідливого програмного забезпечення, віруси, DDoS-атаки, фішингові кампанії тощо, наслідками чого можуть бути крадіжка або витік корпоративних даних, порушення цілісності інформації, виведення з ладу критичних систем, простої у виробництві та наданні послуг. Основними цифровими загрозами для ЕБП є саме викрадення корпоративних даних, промисловий шпіонаж та хакерські атаки. Частота та масштаб кіберінцидентів невпинно зростають: у 2023 році їхня кількість збільшилася на 63% порівняно з попереднім роком [3]. Серед найбільш постраждалих секторів - державні установи, фінансові організації, але малий і середній бізнес також стає об'єктом атак. Успішна кібератака може нанести підприємству колосальні збитки та підірвати його репутацію. Окрім прикладу з Maersk варто згадати атаку вірусу-шифрувальника WannaCry (2017), яка зупинила роботу десятків компаній у різних країнах. За оцінками IBM, середня сукупна вартість одного витоку даних у 2021 році досягла рекордних $4,24 млн. [9] Це підкреслює, що кожен серйозний інцидент кібербезпеки прямо б'є по економічних інтересах бізнесу. Кіберзагрози також включають втручання у критичну інфраструктуру підприємства (наприклад, атаки на

промислові системи керування, електромережі, логістичні ланцюги), що може призвести до зупинки виробництва чи надання послуг.

2. Інформаційні та когнітивні загрози. До цієї групи належать загрози, пов'язані з маніпулюванням інформацією, дезінформацією та порушенням довіри. В цифрову епоху підприємства можуть страждати від цілеспрямованих інформаційних атак: поширення фейкових новин про компанію, витоку конфіденційної інформації, репутаційних атак у соцмережах. Інформаційні маніпуляції можуть підірвати довіру клієнтів та партнерів, що опосередковано впливає на фінансові показники (наприклад, відтік клієнтів через зниження іміджу бренду). Окремо стоять ризики, пов'язані з великими даними (Big Data): несанкціоноване використання або продаж масивів даних про клієнтів, витік персональних даних, що несе юридичні та фінансові наслідки (штрафи за порушення GDPR тощо). Не менш небезпечним є явище «цифрових тіньових структур», коли працівники використовують незатверджені IT-рішення або хмарні сервіси, що створює неконтрольовані точки витоку інформації. В цілому когнітивно-інформаційні загрози важче виявити та нейтралізувати технічними засобами, тому підприємствам потрібно розвивати культуру інформаційної гігієни та довіри. Наприклад, поширеним вектором атаки є фішинг через електронну пошту, успіх якого залежить від людського фактора; тому лише регулярне навчання персоналу кібергігієні може знизити цей ризик.

3. Ризики, пов'язані з цифровою трансформацією бізнес-моделі. Ця категорія включає стратегічні та ринкові ризики, що виникають через глобальне цифрове перетворення економіки. По-перше, руйнування традиційних ланцюгів доданої вартості: цифрові платформи та стартапи можуть витісняти традиційні компанії, що не встигають пристосуватися до нових умов [1]. Компанія, яка запізнюється з впровадженням цифрових технологій, ризикує втратити ринок, що є прямою загрозою її економічній безпеці. По-друге, поява цифрових монополій і залежність від них: коли бізнес використовує платформи кількох великих IT-корпорацій (хмарні сервіси, маркетплейси тощо), він стає залежним від політики цих монополістів. Зміна умов надання сервісів або цін може негативно вплинути на залежний бізнес. По-третє, кадрові та компетенційні ризики цифровізації: нестача фахівців з необхідними IT-навичками, опір персоналу змінам, зниження рівня компетентності у використанні нових систем. Відсутність сучасних цифрових технологій та компетентного персоналу сама по собі стає загрозою для ЕБП, оскільки без цього компанія не мають можливостей ані забезпечити належний захист, ані ефективно розвиватися. Ці ризики вимагають проактивного управління: інвестицій у навчання співробітників, стратегічного планування цифрового розвитку, створення гнучких бізнес-моделей, здатних адаптуватися до технологічних змін.

Таким чином, ризики цифрового середовища мають комплексний характер і охоплюють як технічні аспекти (кібербезпека IT-систем), так і інформаційно-регуляторні (дані, репутація, відповідність законам) та

стратегічні (конкурентоспроможність у цифровій економіці). Забезпечення економічної безпеки в цифрову добу потребує системної роботи з усіма цими видами загроз. Підприємствам необхідно впроваджувати процес ідентифікації та оцінки цифрових ризиків у рамках загальної системи менеджменту ризиків. Важливо зазначити, що всі названі загрози тісно взаємопов'язані: успішна кібератака може спричинити як прямі фінансові втрати, так і довгострокові репутаційні збитки та відтік клієнтів [10], тому управління ЕБП маж бути комплексним і охоплювати технологічні, організаційні та стратегічні заходи для мінімізації зазначених ризиків.

Інформаційні системи (ІС) пронизують практично всі рівні та функції сучасного підприємства, тому їхній вплив на загальну безпеку бізнесу багатовимірний. Для аналітичних цілей розділимо корпоративні інформаційні системи на декілька категорій за їхнім призначенням та роллю у забезпеченні стійкості діяльності:

1. Операційні інформаційні системи та системи управління процесами. Сюди належать системи, що забезпечують виконання повсякденних бізнес-операцій: системи управління виробництвом і технологічними процесами (у тому числі SCADA для промислових підприємств), системи управління ланцюгами постачань, системи обліку та бухгалтерського обліку, платіжні та банківські IT-системи тощо. Від їх безперервності та надійності безпосередньо залежить фінансовий стан підприємства. Збій або компрометація одразу позначаються на економічних результатах: простої виробництва, зрив постачань, подвійні платежі або втрата облікових даних можуть спричинити значні збитки, тому операційні ІС є об'єктами підвищеної уваги з точки зору захисту. Вони потребують резервування, антивірусного та антивторгненного захисту, систем резервного копіювання для швидкого відновлення роботи. З іншого боку, якісно впроваджені операційні системи підвищують ефективність і прозорість процесів, зменшують імовірність помилок людського фактору та шахрайства, що само по собі зміцнює економічну безпеку. Наприклад, інтегрована ERP-система здатна об'єднати фінанси, постачання, виробництво і HR на єдиній платформі, забезпечуючи єдине джерело правди для даних та усуваючи розриви між підрозділами [11], що не лише підвищує продуктивність, а й знижує ризики маніпуляції даними чи неузгодженості дій, які могли б зашкодити бізнесу.

2. Управлінські та аналітичні інформаційні системи. До цієї категорії належать системи класу MIS (Management Information Systems), системи бізнес-аналітики і бізнес-інтелекту (BI), підтримки прийняття рішень (DSS), а також спеціалізовані інформаційно-аналітичні комплекси для моніторингу ризиків та показників діяльності. Їхній вплив на безпеку проявляється опосередковано через підвищення якості управлінських рішень. Вони збирають та агрегують дані з різних ділянок бізнесу, надаючи керівництву цілісну картину стану підприємства в режимі реального часу, надаючи змогу вчасно виявляти відхилення, «вузькі місця» чи ознаки проблем (наприклад,

падіння продажів у певному регіоні, незвично великі витрати чи залишки запасів) і відповідно реагувати, запобігаючи кризовим ситуаціям. Отже, аналітичні ІС виступають інструментом раннього попередження та підтримки проактивного управління безпекою. З їх допомогою можна моделювати різні сценарії, оцінювати потенційний вплив ризиків на фінансові показники, оптимізувати використання ресурсів. Управлінські ІС підвищують прозорість і контрольованість бізнес-процесів, що позитивно впливає на безпеку підприємства.

3. Корпоративні комунікаційні системи та системи зберігання даних. Це ІТ-інфраструктура, що забезпечує внутрішню та зовнішню комунікацію (корпоративна електронна пошта, месенджери, системи спільної роботи, відеоконференцзв'язок) і управління даними (бази даних, дата-центри, хмарні сервіси для зберігання та резервування даних). Від їх надійності та безпеки залежить доступність інформації та можливість безперервної співпраці. Вразливості у комунікаційних системах часто стають вхідними воротами для атак (наприклад, фішингові листи або заражені вкладення в електронній пошті), тому засоби захисту поштових сервісів, шифрування трафіку, контроль доступу до корпоративних чатів є необхідними елементами безпеки. Системи зберігання даних, у свою чергу, мають бути захищені від витоків і втрат, що реалізується через багаторівневий доступ, шифрування баз даних, резервне копіювання на випадок фізичного чи логічного збою. В сучасних умовах дедалі більше даних переноситься у хмарні середовища, що надає бізнесу гнучкість і масштабованість, але водночас піднімає питання довіри до провайдера та відповідності його сервісів вимогам безпеки. Правильна політика класифікації даних (визначення, які з них є критичними, конфіденційними тощо) та управління ними дозволяє застосувати адекватні заходи захисту і контролю витоку. Наприклад, впровадження системи DLP (Data Loss Prevention) допомагає відстежувати й блокувати несанкціоноване копіювання або відправку назовні конфіденційної інформації.

4. Спеціалізовані інформаційні системи безпеки. Окремо слід виділити клас систем, призначених безпосередньо для забезпечення безпеки: системи інформаційної безпеки (SIEM, системи управління подіями та інформацією безпеки), виявлення вторгнень (IDS) та запобігання вторгненням (IPS), антивірусні та антишпигунські програми корпоративного рівня, системи управління ідентифікацією та доступом (IAM), засоби резервного копіювання та відновлення після аварій (DRP), системи криптографічного захисту тощо. Ці ІС не виконують безпосередньо бізнес-функції виробництва або продажів, але створюють захисний шар для всіх інших систем. Їхній позитивний вплив на ЕБП полягає у зниженні ймовірності успішних атак і мінімізації збитків від інцидентів. Таким чином, їх впровадження та постійне актуалізування є ключовим фактором стійкості бізнесу до загроз. Варто відзначити тренд останніх років - зближення ІТ і ІБ: дедалі більше організацій впроваджують автоматизовані та інтелектуальні засоби кіберзахисту (AI/ML для виявлення аномалій, оркестрація заходів реагування). Повна автоматизація захисту може

суттєво знизити витрати при інцидентах: за даними IBM, компанії, які повністю впровадили AI-рішення у сфері безпеки, мали на $3,81 млн менші середні збитки від витоків даних, ніж компанії без таких рішень [9].

Різні типи ІС по-різному впливають на економічну безпеку. Операційні та комунікаційні системи створюють базис функціонування бізнесу і водночас є найбільш вразливими місцями, що потребують захисту; аналітичні та управлінські системи підсилюють можливості керівництва виявляти та реагувати на загрози; а системи кібербезпеки напряму знижують ризики та запобігають втратам. Таким чином, інтегроване управління безпекою підприємства повинно враховувати усі ці рівні ІС і забезпечувати для кожного належний рівень надійності та стійкості.

Захист інформації в сучасному бізнес-середовищі спирається на поєднання технологічних рішень та організаційних заходів. Нижче представлено огляд основних методів та інструментів, що зараз застосовуються підприємствами для зменшення кіберризиків і забезпечення ЕБП:

1. Шифрування даних. Криптографічний захист є основою конфіденційності. Шифрування конфіденційної інформації (як при зберіганні, так і при передаванні каналами зв'язку) гарантує, що навіть у разі перехоплення чи витоку даних зловмисник не зможе ними скористатися без ключа шифрування. Сучасні стандарти (AES-256, RSA, ECC тощо) забезпечують високий рівень стійкості. Компанії шифрують бази даних клієнтів, фінансові записи, резервні копії; широко впроваджуються протоколи HTTPS/TLS для всіх веб-сервісів. Це особливо актуальне для хмарних сервісів і переносних носіїв: якщо ноутбук співробітника або зовнішній диск загублено чи викрадено, зашифровані дані залишаться захищеними.

2. Аутентифікація та керування доступом. Одним з найефективніших інструментів захисту від несанкціонованого доступу є багатофакторна автентифікація (MFA) - вимога додаткового підтвердження особи (через SMS-код, апаратний токен, біометрію) під час входу до систем [12]. Паралельно впроваджуються системи управління ідентифікацією (IAM), які забезпечують принцип мінімальних привілеїв, коли кожен співробітник отримує доступ тільки до тих ресурсів, що необхідні для його ролі. Також практикується двостороння автентифікація сервісів (mutual TLS, підпис сертифікатів) для захисту машинних інтерфейсів і API.

3. Захист мережі та периметру. Класичні засоби (міжмережеві екрани), залишаються необхідними для розмежування внутрішньої мережі підприємства та зовнішнього інтернет-середовища. Сучасні межмережеві екрани рівня застосунків можуть аналізувати контент, фільтрувати трафік за категоріями (виявляти шпигунське ПЗ, блокувати звернення до відомих командних серверів ботнетів тощо). Системи виявлення та запобігання вторгненням (IDS/IPS) моніторять трафік у реальному часі та реагують на підозрілі шаблони (наприклад, спроби SQL-ін'єкцій, експлойти відомих вразливостей). Для захисту від DDoS-атак використовуються сервіси очищення трафіку, балансування навантаження, хмарні CDN.

4. Захист кінцевих точок (Endpoint Security). Робочі станції співробітників, ноутбуки, мобільні пристрої є частою мішенню атак, тому на них встановлюються розширені засоби захисту: EDR-системи (Endpoint Detection and Response), які відстежують поведінку програм та процесів, ізолюють підозрілі дії. Не менш важливим є оновлення ПЗ - впровадження централізованих систем управління патчами, які забезпечують своєчасне встановлення оновлень безпеки на всіх пристроях. Багато інцидентів трапляється через експлуатацію відомих вразливостей, тому принцип «патчити вчасно» - один з наріжних каменів кібергігієни підприємства.

5. Виявлення інцидентів та реагування. Жодна система не дає 100% гарантії захисту, тому важливо мати механізми швидкого виявлення та реагування на інциденти. Для цього використовуються платформи SIEM (Security Information and Event Management), які централізовано збирають логи з серверів, мережевого обладнання, додатків і аналізують їх на предмет ознак інцидентів. В рамках реагування багато компаній розробляють внутрішні процедури, створюються команди реагування на інциденти, проводяться регулярні навчання, щоб відпрацювати дії на випадок атаки. Інвестиції в моніторинг і планування реагування безпосередньо окуповуються через зменшення збитків.

6. Організаційні заходи та політики. Технології ефективні лише за умови правильно налаштованих процесів та свідомого персоналу. Важливу роль відіграє кібергігієна працівників та регулярні тренінги з інформаційної безпеки, фішинг-симуляції для навчання розпізнавання соціальної інженерії, внутрішні кампанії з підвищення обізнаності. Керівництво компанії має впровадити чіткі політики безпеки: політику користування електронною поштою та інтернетом, політику роботи з персональними пристроями, правила класифікації інформації та поводження з конфіденційними даними, план дій у надзвичайних ситуаціях. Окрім того, застосовуються заходи фізичної безпеки і контролю доступу до критичних об’єктів інфраструктури (серверні кімнати, центр обробки даних): системи відеоспостереження, пропускні системи, сейфи для резервних носіїв. Комплексний підхід, що поєднує «людей, процеси і технології», є найкращою практикою, тому що жоден компонент не може забезпечити повний захист окремо, лише їхнє узгоджене функціонування мінімізує вразливості.

Сучасні реалії (війна, глобалізація кіберзагроз) зробили очевидним, що кіберстійкість має стати невід’ємною частиною ЕБП. Компанії, які вчасно впроваджують описані вище методи і дотримуються принципів інформаційної безпеки, значно краще переносять атаки, швидше відновлюються та менше втрачають фінансово. Зокрема, автоматизація та використання штучного інтелекту в кібербезпеці вже демонструють ефективність у зниженні вартості інцидентів [9], а дотримання міжнародних стандартів (ISO 27001, NIST CSF) підвищує довіру партнерів і клієнтів, відкриваючи нові можливості для бізнесу.

На основі виконаного аналізу ризиків, ролей інформаційних систем та інструментів кібербезпеки можна запропонувати *інтегративну модель, що описує місце і взаємозв'язок інформаційних технологій та захисту інформації в системі управління економічною безпекою підприємства*. Вона має забезпечувати цілісне покриття всіх компонентів безпеки (від стратегічного рівня до IT-інфраструктури) і гнучкість адаптації до нових загроз. Основні елементи пропонованої моделі такі:

1. Стратегічна надбудова безпеки. На верхньому рівні модель передбачає інтеграцію питань інформаційних систем та кібербезпеки у стратегію підприємства. Керівництво має розглядати цифрову трансформацію як основний інструмент забезпечення економічної безпеки і включати заходи з розвитку IT та захисту інформації до стратегічного планування. Це означає, що стратегія безпеки підприємства розробляється з урахуванням IT-стратегії: визначаються пріоритетні напрямки цифровізації бізнес-процесів і паралельно пріоритетні напрями зміцнення кіберзахисту. Важливим елементом є також формування культури безпеки: на рівні місії та цінностей компанії закріплюється принцип, що безпека інформації - це спільна відповідальність і фактор довгострокового успіху бізнесу.

2. Система управління ризиками з урахуванням цифрових загроз. Модель інтегрує процес управління ризиками підприємства з процесами інформаційної безпеки. Пропонується створення єдиного реєстру ризиків, що включає як традиційні фінансово-операційні ризики, так і цифрові ризики (кібератаки, збої IT, невдачі IT-проєктів тощо). Для кожного ризику оцінюється ймовірність та потенційний вплив на бізнес, визначаються методи реагування (уникнення, зниження, передача або прийняття ризику). Таким чином, рішення щодо інвестування в ті чи інші інформаційні системи та засоби захисту приймаються на основі оцінки їхнього впливу на загальний ризик-профіль компанії. В моделі передбачається регулярний моніторинг показників ризику (KRI): кількості виявлених вразливостей, спроб атак, часу відновлення після інциденту та їх зв'язок з ключовими показниками ефективності (KPI) бізнесу. Це дозволить керівництву бачити, як IT-ризики впливають на фінансові результати, і приймати обґрунтовані рішення.

3. Процеси і політики безпеки, вбудовані в IT-процеси. Інтегративна модель вимагає, щоб цифрові технології та безпека «йшли в парі» на рівні бізнес-процесів. Будь-який проєкт із впровадження нової ІС має включати етап аналізу безпеки і відповідного налаштування системи згідно з політиками безпеки. Цей принцип можна сформулювати як «Security by Design» - безпека закладається з самого початку при проектуванні або зміні процесів і IT-систем.

4. Архітектура єдиного інформаційно-безпекового простору. В технічному вимірі модель передбачає побудову інтегрованої IT-архітектури, де всі підсистеми об'єднані не лише функціонально, але й з точки зору моніторингу безпеки. Центральним елементом пропонується виступає єдина платформа моніторингу та управління подіями (наприклад, згадана система

SIEM/SOAR), до якої підключені всі критичні інформаційні системи підприємства, створюючи таким чином ефект «чорного ящика», який відслідковує здоров'я бізнесу в цифровому середовищі: усі аномалії в будь-якій частині системи одразу стають видимими для команди безпеки. Крім того, архітектура має включати резервні рішення і плани безперервності бізнесу: дублювання серверів, регулярне резервне копіювання даних з перевіркою відновлення, географічно рознесені майданчики для розміщення критичних сервісів. Таким чином досягається «цифрова стійкість»: система може продовжувати функціонування навіть під час часткового виходу з ладу компонент або цілеспрямованого впливу зловмисників. В цій архітектурі цифрова трансформація (нові технології, автоматизація) стає не джерелом хаотичних змін, а керованим процесом, що підвищує рівень безпеки за рахунок впровадження сучасних захисних рішень та відмовостійких схем.

5. Безпека людського капіталу та знань. Управління знаннями і компетенціями персоналу у сфері цифрових технологій і кібербезпеки часто недооцінюють. Підприємство має постійно інвестувати в розвиток компетенцій співробітників: від IT-фахівців до некваліфікованого персоналу. В моделі це виражено через процес безперервної освіти і тренування: регулярні курси, сертифікація кадрів з кібербезпеки, внутрішні розсилки про нові види шахрайств, навчальні кібератаки (фішингові тести). Крім того, слід забезпечити збереження знань: наприклад, вести базу уроків, винесених з кожного інциденту, щоб запобігти повторенню помилок. Кадрова безпека включає й перевірку надійності контрагентів, IT-аутсорсерів. Всі, в кого є доступ до інформаційних ресурсів компанії, мають відповідати її вимогам безпеки. Формування лояльності персоналу з точки зору захисту даних є одним із найскладніших, але і найважливіших завдань, адже навіть найдорожча система захисту може бути скомпрометована через людський фактор.

Критерієм ефективності моделі є досягнення цифрової стійкості підприємства - можливості продовжувати стабільну діяльність і досягати стратегічних цілей навіть у разі впливу негативних цифрових факторів (атак, збоїв, криз). Формалізувати результат впровадження моделі можна через систему показників: рівень зрілості кібербезпеки, кількість інцидентів на рік, середній час простою IT-систем, відсоток процесів, охоплених цифровими рішеннями тощо.

Варто підкреслити, що така інтегративна модель - це не разовий проєкт, а безперервний процес. Цифрові загрози еволюціонують, технології розвиваються, бізнес-середовище змінюється, тому підприємство має працювати над своєю безпекою циклічно: планувати - впроваджувати - перевіряти - удосконалювати (цикл PDCA). Тільки так можна забезпечити випереджальний характер системи безпеки відносно нових викликів. Успішне впровадження описаної моделі надасть змогу підприємству не лише захиститися від втрат, а й отримати конкурентні переваги: довіру клієнтів завдяки репутації надійного партнера, стабільність операцій, менші витрати у

довгостроковій перспективі (адже запобігання інцидентам дешевше, ніж ліквідація їх наслідків).

Висновки

У ході дослідження проаналізовано взаємозв'язок цифрових технологій та інформаційної безпеки з ЕБП в сучасних умовах. Систематизовано ризики цифрового середовища: кіберзлочинність, витоки даних, інформаційні маніпуляції, атаки на інфраструктуру, а також стратегічні ризики цифрової трансформації (відставання в технологіях, цифрові монополії). Показано, що ці загрози мають міждисциплінарний характер і можуть завдати як прямих фінансових збитків, так і підривати конкурентні позиції та репутацію бізнесу. Проведено класифікацію інформаційних систем підприємства за їх впливом на безпеку: від операційних і комунікаційних систем, чия безперервність вкрай важлива для фінансової стійкості, до аналітичних систем, що сприяють проактивному управлінню ризиками, та спеціалізованих систем кібербезпеки, які безпосередньо захищають активи. Встановлено, що максимального рівня економічної безпеки можна досягти лише за умови комплексного охоплення захистом всіх цих рівнів ІС та їх узгодженого функціонування. Проаналізовано сучасні методи захисту інформації у бізнесі: шифрування, багатофакторну автентифікацію, мережевий захист, захист кінцевих точок, системи моніторингу та реагування, а також організаційні заходи (політики, навчання персоналу). Наголошено, що лише поєднання технологічних і людських факторів надає змогу ефективно протидіяти кіберзагрозам. Запропоновано інтегративну модель, в якій інформаційні системи і заходи інформаційної безпеки розглядаються в якості єдиної підсистеми у структурі управління ЕБП. Ця модель передбачає інтеграцію кібербезпеки у стратегію розвитку, управління ризиками з урахуванням цифрових викликів, принцип «безпека за задумом» при впровадженні будь-яких ІТ-рішень, побудову єдиної інформаційно-безпекової архітектури та розвиток людського капіталу у сфері ІТ-безпеки. Цифрова трансформація при правильному підході стає не джерелом загроз, а фактором зміцнення економічної безпеки за рахунок підвищення прозорості, автоматизації контролів, швидкості реакції та гнучкості бізнесу.

Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості їх використання при формуванні корпоративних стратегій безпеки та планів цифрового розвитку підприємств. Викладені факти та аналітичні матеріали можуть слугувати основою для розробки конкретних політик і рекомендацій для бізнесу щодо побудови стійкої до кіберризиків організації. В умовах, коли економічна стабільність усе більше залежить від інформаційних технологій, підприємства, що запровадять інтегрований підхід до інформаційних систем і захисту інформації, матимуть суттєві переваги у довгостроковій перспективі. Забезпечення ЕБП в цифрову еру - це динамічний процес, який вимагає випереджувальних дій, інвестицій та постійного навчання, проте результати виправдовують зусилля, адже йдеться про збереження ключових цінностей бізнесу та його конкурентного майбутнього.

Посилання

1. Повод Т. М. Управління економічною безпекою в умовах цифрової економіки / Повод Т. М., Жосан Г. В. // Трансформація бізнесу в контексті глобальних викликів сталого розвитку : монографія / під заг. ред. Храпкіної В. В., Пічик К. В. ; Національний університет "Києво-Могилянська академія". - Київ : Видавничий дім "Києво-Могилянська академія", 2025. - [Підрозділ] 8.3. - С. 566-592.
2. Дергалюк Б. В. Вплив цифрової трансформації на забезпечення економічної безпеки підприємства // *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*. - 2023. - № 26. - С. 65-68.
3. Бізнес Дія. Захист бізнесу від кіберзагроз: прості та дієві методи [Електронний ресурс]. - 27.03.2024. - Режим доступу: https://business.diia.gov.ua/statti/zahist-biznesu-vid-kiberzagroz-prosti-ta-diievi-metody (дата звернення: 20.05.2025).
4. Gigatrans. 6 порад як захистити бізнес від витоку даних [Електронний ресурс]. – 26.12.2022. - Режим доступу: https://gigatrans.ua/ua/news/6-sposobov-kak-zash-itit-biznes-ot-utechki-dannuh (дата звернення: 22.05.2025).
5. Lord N. The Cost of a Malware Infection? For Maersk, $300 Million [Electronic resource] / N. Lord // *Digital Guardian*. - 2017. - Режим доступу: https://www.digitalguardian.com/blog/cost-malware-infection-maersk-300-million (дата звернення: 22.05.2025).
6. Kukhar O., Kravchyk Y., Brechko O. Digital Transformation as a Factor in Ensuring Economic Security of Enterprises // *Baltic Journal of Economic Studies*. - 2023. - Vol. 9, No. 5. - P. 143-152. - DOI: https://doi.org/10.30525/2256-0742/2023-9-5-143-152.
7. Microsoft. Що таке інформаційна безпека (InfoSec)? [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.microsoft.com/uk-ua/security/business/security-101/what-is-information-security-infosec (дата звернення: 19.05.2025).
8. Samoilenko Y., Britchenko I., Levchenko I., Lošonczi P., Bilichenko O., Bodnar O. Economic Security of the Enterprise Within the Conditions of Digital Transformation // *Economic Affairs*. - 2022. - Vol. 67, No. 4. - P. 619-629. - DOI: 10.46852/0424-2513.4.2022.28.
9. Zorabedian J. What's new in the 2021 Cost of a Data Breach Report [Electronic resource] / J. Zorabedian // *IBM Security X-Force*. - 2021. - Access mode: https://www.ibm.com/think/x-force/whats-new-2021-cost-of-a-data-breach-report (дата звернення: 26.05.2025).
10. Voronina L. T., Teplaya N. A., Zyryanova S. A. Analysis of the Impact of Cyber Threats on the Economic Security of Enterprises // *Ekonomika i upravlenie: problemy resheniya*. - 2025. - Vol. 4, No. 3(157). - P. 69–74. - DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2025.04.03.008.
11. Thomson Reuters. What is an ERP system and why does it matter for your business? [Electronic resource]. - 2025. - Access mode: https://tax.thomsonreuters.com/blog/what-is-an-erp-system-and-why-does-it-matter-for-your-business/ (дата звернення: 26.05.2025).
12. ESET. Топ-5 простих та дієвих порад для захисту даних компаній [Електронний ресурс]. - 2019. - Режим доступу: https://www.eset.com/ua/about/newsroom/blog/business-security/top-5-prostykh-i-deystvennykh-sovetov-dlya-zashchity-dannykh-kompaniy/ (дата звернення: 24.05.2025).

AUTOMATED SOFTWARE TESTING: THEORETICAL FOUNDATIONS, FEATURES IMPLEMENTATIONS AND MODERN CHALLENGES

Prof., Dr. (Tech. Sc.) H.H. Shvachych, Prof., Dr. (Tech. Sc.) B.I. Moroz, Prof., Dr. (Tech. Sc.) L.I. Meshcheriakov
Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

D.O. Myronov
QA Engineer at WeAreBrain
Full Service Digital Product Agency, Kyiv, Ukraine

Dr. Eng., Prof. T.S. Khokhlova
Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine

In today's world, software plays a key role in the functioning of global socio-economic processes. It is an integral part of virtually every area of human activity – from commerce and industry to education, healthcare and government. Software not only ensures effective interaction between people, organizations, and countries, but also forms the foundation of digital transformation of society.

The rapid development of information technology and market globalization leads to increasing dependence on high-quality, reliable, and secure software. In this context, the issue of software quality assurance at all stages of its life cycle – from design to maintenance – becomes particularly relevant. Reliable testing becomes a critically important tool for identifying defects, evaluating performance, and verifying compliance of software products with technical requirements and user expectations.

Thus, the need for effective forecasting of software quality and reliability, as well as the implementation of modern automated testing methods, is an essential component of sustainable digital society development.

It should be noted that in the modern era of rapid development of information technologies, software development has become one of the most dynamic and competitive fields of the high-tech industry. The constant increase in requirements for functionality, performance, and deployment speed, as well as the need for flexible adaptation to market changes, create significant challenges for developers and quality assurance specialists.

Given the high complexity of modern software systems, one of the key factors for a successful project is effective testing [1]. It not only helps to identify and localize errors early in development but also ensures stability, reliability, and compliance with established requirements. Testing is the foundation for building trust in software among end users and clients.

Traditional manual testing methods, despite their intuitive nature and low entry barrier, are becoming increasingly ineffective in the context of large-scale or rapidly evolving projects. Their use requires significant human resources and time and is associated with the risks of subjective evaluation and human error.

In response to these challenges, leading IT companies are increasingly

implementing automated testing as the main quality control tool [2, 3]. Automation of test scenarios makes it possible to significantly reduce time costs, increase the accuracy and repeatability of inspections, as well as ensure the sustainability of control of a wide range of functional and non-functional requirements.

The development of comprehensive automated testing systems is becoming especially relevant today. These systems cover various levels of software testing – from user interaction with the graphical interface (*UI*) to checking the functionality of the application programming interface (*API*). Such an integrated approach allows for a comprehensive assessment of the quality of web applications, identifying potential flaws in both the external interface and the logic of business processes, as well as in the processes of data exchange between system components.

Thus, automated testing is not only a means of technical improvement of the development process, but also a strategic tool for ensuring the competitiveness of a software product in the modern market.

However, in the early stages of quality assurance practices, manual testing was the dominant method of verifying software operability. This approach involves sequential execution of test cases without the use of specialized automated tools – the tester manually interacts with the interface or system functionality, assessing its compliance with expected outcomes.

Manual testing has several advantages, such as a deep understanding of the application's internal logic, detection of complex or atypical errors and consideration of user interaction nuances. It is especially effective in the early development stages and when verifying new functionality. However, from the perspective of time, human resources, and result stability, this approach is quite costly, particularly for large-scale projects with frequent updates. Manual testing is most limited in regression testing scenarios, where the same tests must be repeated after each change in the codebase.

For a better understanding of the issue, let's consider the classification of manual testing according to levels and types of testing.

Testing Levels:

– *Unit* testing for verifying individual functions, methods, or modules against requirements.

– *Integration testing* for checking interactions between system components.

– *System testing* for comprehensive validation of the entire system as a unified software product.

– *Acceptance testing* to determine if the software product meets customer expectations and needs.

Testing Types:

– *Functional testing* to verify implementation of features according to the technical specification.

– *Non-functional testing* to evaluate performance, security, scalability, etc.

– *Smoke testing* for a quick preliminary check of the basic functionality.

– *Retesting* and *regression testing* to verify fixed defects and the stability of previously tested components.

– *Usability testing* to evaluate user interface intuitiveness and ease of use.

For clarity, figure 1 shows a manual testing classification diagram.

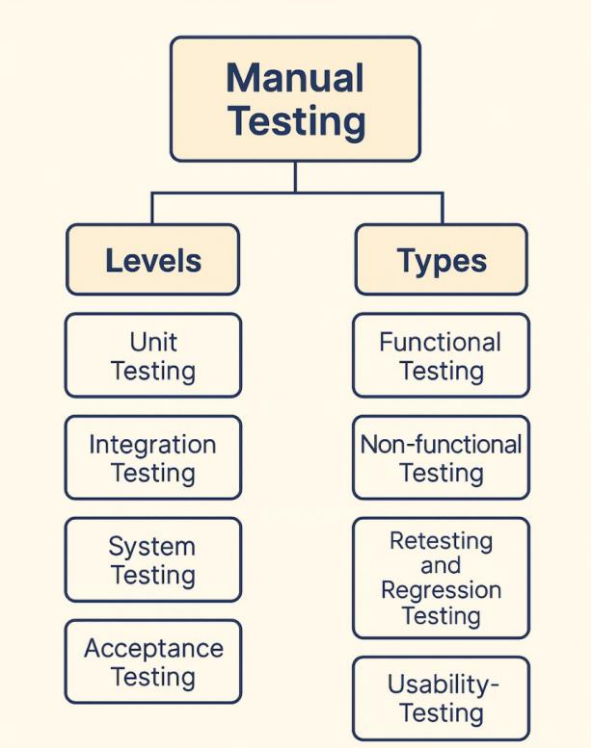


Figure 1 – Manual testing classification diagram

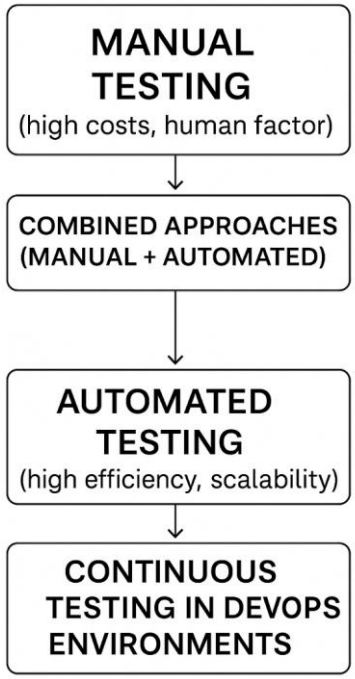


Figure 2 – Diagram of software testing evolution

With the development of *IT*, the growing complexity of software systems, and the increasing speed of releases, manual testing has gradually lost its dominant position. There is an objective need for automated solutions that ensure repeatability of tests, scalability and reduced time spent on routine operations.

Unlike manual testing, automated testing allows the following operations:

– Execute thousands of tests in a short time.

– Increase the accuracy of checks and reduce human factor influence.

– Ensure high code coverage with tests.

– Build a flexible *CI/CD* (continuous integration and delivery) system.

Thus, test automation is a logical evolutionary step in software quality assurance, enhancing development efficiency and reliability. Figure 2 presents the software testing evolution diagram.

So, it should be noted that with the development of information technology, increasing software complexity and increasing requirements for the speed of release of new versions, traditional methods of manual testing are gradually losing their effectiveness and relevance. In the current conditions of dynamic development of

the IT industry, there is an objective need to implement automated approaches to testing, which can provide high productivity, repeatability of results, scalability of processes and minimization of the human factor.

Automated testing plays a key role in ensuring the quality of a software product. At the same time, test automation helps to optimize quality assurance costs, as it allows you to reduce the need for manual labor and speed up the development cycle. It also opens up opportunities for the implementation of modern practices such as behavior-based testing (*BDD*), risk-based testing, as well as the use of artificial intelligence to analyze test results and predict potential defects.

Thus, automated testing is not only a logical stage in the evolution of software quality assurance tools, but also a necessary condition for achieving high efficiency, reliability and competitiveness in the modern market.

Modern software test automation practices are based on an integrated approach combining modularity, component reuse, continuous integration and delivery *(CI/CD)*, and architectural patterns like *Page Object Model (POM)* and behavior-oriented approaches (*Behavior Driven Development, BDD*).

These principles contribute not only to the structuring of test code, but also ensure its scalability, maintainability and high level of repeatability. Web applications are tested at multiple levels:

– *API* level testing checks interaction interfaces between components, ensuring internal service stability. Key tools include RestAssured, Postman, Karate, etc.

– *UI* level testing evaluates web page behavior, interactive elements, and interface accessibility using tools like Selenium WebDriver, Cypress, and Selenide.

Of particular importance is the combining automated testing with *CI/CD* processes, which allows to implement the concept of shift-left testing – moving testing earlier in the development cycle. This facilitates early defect detection, resource savings and improved product quality.

Taking into account the above, a diagram of the ratio of manual and automated testing can be given (figure 3).

The diagram below illustrates the changing role of testing strategies in the context of IT project development. At the initial stages of development (for example, during the creation of a prototype or MVP) manual testing prevails. This is due to the need for prompt verification of changes, flexible response to customer requirements and saving resources, because at this stage the interface and functionality are still actively changing.

However, as code stability increases, functionality expands, and the product enters the support and scaling phase, the share of automated testing increases significantly. It allows you to significantly reduce the time spent on repeated checks (regression testing), ensure the reliability of releases in CI/CD environments, and also minimize the impact of the human factor.

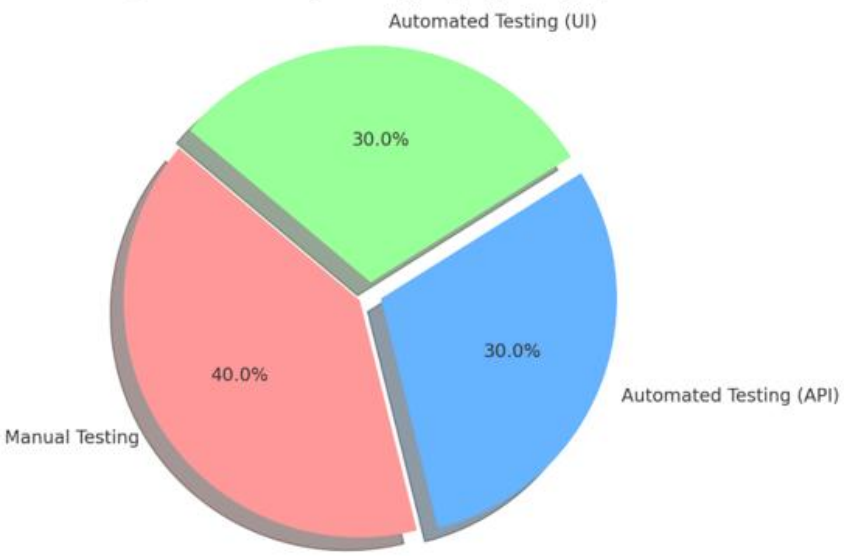


Figure 3 – Diagram of the ratio of manual to automated testing

Thus, the diagram reflects the typical evolution from manual to primarily automated testing, aligning with general trends in software development.

A key concept in web application testing is the testing pyramid by Mike Cohn [4], which hierarchically structures testing levels based on cost, execution speed, and result stability (figure 4).

The testing pyramid includes four levels (some sources give three levels):

1. *Unit tests* – the pyramid's base. They cover the largest number of checks, run fast, test logic at function or method level, and are easy to maintain, especially in CI/CD environments.

2. *API tests* – middle layer. They verify module or service interactions and business logic stability. Tools like RestAssured, Postman, Karate provide quick feedback without UI.

3. *UI tests* – pyramid top. These are most costly to execute and maintain, testing full component integration from the user's perspective using Selenium WebDriver, Cypress, Selenide.

4. *Acceptance Testing* – validates the system against requirements before deployment or handover. Let's define the types of acceptance testing:

Alpha testing – is performed internally, usually by developers or testers of the company.

Beta testing – is performed by external users in a real environment.

User Acceptance Testing (UAT) – testing by end users to check usability and compliance with expectations.

Regulation Acceptance Testing (RAT) – verification of compliance with regulatory requirements.

Contract Acceptance Testing (CAT) – verification of compliance with contract terms.

Figure 4 – Automated Testing Pyramid (according to Michael Cohn)

The pyramid model emphasizes the importance of proper balancing of testing levels: the lower the level in the pyramid, the greater its coverage should be. This approach:

– ensures optimal use of resources;
– allows for detecting defects at early stages;
– contributes to the rapid execution of tests in the *CI/CD* pipeline;
– ensures predictable product quality with frequent releases.

Combined with frameworks (JUnit, Selenium, RestAssured, Allure, Maven), Cohn's model offers a structured, scalable, and stable approach to test automation. It is especially effective in *Agile/DevOps* environments where speed and adaptability matter.

The overall goal of automated testing is to maximize software validation efficiency while minimizing time, human, and technical resource use. A rationally designed automation system allows not only to reduce the amount of manual labor, but also to increase the transparency, predictability and controllability of the quality assurance process.

It should be noted separately that in the context of web development, the key areas of automation are functional and regression testing. These types of testing are closely interconnected and are widely implemented using automated means, as they are characterized by a high level of repeatability, standardization and critical importance for the final quality of the product.

Functional testing is aimed at verifying how the functional components of the system meet the established technical requirements and specifications. Testers verify such elements as registration and authorization forms, processing *API* requests, error handling, checkout processes, etc. It should be noted that this type of testing does not focus on the internal logic or architecture of the application, but on the external behavior of the system from the user's point of view.

Regression testing, in turn, is a mandatory stage after making changes to the code (adding new functions, fixing defects, refactoring). Over time, the volume of regression testing increases, since each new change requires re-testing a significant part of the functionality of the system.

Both types are highly suitable for automation. The use of automated test scripts allows you to:

– significantly reduce the time for testing;

– ensure high repeatability of results;

– minimize the impact of the human factor;

– detect critical defects in a timely manner.

For example, performing a full regression set manually can take several hours, while automated testing allows you to get a result in a matter of minutes. Automation of functional and regression testing is especially important in the context of frequent releases and short iterations typical for *Agile* and *DevOps* processes. Integrating automated tests into the *CI/CD* pipeline provides continuous quality monitoring and allows you to quickly respond to changes in the code base.

Thus, functional and regression testing form the basis of an automated quality assurance strategy, as they cover the main user scenarios and ensure the stability and reliability of the product after the implementation of new changes. Automation enables scaling without equivalent increases in human resources.

In view of the above, automated testing of web applications appears as an extremely relevant and promising area that is actively developing. Current trends include:

– deep integration with *DevOps* practices;

– application of artificial intelligence to analyze test results;

– creation of self-learning test scripts and adaptive test frameworks.

Conclusions. In the process of researching modern approaches to software testing, it was found that test automation is one of the key factors in ensuring the quality, efficiency and stability of web applications. Given the complexity of modern IT systems and the high dynamics of development in *Agile* and *DevOps* environments, the demand for tools that allow fast, repeatable and reliable testing is growing.

At the initial stages of the software life cycle, manual testing traditionally dominated, which is still relevant in cases of initial verification of new functionality, usability tests or non-standard scenarios. However, as shown in the diagrams and the testing pyramid (Figs. 2 and 3), as the project develops, the share of automated testing gradually increases, allowing you to optimize the cost of time and resources.

The key advantages of automated testing include:

– high repeatability and speed of test execution;

– reduction of risks associated with the human factor;

– the possibility of integration with *CI/CD* to implement the concept of continuous testing;

– improving code coverage and reducing regression testing time.

Functional and regression testing are of particular importance in this context:

– Functional testing ensures that the system complies with business requirements and user expectations.

– Regression testing guarantees stability after changes are made to the code, preventing the recurrence of defects.

Automation of these types of testing is recognized as the most appropriate and economically justified. Their integration into the *CI/CD* pipeline allows for the implementation of *shift-left testing* practices, thanks to which errors are detected at an early stage, which significantly reduces the cost of their elimination.

The testing pyramid model (according to Michael Cohn), presented in a visual form, clearly illustrates the optimal distribution of testing efforts: from a large number of unit tests to a smaller proportion of *UI* tests, which are the most expensive, but at the same time necessary for testing the final interface.

It is also necessary to focus on automated testing tools, in particular:

– *JUnit* – for organizing Java tests;

– *RestAssured* – for API testing;

– *Selenium WebDriver*, *Cypress*, *Selenide* – for UI tests;

– *Allure* – for creating reports;

– *Maven* – for managing project dependencies.

Summarizing the results, it can be stated that automated testing:

– is a fundamental element of the modern software development life cycle;

– allows you to achieve scalability, controllability and stable quality with constant updates;

– contributes to the implementation of strategic *IT* goals, in particular, accelerating the product's time to market.

The study established theoretical foundations for test automation, classified its types and levels, justified tool and approach selection, and developed an information system to efficiently conduct *API* and *UI* automated tests.

References

1. Google Testing Blog. – [Electronic resource]. – Mode of access to the resource: https://testing.googleblog.com/
2. Allure Framework. – [Electronic resource]. – Mode of access to the resource: https://docs.qameta.io/allure/
3. Test Automation Pyramid. – [Electronic resource]. – Mode of access to the resource: https://martinfowler.com/articles/practical-test-pyramid.html
4. Cohn M. Succeeding with Agile: Software Development Using Scrum. 2009. 456 p.

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ФРЕЙМВОРКУ LARAVEL У РОЗРОБЦІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ

Докт. техн. наук, проф. Г.Г. Швачич, доктор PhD, доц. Д.М. Мороз,
канд. техн. наук, доц. І.Г. Гуліна
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро Україна

Канд. техн. наук, проф.[1] Т.С. Хохлова,
викладач[2] циклу економічних дисциплін А.Г. Іваненко
[1]Кафедра матеріалознавства та термічної обробки металів УДУНТ
[2]ВСП Фаховий коледж УДУНТ
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро Україна

Стрімкий розвиток інформаційних технологій та цифрових систем відіграє ключову роль у динамізації процесів електронної комерції в різних секторах економіки [1–3]. Сучасні технологічні тенденції трансформують усі аспекти підприємницької діяльності, спричиняючи глибокі зміни у взаємодії між учасниками ринку. Інтернет-технології дедалі активніше інтегруються в повсякденну діяльність як бізнес-структур, так і споживачів, відкриваючи нові можливості для розвитку підприємництва, підвищення продуктивності та зміцнення конкурентоспроможності.

Однією з галузей, де електронна комерція набуває особливої значущості, є ринок оренди житла. Сучасні споживачі в цій сфері орієнтовані на швидкі, зручні та надійні інструменти для пошуку й оренди об'єктів нерухомості. У свою чергу, компанії, що надають відповідні послуги, прагнуть до оптимізації бізнес-процесів, забезпечення захисту даних та підвищення якості взаємодії з клієнтами. У зв’язку з цим виникає потреба у впровадженні ефективних інформаційних систем, здатних автоматизувати діяльність підприємств у сфері електронної комерції, зокрема в сегменті оренди житла. Такі системи не лише сприяють покращенню обслуговування споживачів, але й дозволяють зменшити операційні витрати, підвищити точність управлінських рішень і загальну ефективність функціонування бізнесу.

Метою представленого дослідження є розробка веб-орієнтованої інформаційної системи для організації та надання послуг з оренди житла з використанням фреймворку *Laravel* – одного з провідних інструментів сучасної веб-розробки [4 – 6]. Застосування *Laravel* забезпечує створення надійних, масштабованих і функціонально насичених програмних рішень, які відповідають актуальним вимогам ринку електронної комерції.

Розробка такої системи спрямована на підвищення ефективності діяльності підприємств, що працюють у сфері оренди житла, шляхом

автоматизації ключових бізнес-процесів та впровадження інноваційних цифрових рішень.

Для досягнення поставленої мети необхідно здійснити комплексний аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку електронної комерції, оцінити вплив впровадження інформаційних систем на національну економіку, а також визначити функціональні, технічні та експлуатаційні вимоги до програмного продукту. Крім того, важливим етапом дослідження є проведення техніко-економічного обґрунтування розробки, що включає оцінку трудомісткості, фінансових витрат на створення та впровадження системи, а також прогнозування її ефективності в умовах реального функціонування.

Електронна комерція, зокрема у сфері оренди житла, зазнає суттєвих трансформацій завдяки впровадженню веб-додатків. Ці технології значно оптимізували взаємодію між орендарями та власниками нерухомості. Для орендарів веб-платформи забезпечують зручний інструментарій для пошуку житла відповідно до заданих параметрів, доступ до детальної інформації про об’єкти, можливість здійснення онлайн-бронювання та залишення відгуків. Такий підхід сприяє зниженню витрат часу та підвищенню якості прийняття рішень.

Власники нерухомості, у свою чергу, отримали змогу автоматизувати численні рутинні операції, включно з публікацією оголошень, управлінням бронюваннями, комунікацією з потенційними клієнтами та обробкою платежів. Це сприяє підвищенню ефективності їхньої діяльності та розширенню клієнтської бази.

Перехід від традиційних моделей комерційної діяльності до інтегрованих онлайн-систем відкриває нові горизонти для бізнесу. Особливе значення в цьому процесі відіграють сучасні фреймворки, які формують підґрунтя для моделювання й удосконалення бізнес-процесів. Завдяки їм компанії можуть ефективніше досягати стратегічних цілей завдяки структурованому підходу до візуалізації, аналізу та оптимізації управлінських процесів.

Серед ключових переваг таких фреймворків варто виокремити:

– *Стандартизація процесів*: фреймворки, зокрема *Laravel*, забезпечують чітку методологію та єдину термінологічну основу для моделювання, що покращує комунікацію між учасниками бізнес-процесів.

– *Автоматизація процесів*: інтеграція з інформаційними системами дозволяє мінімізувати ручну працю, скоротити часові витрати й оптимізувати ресурси.

– ***Аналіз продуктивності:*** інструменти на кшталт *ARIS* або *Signavio* дозволяють ідентифікувати вузькі місця у процесах, аналізувати їхню ефективність та проєктувати варіанти змін.

– ***Гнучкість і масштабованість***: застосування підходів типу *Agile BPM* забезпечує оперативну адаптацію до зовнішніх змін і внутрішніх потреб організації.

– ***Цифрова трансформація***: фреймворки створюють основу для впровадження інноваційних технологій, зокрема штучного інтелекту й аналітики великих даних.

– ***Управління ризиками:*** моделювання бізнес-процесів дозволяє передбачати наслідки змін і зменшувати ймовірність критичних помилок.

Таким чином, сучасні фреймворки є невід'ємною складовою стратегічного управління, що дозволяє компаніям залишатися конкурентоспроможними в умовах цифрової економіки.

У межах проведених досліджень у галузі електронної комерції було використано фреймворк *Laravel* – один із найпопулярніших інструментів для веб-розробки на мові програмування *PHP*. *Laravel* здобув визнання завдяки своєму лаконічному синтаксису, широкому функціональному спектру та засобам, які сприяють швидкому створенню якісного програмного забезпечення.

Однією з ключових переваг *Laravel* є доступність його синтаксису, що забезпечує легкий поріг входження для новачків і дозволяє зосередитись на розробці логіки додатку, мінімізуючи обсяг рутинного коду. Завдяки модульній архітектурі та інтеграції з *Composer* фреймворк забезпечує простоту повторного використання коду та ефективне підключення зовнішніх бібліотек. Вбудований шаблонізатор *Blade* дозволяє розробляти динамічні сторінки з використанням умовних операторів, циклів, секцій і наслідування шаблонів. *ORM*-система *Eloquent*, яка входить до складу *Laravel*, значно полегшує взаємодію з базами даних, забезпечуючи зручний *API* для реалізації зв'язків між моделями та виконання запитів.

Особливу увагу також приділено питанням безпеки: *Laravel* пропонує механізми захисту від *SQL*-ін'єкцій, хешування паролів (через *bcrypt*), а також інтегровану систему аутентифікації та авторизації.

У процесі розробки веб-додатку на базі *Laravel* було враховано потреби сучасних користувачів у простому, інтуїтивно зрозумілому інтерфейсі та функціональному наповненні. Основні відмінні риси реалізованого програмного продукту включають:

– **Розширені можливості пошуку**.

– **Гнучка система фільтрації** за критеріями (ціна, кількість кімнат, місцезнаходження, зручності тощо).

– **Інтерактивна карта об'єктів** для візуалізації результатів.

– **Можливість збереження параметрів пошуку** для повторного використання.

Інформація про об'єкти подається максимально детально:

– **Фотографії високої якості**, що відображають стан житла.

– **Розгорнуті характеристики об'єкта** (площа, планування, матеріали оздоблення).

– **Додаткові відомості** (парковка, консьєрж, інфраструктура тощо).

Користувацький інтерфейс реалізовано відповідно до принципів мінімалізму, адаптивності та функціональної цілісності:

– **Зрозумілий дизайн**, орієнтований на користувача.

– **Адаптивність до різних типів пристроїв;**

– **Виключення надмірних елементів**, що забезпечує фокус на основних завданнях.

Технічна архітектура додатку базується на клієнт-серверній моделі. Серверна частина відповідає за обробку запитів, реалізацію бізнес-логіки та взаємодію з базою даних, тоді як клієнтська частина — за відображення інформації та взаємодію з користувачем. Шаблонізатор *Blade* застосовується для генерації *HTML*-коду на стороні сервера.

База даних, що є складовою системи, забезпечує зберігання всіх необхідних даних. *Laravel* підтримує декілька СУБД, зокрема *MySQL* та *PostgreSQL*, що забезпечує гнучкість у виборі інфраструктури. Моделі, реалізовані у межах Laravel, полегшують роботу з даними завдяки інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу.

Механізм функціонування веб-додатку представлено наступним чином:

1. Користувач ініціює запит, вводячи *URL* у браузері.
2. Запит потрапляє на сервер і обробляється фреймворком *Laravel.*
3. Визначається маршрут і викликається відповідний контролер.
4. Контролер отримує необхідні дані через модель.
5. Дані передаються шаблону *Blade*.
6. Формується *HTML*-сторінка, яка повертається клієнту.
7. Користувач взаємодіє з інтерфейсом у браузері.

Загалом, створена інформаційна система є потужним інструментом цифровізації процесів у сфері нерухомості. Вона орієнтована на потреби різних груп користувачів: рієлторських агентств, приватних осіб, компаній. Ключові аспекти її практичного застосування:

– ***Автоматизація діяльності агентств*** шляхом управління об'єктами, обробки запитів та моніторингу пропозицій;

– ***Індивідуалізоване фільтрування*** для пошуку житла відповідно до особистих преференцій;

– ***Підтримка приватних осіб*** у розміщенні оголошень, встановленні вартості та комунікації з потенційними клієнтами;

– ***Надання повної інформації про об'єкти***, що дозволяє користувачам приймати обґрунтовані рішення.

Висновки. Ключовою відмінністю представлених досліджень є розробка веб-орієнтованої інформаційної системи, яка виступає потужним інструментом цифрової трансформації для підприємств, що функціонують у сфері електронної комерції. Застосування такої системи дозволяє не лише розширити функціональні можливості компаній у цифровому середовищі, але й сприяє підвищенню ефективності управлінських процесів, оптимізації внутрішніх бізнес-операцій та покращенню якості взаємодії з клієнтами.

Розроблене програмне забезпечення створює передумови для більш гнучкого реагування на динамічні зміни ринкових умов, знижує адміністративне навантаження та сприяє формуванню позитивного користувацького досвіду. Його впровадження забезпечує компаніям додаткову конкурентну перевагу, дозволяючи не лише задовольняти актуальні запити споживачів, а й прогнозувати майбутні тенденції попиту.

Окрім цього, веб-орієнтована система відкриває можливості для масштабування бізнесу, полегшує аналітичний моніторинг ключових показників діяльності та сприяє впровадженню нових технологій – зокрема систем рекомендацій, обробки великих даних та штучного інтелекту. Це забезпечує стратегічну адаптивність підприємства та підвищує його здатність до інноваційного розвитку.

Таким чином, представлена система є не лише технічним рішенням, а й стратегічним активом, який сприяє цифровій еволюції компанії, забезпечуючи якісне обслуговування, технологічну стійкість та сталий розвиток у сфері електронної комерції.

Посилання

1. Андерсен Би. Бізнес-процеси. Інструменти вдосконалення. 2003. 272 с.
2. Дубініна В. В. Теоретичні аспекти класифікації бізнес-процесів підприємства. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 2014. Вип. 7(2). С. 186 – 189.
3. Ольшанський О. В. Оцінка ефективності бізнес-процесів підприємства. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2018. Вип. 6 (76). С. 53 – 55.
4. Matt Stauffer Laravel: Up & Running. Вид-во O'Reilly Media. 2023. 534 p.
5. The PHP Framework for Web Artisans. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://laravel.com/docs
6. Matt Stauffer Laravel. Повне керівництво. 2020. 512 p.

Секція 4

СТАЛИЙ РОЗВИТОК І ЯКІСТЬ ЖИТТЯ ЯК СИНЕРГІЯ ЕКОНОМІКИ ТА ІННОВАЦІЙ.
ЯКІСТЬ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ, ПРОДУКТІВ, ДОВКІЛЛЯ, ПОСЛУГ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ

МОДЕРАТОР – БАЛАКІН ВАЛЕРІЙ ФЕДОРОВИЧ

докт. техн. наук, професор кафедри Теорії, технології та автоматизації металургійних процесів Українського державного університету науки і технологій
(м. Дніпро, Україна)

Section 4

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND QUALITY OF LIFE AS A SYNERGY OF ECONOMY AND INNOVATION.
QUALITY OF FOOD RAW MATERIALS, PRODUCTS, ENVIRONMENT, SERVICES AND INFRASTRUCTURE

MODERATOR – VALERII BALAKIN

Dr. (Tech. Sc.), professor, professor of Theory, Technology and Metallurgical Processes Automation Department of the Ukrainian State University of Science and Technology
(Dnipro, Ukraine)

Секция 4

ИКОНОМИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОТО РАЗВИТИЕ И КАЧЕСТВОТО НА ЖИВОТ КАТО СИНЕРГИЯ ОТ ИКОНОМИКА И ИНОВАЦИИ.
КАЧЕСТВО НА ХРАНИТЕЛНИТЕ СУРОВИНИ, ПРОДУКТИ, ОКОЛНА СРЕДА, УСЛУГИ И ИНФРАСТРУКТУРА

МОДЕРАТОР – ВАЛЕРИЙ БАЛАКИН

Д-р (Tech. Sc.), професор, професор по теория, технология и автоматизация на металургичните процеси на Украинския държавен университет за наука и технологии
(Днепър, Украйна)

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИКИ ПАСПОРТИЗАЦІЇ СПОРУД ВОДОГОСПОДАРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА БУДІВНИЦТВІ

Доцент, канд. техн. наук І.М. Аксьонова, аспірант П.В. Шимченко
Одеська державна академія будівництва та архітектури
м. Одеса, Україна

Методика обстеження та паспортизації споруд водогосподарського комплексу будується на нормативних вимогах забезпеченні екологічної безпеки споруд при їх будівництві та експлуатації. Для особливо екологічно-небезпечних споруд зокрема шламо- та осаднакопичувачів промислових підприємств паспортизація регламентується нормативно[1-9]. Призначення та нормативні вимоги обстеження та паспортизації споруд водогосподарського комплексу виконується на основі методики, що визначає порядок проведення планових та позапланових обстежень. Планові обстеження проводяться в умовах коли умови сприяють виявленню зовнішніх ознак незадовільного стану споруд. Послідовність обстеження включає: ознайомлення з Паспортом споруди водогосподарського комплексу та іншою технічною документацією, що включає матеріали регламентних обстежень, які виконуються в процесі експлуатації комплексу споруд; візуальні обстеження комплексу гідротехнічних споруд з проведенням фотозйомок і замальовуванням окремих виявлених дефектів; узагальнення матеріалів перших двох етапів для прийняття рішень про необхідність виконання обстежень геолого-геофізичними, геодезичними, геолого-технічними, лабораторними та ін. методами;проведення інженерно-геологічних і спеціальних топо-геодезичних досліджень; складання звіту (заповнення бланку Паспорту споруди водогосподарського комплексу); розробка інженерних рекомендацій щодо ліквідації аварійних ситуацій; при позаплановому обстеженні складання акта комісії відповідної форми та його подання на затвердження органам місцевого самоврядування, що створили цю комісію.

Під час обстеження та паспортизації перевірці підлягають: оснащеність споруд засобами вимірювань, стан споруди, організація експлуатації споруди, виконання заходів щодо ремонту, стан технічної документації, виконання заходів щодо забезпечення надійності, засоби охорони навколишнього природного середовища. Перевіряється оснащеності споруд засобами вимірювань: оснащеність споруд контрольно-вимірювальною апаратурою та її відповідність вимогам проектної документації, збереження та її працездатність; наявність та своєчасність метрологічних перевірок контрольно-вимірювальної апаратури; наявність засобів геодезичного контролю; стан опорної геодезичної мережі та її достатність. Огляду і перевірці підлягають: огороджуючи споруди (греблі та дамби)а саме зміни конструктивного характеру, які з'явилися на спорудах в ході будівництва та експлуатації; відступ (порушення) від проектної

документації; відповідність основних показників споруди проектним; стан кріплення укосів; достатність перевищення гребню споруд над рівнем заповнення накопичувача; відповідність основних показників стану та роботи гідротехнічних споруд (осад, горизонтальні переміщення,деформацій, фільтраційний режим, наявність суфозії) заданим гранично допустимим або розрахунковим значенням в проекті; накопичувач з прилеглою територією: наявність місцевих деформацій - осідань, сповзань, зсувів, випарів, тріщин, воронок виходів фільтраційного потоку, суфозійних явищ, мокрих плям, ознак підтоплення й заболочення. У районі розташування гірничих виробіток слід звернути увагу на можливе проникнення води до старих гірничих виробіток шахт; стан кріплень укосів і берм;водоскиди-накопичувачі: стан будівельних конструкцій; наявність деформацій, корозії бетону й металоконструкцій; осади труб під греблями; стан гідромеханічного й вантажопідйомного обладнання; пульпопроводи та випуски:стан опор, трубопровідної арматури, опорних естакад;знос труб;наявність протікань вздовж пульпопроводу; наявність працюючих випусків та їх кількість;відповідність системи заповнення накопичувача згідно з проектом; скидні лотки, канали: стан конструкцій, наявність протікань, стан переїздів, перепусків акведуків; дренажні системи: вертикальний дренаж перевіряється загальна кількість свердловин та відповідність їх місце розташування за проектом, відповідність фактичного дебіту свердловин проектним, оснащеність приладами для обліку витрати води, стан автоматичних пристроїв для вмикання і вимикання свердловин, наявність і своєчасність заповнення журналів обліку витрати,свердловин; горизонтальний закритий дренаж, відвідні колектори закритого типу перевіряються:оглядові колодязі (їх стан, наявність кришок, маркування, наявність дренажного стоку, можливість вимірювання витрати в кожному колодязі, ступінь замуленості колодязя),стан поверхні вздовж траси дрени (наявність просадок, вимоїн, зсувів, випарів ґрунту), наявність деревної та чагарникової рослинності вздовж траси дрени; стан місця підключення дрени до відвідного колектора; у горизонтального відкритого дренажу, відвідних колекторах закритого типу та відкритого типу перевіряють: стан кріплення дна і схилів дрени, наявність рослинності на схилах і у воді, стан місця підключення дрени до відповідного колектора; системи відведення поверхневого стоку та система пило глушіння перевіряють: ефективність роботи системи визначається у відповідності з проектними і експлуатаційними правилами; споруди для захисту від забруднення підземних вод, підтоплення й затоплення територій - ефективність визначається за результатами режимних спостережень і висновками санітарних та природоохоронних органів. санітарно-захисна зона - наявність нерегламентованої проектом діяльності. Також огляду і перевірці підлягають: насосні станції різного призначення, камери переключень - стан будівельної частини (підземної, наземної), основного й допоміжного обладнання, контрольно-вимірювальної апаратури, засобів управління,

сигналізації та зв'язку, заходи щодо попередження затоплення насосної станції.

Оцінка стану інших споруд проводиться відповідності вище наданої методики.

Для визначення екологічної безпеки важливим є перевірка організації експлуатації споруди при цьому перевіряють наявність інструкцій по експлуатації комплексу та його окремих споруд, наявність і правильність ведення журналів спостережень за елементами комплексу водогосподарських споруд, наявність плану заходів при виникненні аварійних ситуацій.

При визначені нормальної екологічно безпечної експлуатації споруд водогосподарського комплексу значну увагу приділяють перевірці технічної документації а саме: наявність проектної документації, виконавчої документації, технічні паспорти споруд і обладнання, журнали та інші документи авторського нагляду, журнали інструментальних і візуальних контрольних спостережень, акти попередніх спеціалізованих комісій по обстеженню споруд, дозвіл на природокористування, затверджені ліміти на природокористування. Ще однією важливою складовою оцінки нормальної експлуатації є перевірка організації нагляду за спорудами та виконання заходів щодо забезпечення надійності та безпеки. Перевіряються: наявність інструкції з експлуатації, виконання вимог керівних матеріалів і методичних вказівок щодо обсягу строків проведення контрольних спостережень, наявність журналів тарування приборів і обладнання, наявність оформлення і передачі первинних матеріалів спостережень для їх аналізу автору проекту споруд; перевіряється виконання: законів України, постанов Уряду щодо питань експлуатації та забезпечення надійності й безпеки роботи споруд і приписів та наказів міністерств та відомств, інструкції по експлуатації комплексу та його окремих споруд,підсумкових документів попередніх обстежень, висновків і приписів адміністративних органів. На підставі матеріалів обстеження заповнюється Паспорт споруд водогосподарського комплексу.

Паспорт споруди водогосподарського комплексу складається з одинадцяті Блоків: адресного; природно-кліматичного; техніко-технологічні показники; огороджуючи споруди, ґрунтові греблі (огороджуючи дамби), греблі (огороджуючи дамби) накопичувачів в озерних та лиманно-морських акваторіях, водоскидні споруди, (для скидання поверхневого стоку), водозабірні споруди, водовідвідні споруди, гідрозахисту, насосні та пульпонасосні станції,система гідравлічного вилучення, контрольні натурні спостереження за станом огороджуючих споруд та прилеглої території, відповідність технічним умовам експлуатації, можливі наслідки при відхиленні від нормальних умов експлуатації та їх вплив на оточуюче середовище та населення; можливі наслідки аварійних (надзвичайних) ситуацій; заходи, що проводяться адміністрацією підприємства для попередження аварійних (надзвичайних) ситуацій.

Висновки:

- використання методики обстеження та паспортизації споруд водогосподарського комплексу є інструментом визначення екологічної безпеки споруд при їх будівництві та експлуатації;
- обстеження та паспортизації споруд водогосподарського комплексу включає комплекс заходів перевірки нормальної експлуатації споруд водогосподарського комплексу, їх експлуатації в умовах надзвичайних ситуаціях та при аваріях;
- документом, що визначає екологічну безпеку при будівництві та експлуатації являє собою Паспорт споруди водогосподарського комплексу.

Посилання

1. Державні будівельні норми України: ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд»: Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об′єктів. — Введ. 02.08.2018 — Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. — Київ. — 30с.
2. Національний стандарт України: ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності) — 2019 — ДП «УкрНДНЦ». — Київ. — 14с. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0466-95#Text
3. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС). ДБН А.2.2 – 1:2021, Київ 2022 р.
4. Будівельна кліматологія. ДСТУ – Н Б В.1.1 – 27:2010, Київ 2011 р.
5. ВСН 35-70 Тимчасові вказівки з проведення контрольних спостережень і досліджень на греблях з місцевих матеріалів під час їх зведення та експлуатації
6. Наказ від 19.12.1995 № 252 Про затвердження Методики обстеження і паспортизації гідротехнічних споруд систем гідравлічного вилучення та складування промислових відходів: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0466-95#Text
7. Державні будівельні норми України: ДБН В.2.4-3:2010 Гідротехнічні, енергетичні та меліоративні системи і споруди, підземні гірничі виробки. Гідротехнічні споруди. Основні положення. — Введ. 29.07.2010 — Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. — Київ. — 39с.
8. ДСТУ-Н Б В.1.1-38:2016 Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від підтоплення та затоплення. https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu-n_b_v.1.1-38_2016.pdf
9. Державні будівельні норми України: ДБН В.1.1-25-2009 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074293124562945479?doc_type=2

СТІЙКИЙ РОЗВИТОК ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОЇ СФЕРИ: ПОЄДНАННЯ МІЖНАРОДНИХ ПРАКТИК З ІСНУЮЧИМИ ПІДХОДАМИ

Доц., канд. техн. наук Т.М. Брикова
Чернівецький торговельно-економічний інститут Державного торговельно-економічного університету, м. Чернівці, Україна

Готельно-ресторанна сфера є однією із найбільш конкурентних економічних секторів, що потребує постійного вдосконалення для залучення нових клієнтів. Комбінування міжнародних практик з існуючими підходами розширює можливість створення унікальних послуг, формування іміджу [1. с. 148-149]. Орієнтація на міжнародні практики буде ефективною внаслідок врахування інтересів цільової аудиторії. Попередня сегментація ринку дозволить забезпечити використання персоналізованих маркетингових стратегій. Поєднання різних практик орієнтовано на максимальне споживання, споживчу задоволеність, різноманітність вибору послуг та покращення їхньої якості [2, с. 73].

Стійкий розвиток готельно-ресторанної сфери включає в себе поєднання економічних, соціальних, екологічних підходів, які сприяють можливості включення міжнародних практик до локального підходу. Економічні підходи спрямовані на підвищення прибутковості бізнесу; екологічні – збереження навколишнього середовища; соціальні – різнозначні умови праці, підтримка різних соціальних категорій. Для запровадження стійкого розвитку готельно-ресторанної сфери в Україні приймаються енергоефективні рішення, розробляються меню за сезонами, замінюється одноразовий посуд. Енергоефективні рішення пов’язані із зменшеною кількістю споживання води й електроенергії за допомогою теплових насосів, LED-освітлення, використання сонячних панелей. Для реалізації соціальних підходів відбувається проведення спеціалізованих тренінгів, залучення людей з обмеженими можливостями. Міжнародні практики стійкого розвитку пов’язані із більш глобальним застосуванням використаних в Україні підходів. Використання сертифікаційних систем (наприклад, Green Key, EarthCheck) сприяє досягненню більшої стійкості й надання більш якісних послуг. Також міжнародні практики більш орієнтовані на розширення соціальної відповідальності, що включає підтримку місцевих виробників, поширення благодійності. Наприклад, використання сертифікаційної системи EarthCheck сприяє консультуванню для розвитку готельно-ресторанної сфери, що сприяє вибору найбільш ціннісних ідей, розширення комунікації. Знак сертифікації EarthCheck забезпечує використання управлінських інструментів, які засновані на науковості й орієнтованості на певну аудиторію [3, с. 104-105].

Залучення міжнародного досвіду в Україні має певні проблеми, що пов’язано із обмеженістю фінансування, відсутністю достатнього рівня підготовки персоналу, відсутність державної підтримки. Обмежене

впровадження енергозберігаючих технологій пов'язано не лише з їх високою вартістю, але й відсутністю необхідної кількості екологічних сертифікатів [4, с. 142-143]. Фінансові бар'єри впливають на обмежене використання органічних продуктів особливо малими закладами. В країнах Європи це питання вирішується за допомогою державної підтримки. Також власники готельно-ресторанного бізнесу орієнтовані на отримання швидкого прибутку, що складно досягнути на основі використання екологічних технологій, які є дороговартісними й недостатньо поширеними серед споживачів. Додаткова підтримка держави за допомогою зменшення податків для екологічних закладів сприятиме їх популяризації. Отримання сертифікатів, які відповідають міжнародним стандартам, пов'язані із фінансовими труднощами, недостатньою кількістю сертифікованих постачальників, юридичними перешкодами [5, с. 227].

Адаптація міжнародних підходів можлива за допомогою надання пільгових кредитів, популяризації необхідності розвитку стійкого бізнесу за допомогою реклами, через туристичні платформи. Орієнтація на міжнародні курси та тренінги дозволить досягнути покращенню якості сервісу на основі ґрунтовної підготовки менеджерів та персоналу. Забезпечення партнерства з міжнародними бізнесами сприятиме просуванню певних брендів та їх адаптацію під міжнародні стандарти [6, с. 87-88]. Тому більш глобально на рівні держави необхідно забезпечити формування національної стратегії сталого розвитку готельно-ресторанного бізнесу, запровадження конкретних екологічних вимог, допомога в фінансуванні для забезпечення модернізації й акценту на енергозберігаючих підходах. При цьому бізнес не повинен перешкоджати впровадженню систем екологічного менеджменту, взаємодії з міжнародними компаніями. Стажування з іноземними партнерами дозволить розширити професійність менеджменту й уявлення про сталий розвиток. Участь у міжнародних грантах дозволить отримати додаткові інвестиції для покращення готельно-ресторанної сфери й її відповідності міжнародним стандартам. Залучення клієнтів до відвідування комплексів з дотриманням принципів стійкого розвитку можливе за допомогою роз'яснення переваг через рекламу, використання компаній соціальної відповідальності.

Висновки

1. Отже, це впливає на зростання привабливості готельно-ресторанного бізнесу на основі покращення послуг, стимулювання до постійного розвитку. Орієнтація на міжнародні практики дозволить залучити нових клієнтів та покращити видимість серед інших бізнесів. Також це має позитивний вплив на розширення наданих послуг для задоволеності клієнтів. Це має позитивний вплив на досягнення міжнародної конкурентоспроможності, участь у міжнародних тендерах, покращення репутації. Такий підхід забезпечує й економічні переваги, що пов'язано із економією на енергетичних ресурсах.

2. Орієнтація на міжнародний досвід має позитивне значення з точки зору соціальних аспектів, оскільки передбачає створення нових робочих

місць з точки зору логістики, сортування. Взаємодія з фермерами сприяє підтримки місцевих громад, що є важливим інструментом у міжнародному бізнесі. Постійна модернізація впливає на досягнення міжнародних стандартів, що проявляється у логістиці, менеджменті, екологічності, виборі ресурсів. Позитивний імідж готельно-ресторанного бізнесу буде сприяти утримання персоналу та поверненню клієнтів, що загалом впливає на розвиток окремого регіону. Екологічна відповідальність впливає на збереження природних ресурсів на основі запровадження енергоефективності, відновлюваної енергії, споживання води, утилізації відходів, що сприяють ефективному стратегічному управлінню.

Посилання

1. Паньків Н. Екологізація готельно-ресторанної сфери в контексті сталого розвитку туризму в Україні // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Економічні науки. – 2023. – Т. 316. – № 2. – С. 146–156. DOI: https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-316-2-23.
2. Матвійчук Л.Ю., Остапович Д.В., Книш С.С. Збалансований розвиток індустрії гостинності України в умовах євроінтеграції // ХАРКІВ-2024 KHARKIV-2024. – 2025. – С. 73.
3. Camilleri M. A. Sustainability accounting and disclosures of responsible restaurant practices in environmental, social and governance (ESG) reports // International Journal of Hospitality Management. – 2025. – Т. 126. – Article 104051. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2024.104051.
4. Дишкантюк О.В. Інституційна трансформація для сталого розвитку індустрії гостинності // Український економічний часопис. – 2024. – № 7. – С. 141–147. – DOI: https://doi.org/10.32782/2786-8273/2024-7-23.
5. Корсак Р. Роль сучасної готельно-ресторанної освіти у міжнародній індустрії гостинності // Розвиток сучасної освіти і науки: результати, проблеми, перспективи. Т. XVIII: Методологічні інновації в дослідженнях і викладанні: від теорії до практики / за ред. Я. Ґжесяк, І. Зимомря, В. Ільницький. – Конін; Ужгород; Перемишль; Миколаїв: Посвіт, 2025. – С. 227–229.
6. Kumari M., Kumar S., Devi N. Sustainability in travel: Exploring the evolution and future of CSR in hospitality and tourism // Intersections of Niche Tourism and Marketing / eds. B. B. Sousa, V. R. Santos. – IGI Global Scientific Publishing, 2025. – С. 85–112. – DOI: https://doi.org/10.4018/979-8-3693-8417-6.ch004.

РОЗРОБКА НАПОЮ ДЛЯ ШКОЛЯРІВ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ З ДОДАВАННЯМ ОВОЧЕВИХ ІНГРЕДІЄНТІВ

Ст. викладач С.О. Губа, асистент, PhD Є.В. Демидова
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Постановка проблеми. Раціональне харчування школярів є важливою умовою для забезпечення їх нормального фізичного та розумового розвитку, зміцнення імунітету та профілактики гіповітамінозів і шлунково-кишкових захворювань. У цьому контексті особливу увагу слід приділяти розробці напоїв, які поєднують високу харчову цінність, натуральність та привабливі смакові якості.

Молочна сироватка, як цінний побічний продукт сироваріння, містить легкозасвоювані білки, вітаміни групи В, лактозу та мікроелементи. Використання сироватки як основи для напоїв дозволяє не лише розширити асортимент функціональних продуктів для дитячого харчування, але й вирішує проблему її раціонального використання в харчовій промисловості.

Додавання овочевих соків (морквяного та бурякового) і пюре гарбуза збагачує напій β-каротином, вітамінами С, Е, РР, мінеральними речовинами (залізом, калієм, магнієм) і харчовими волокнами, що сприяють підвищенню захисних сил організму, покращенню обміну речовин та підтриманню розумової працездатності школярів. Натуральне походження інгредієнтів, відсутність штучних домішок та приємні органолептичні властивості роблять такий продукт привабливим і безпечним для дитячого раціону.

Таким чином, розробка напою на основі молочної сироватки з додаванням овочевих компонентів є актуальним напрямом у забезпеченні збалансованого харчування школярів, сприяє збереженню їх здоров’я та відповідає сучасним тенденціям у сфері здорового дитячого харчування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У контексті розвитку функціонального дитячого харчування останніми роками зростає інтерес до використання молочної сироватки як основи для виробництва напоїв із підвищеною біологічною цінністю. У працях сучасних науковців [1,2,3] підкреслюється цінність молочної сироватки як джерела лактози, білків, амінокислот і мікроелементів, що є важливими для розвитку дитячого організму.

Окрему увагу дослідники приділяють створенню напоїв на основі сироватки з додаванням рослинної сировини. Зокрема, у дослідженнях [4,5] розглядалося збагачення сироваткових продуктів фруктовими та овочевими соками з метою підвищення вмісту вітамінів та антиоксидантів. Було доведено позитивний вплив морквяного та бурякового соку на органолептичні властивості напоїв, а також на підвищення функціональної цінності кінцевого продукту.

У статті [6] проаналізовано харчову цінність гарбуза як джерела β-каротину, пектинових речовин, калію, магнію та інших мікронутрієнтів,

важливих для здоров'я дітей. Автор підкреслює потенціал використання гарбузового пюре в продуктах для дитячого харчування, зокрема як натурального барвника, загущувача та вітамінізатора. Є дослідження [7] щодо можливості використання продуктів переробки гарбуза (пюре, концентрати, порошки) у технологіях дитячих харчових продуктів. Розглянуто вплив термічної обробки на збереження біологічно активних речовин. Зроблено висновок про доцільність включення гарбуза до складу функціональних напоїв для дітей, з урахуванням його високої засвоюваності та приємного смаку. Робота [8] присвячена аналізу властивостей молочної сироватки як основи для безалкогольних напоїв. Автори досліджують переваги її використання у поєднанні з фруктовими та овочевими добавками, зазначаючи позитивний вплив на смакові якості, текстуру та поживну цінність готових продуктів. Окрему увагу приділено проблемам зберігання та стабілізації сироваткових напоїв.

Проте в більшості публікацій увага зосереджена переважно на загальних аспектах використання овочевих соків у молочних напоях без чіткої орієнтації на цільову групу – школярів. Недостатньо вивченими залишаються питання оптимального поєднання овочевих компонентів (буряка, моркви, гарбуза) у складі сироваткових напоїв, їх впливу на органолептичні властивості, харчову і функціональну цінність саме в контексті дитячого раціону.

Крім того, обмежена кількість досліджень присвячена розробці рецептур напоїв із використанням гарбузового пюре, що є цінним джерелом β-каротину, пектину та калію. Також недостатньо опрацьовані технологічні аспекти стабілізації напоїв, забезпечення їх безпечності та споживчої привабливості для дітей шкільного віку.

Метою даної роботи є розробка напою на основі молочної сироватки з додаванням бурякового та морквяного соку й пюре гарбуза, визначення його органолептичних, харчових і функціональних властивостей з орієнтацією на потреби школярів як основної цільової аудиторії.

Матеріал та методики дослідження. Розробку напою на основі молочної сироватки з додаванням рослинних компонентів здійснювали відповідно до вимог ДСТУ 3946-2000 «Система розроблення і поставлення продукції на виробництво. Продукція харчова. Основні положення».

У дослідженнях використовувалися такі інгредієнти: сироватка підсирна (базова основа); овочеві соки – морквяний, буряковий, гарбузовий, томатний;

Об'єктом дослідження є рецептура та технологія виготовлення сироваткових напоїв з додаванням продуктів переробки рослинної сировини, орієнтованих на шкільне харчування дітей віком 7–10 років. Моделювання дослідних зразків здійснювали з урахуванням фізіологічної потреби школярів у вітамінах [9], з обмеженням внесення добавки не більше ніж 40% від добової норми споживання.

Органолептична оцінка здійснювалась дегустаційною комісією (10 осіб) за п’ятибальною шкалою відповідно до ДСТУ 4552:2006 з оцінюванням зовнішнього вигляду, кольору, аромату, смаку та консистенції. Показник активної кислотності визначали за pH-метром. Масова частка білка визначалась методом формольного титрування. Масова частка жиру встановлювалась методом Гербера. Мікробіологічні показники досліджувались згідно з чинними нормативами для безпеки продуктів дитячого харчування.

Результати досліджень та їх обговорення.

На першому етапі експериментальних досліджень було вивчено вплив внесення овочевих соків та пюре у молочну сироватку на якісні характеристики розроблюваного напою. Спочатку до сироватки додавали томатний сік, проте цей варіант було виключено з подальших експериментів через специфічну кислинку, а також схильність до швидкого розшарування, що негативно позначалося на стабільності продукту. У подальших дослідженнях зосередилися на використанні морквяного соку, бурякового соку та гарбузового пюре.

Овочеві соки та пюре, що застосовувались у рецептурах, є джерелами широкого спектра біологічно активних речовин, зокрема вітамінів груп A, B, C, D, E, K, PP, каротиноїдів, мінеральних речовин (заліза, кобальту, міді тощо), а також клітковини. На основі відібраних рослинних компонентів було сформовано шість дослідних зразків, у яких змінювали концентрацію овочевого соку або пюре (5% і 10%).

Органолептичні дослідження зразків показали значні відмінності у смакових характеристиках залежно від типу овочевої добавки та її концентрації. Результати наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вплив овочевих компонентів на органолептичні показники напоїв

№ зразка	Сировина	Вміст, %	Органолептична оцінка
1	Морквяний сік	10	Однорідна консистенція, допустимий незначний осад; чисто виражений смак моркви, добре збалансована кислотність; колір рівномірний, типовий
2	Морквяний сік	5	Смак більш м’який, менш насичений аромат; колір світліший, приємний
3	Сік буряка	10	Виражений кормовий присмак буряка, що робить продукт менш прийнятним для споживання дітьми; колір інтенсивний
4	Сік буряка	5	Менш виражений сторонній присмак, прийнятний смак; колір збалансований
5	Пюре гарбуза	10	Приємний смак із легкою кислинкою, добре гармонує з сироваткою; колір яскравий, однорідний
6	Пюре гарбуза	5	Смак м’який, менш виражений; колір менш насичений, консистенція задовільна

Вплив внесення овочевих соків на органолептичні властивості напоїв було досліджено як експертами, так і членами дегустаційної комісії. Визначення якості проводилось за 10-бальною шкалою, де найбільше значення надавалось смаковим характеристикам (3 бали), аромат (2 бали), консистенції (2 бали), зовнішньому вигляду (2 бали) і кольору (1 бал).

Результати дегустаційної оцінки (рис.1) вказують на те, що зразки з 10 % морквяного соку (зразок №1) та 10 % гарбузового пюре (зразок №5) отримали найвищі загальні бали – 10,0 та 9,0 відповідно. Це свідчить про добре сприйняття смаку, консистенції та зовнішнього вигляду саме при вищій концентрації овочевого компонента. Натомість зразки з буряковим соком отримали найнижчі оцінки, що пов’язано з притаманним буряку кормовим присмаком, який ускладнює споживання напою.

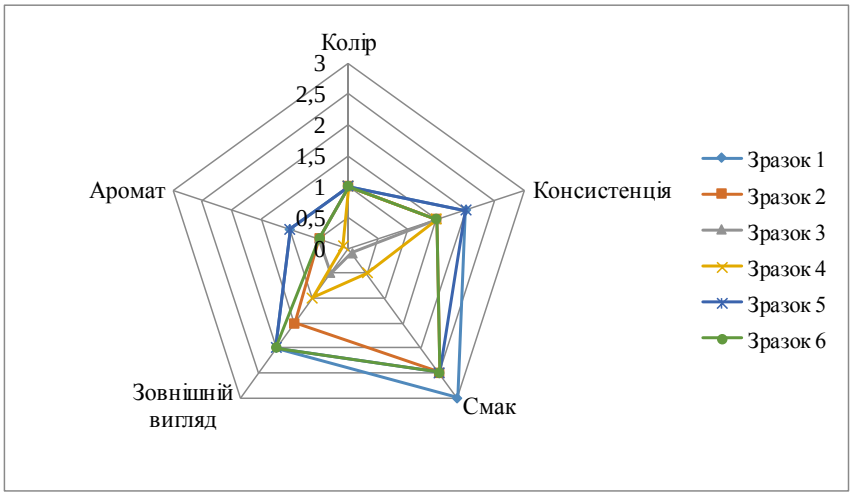


Рисунок 1 – Профілограма дослідних зразків

Аналіз результатів доводить, що збільшення частки овочевого соку до 10 % дозволяє поліпшити органолептичні характеристики продукту, не змінюючи його консистенцію та колір. Проте концентрація, що перевищує 30 г соку на 100 г напою, може призвести до формування нетипового смаку, що було виявлено в попередніх дослідженнях. Всі зразки мали стабільну консистенцію та прийнятні зовнішні характеристики, хоча незначний осад допускається згідно з вимогами до сироваткових напоїв. Зовнішній вигляд дослідних зразків представлено на рис.2.

Рисунок 1 – Зовнішній вигляд дослідних зразків

З метою оцінки безпечності та відповідності розроблених напоїв стандартам, було проведено визначення фізико-хімічних (табл.2) та мікробіологічних показників.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники напоїв на основі молочної сироватки з додаванням овочевих компонентів

№ зразка	Кислотність, °Т	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка білка, %	Масова частка жиру, %	pH
1	72	7,8	0,85	0,25	4,4
2	65	7,2	0,82	0,22	4,5
3	78	7,9	0,80	0,24	4,2
4	70	7,3	0,78	0,22	4,3
5	68	8,1	0,87	0,28	4,6
6	60	7,6	0,83	0,25	4,7

Фізико-хімічні показники дослідних зразків напоїв свідчать, що всі вони відповідають нормативним вимогам. Найвищу кислотність має зразок №3 (78 °Т), а найнижчу – зразок №6 (60 °Т). Найбільший вміст сухих речовин і білка зафіксовано у зразка №5 (8,1% та 0,87% відповідно), що обумовлено наявністю 10% гарбузового пюре. Усі зразки мають слабокисле середовище (pH 4,2–4,7), найбільш нейтральне – у зразка №6.

Щодо мікробіологічної безпеки, у всіх дослідних зразках не виявлено наявності БГКП та КМАФАнМ, що свідчить про високу гігієнічність виробництва та придатність продукції до вживання.

Висновки.

У результаті проведених досліджень встановлено, що внесення овочевих соків у молочну сироватку дозволяє створити нові безалкогольні напої з високими органолептичними, харчовими та фізико-хімічними показниками. Найкращі результати за смаковими властивостями та збалансованим складом отримано у зразків із додаванням 10% морквяного соку та 10% гарбузового пюре.

Фізико-хімічні параметри всіх дослідних зразків перебували в межах нормативних значень, що підтверджує їхню придатність до вживання. Мікробіологічний аналіз показав безпечність усіх зразків.

Отже, використання овочевих наповнювачів при розробці напоїв на основі молочної сироватки є перспективним напрямом з високим потенціалом для впровадження у виробництво функціональних напоїв.

Посилання

1. Ільчук Л. М. Перспективи використання молочної сироватки у виробництві функціональних напоїв // Продовольчі ресурси. – 2021. – №1. – С. 45–49.
2. Бєляєва О. В. Технологічні аспекти переробки молочної сироватки в умовах мініvиробництва // Харчова промисловість. – 2020. – №3. – С. 58–62.

3. Черненко І. Ю. Функціональні напої на основі молочної сироватки з рослинними наповнювачами // Наукові праці ОНАХТ. – 2023. – №2(84). – С. 123–128.
4. Гончаренко А. І. Дослідження якості напоїв із додаванням овочевих соків // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2022. – №4. – С. 97–101.
5. Колесник Н. В. Збагачення сироваткових напоїв морквяним та буряковим соком // Харчова наука і технологія. – 2020. – №1. – С. 76–80.
6. Дмитрієва С. М. Гарбуз як функціональний інгредієнт у дитячому харчуванні // Технологія і техніка харчових виробництв. – 2021. – №2. – С. 40–44.
7. Коваленко І. М. Харчова цінність продуктів переробки гарбуза для функціонального харчування дітей // Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. – 2019. – Т. 21, № 92. – С. 112–116.
8. Кодіс М. А., Швець О. М. Використання молочної сироватки у виробництві безалкогольних напоїв // Наукові праці НУХТ. – 2020. – №26. – С. 88–91.
9. Державні санітарні норми та правила для організації харчування дітей у навчальних закладах: Наказ МОЗ України № 2205 від 24.09.2020.

УПРАВЛІННЯ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ НАЦІОНАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ НА ЛОКАЛЬНИХ І ГЛОБАЛЬНИХ РИНКАХ

Доц., канд. екон. наук Л.В. Клименко, доц., канд. екон. наук Ю.Л. Халахур, здобувач третього (д-р філософії) рівня вищої освіти С.І. Мусієнко
Уманський національний університет, м. Умань, Україна

Вступ. У сучасному глобалізованому світі забезпечення конкурентоспроможності національного виробництва залежить не лише від наявності ресурсів, трудового потенціалу чи вартості продукції, а й від здатності держави та підприємств ефективно управляти зовнішньоекономічним потенціалом в умовах технологічної трансформації. Технологічні інновації та цифрові рішення відіграють ключову роль у визначенні конкурентних переваг, особливо в умовах стрімкого розвитку світового ринку технологій та інтеграційних процесів. У цьому контексті особливої актуальності набуває вивчення способів стратегічного управління зовнішньоекономічним потенціалом саме через призму технологічних чинників.

Враховуючи динаміку трансформацій у світовій економіці, особливо після пандемічної кризи та в умовах збройної агресії, Україна стикається з викликами зміцнення конкурентоспроможності свого національного

виробництва. Дослідження "The National Intangible Resources and their Importance in the Current Knowledge-Based Economy" [1] акцентує на зростанні значення нематеріальних активів, які все більше визначають структуру економіки знань. Це підтверджує актуальність технологічних факторів як рушіїв конкурентоспроможності на глобальному рівні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд аналітичної доповіді НІСД 2025 році щодо цифрової трансформації економіки України підтверджує, що без належного управління цифровим і технологічним потенціалом національне виробництво залишатиметься вразливим до зовнішньоекономічних впливів [2]. У цьому ж контексті варто згадати Ю.В. Полякову та А.В. Степанова [3], які досліджують еволюцію світового ринку технологій і його вплив на країн-експортерів технологічної продукції.

Наукова думка з проблематики впливу технологічних факторів на управління зовнішньоекономічним потенціалом є доволі розмаїтою. З одного боку, в роботах Національного інституту стратегічних досліджень висвітлено комплексну оцінку індустріальної конкурентоспроможності, де ключовими є інноваційна спроможність та здатність модернізації [4]. Проте дискусійним залишається питання, наскільки вітчизняні підприємства готові до структурної трансформації та адаптації до світових технологічних стандартів.

Я.Я. Калат і О.О. Заїка [5] звертають увагу на регіональні особливості зовнішньоторговельної активності, що відкриває дискусію про децентралізацію зовнішньоекономічного управління і локальну спеціалізацію виробництв. Водночас І.В. Богданюк та С.М. Мандич [6] піднімають тему стратегічної безпеки підприємств, але недостатньо розкривають механізми включення технологічної модернізації у зовнішньоекономічну стратегію.

Робота Н. Кравчук [7] підсилює важливість геоекономічних трендів у формуванні політик конкурентоспроможності. Водночас, згідно з НІСД [8], наявні методики вимірювання глобальної конкурентоспроможності не повною мірою враховують регіональні та галузеві технологічні особливості, що потребує подальшого дослідження.

П’ятовський С.Є., Єфімова Н.С., Суркова Є.В. [9] розглядають проблематику управління високотехнологічними компаніями в умовах імпортозаміщення, однак мало приділяють уваги експортноорієнтованим моделям розвитку, що є критичним у контексті зовнішньоекономічного потенціалу.

Попри наявність численних досліджень, недостатньо розробленими залишаються: комплексні механізми інтеграції технологічного менеджменту з зовнішньоекономічною стратегією підприємств; індикатори ефективного використання цифрових і нематеріальних активів у моделі конкурентоспроможності; моделі адаптації національного виробництва до нових глобальних технологічних трендів із урахуванням ризиків та безпекових викликів.

Метою дослідження є розробка концептуальних підходів до стратегічного управління зовнішньоекономічним потенціалом національного

виробництва через призму технологічної модернізації, з акцентом на специфіку локальних і глобальних ринків.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасній економіці знань технологічні фактори відіграють ключову роль у формуванні конкурентоспроможності національного виробництва. Згідно з дослідженням Опреан-Стан К. та ін., національні нематеріальні ресурси, такі як інноваційний потенціал та інтелектуальна власність, є визначальними для економічного зростання.

Інвестиції в науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) є критичним чинником формування конкурентоспроможності національних економік. Статистичні дані свідчать про пряму кореляцію між рівнем фінансування НДДКР та позиціями країн у глобальній економіці.

За даними Всесвітньої організації інтелектуальної власності (WIPO), у 2023 році глобальні витрати на НДДКР досягли понад 2,75 трильйона доларів США, що майже втричі більше порівняно з 2000 роком. Частка НДДКР у світовому ВВП зросла з менш ніж 1,5% у 2000 році до майже 2% у 2023 році, що свідчить про зростаючу роль інновацій у світовій економіці [9].

У 2021 році Ізраїль та Південна Корея очолили рейтинг країн за часткою витрат на НДДКР у ВВП, витрачаючи відповідно 5,56% та 4,93%. США інвестували 3,46%, Японія – 3,3%, Німеччина – 3,14%, а Китай – 2,43%.

Країни з високим рівнем інвестицій у НДДКР демонструють значні економічні досягнення:

Південна Корея – завдяки інвестиціям у НДДКР країна стала світовим лідером у виробництві електроніки та автомобілебудуванні.

Ізраїль – інвестиції в НДДКР сприяли розвитку високотехнологічного сектору, зокрема в галузі кібербезпеки та біотехнологій.

США – високий рівень фінансування НДДКР забезпечив лідерство в галузях ІТ, фармацевтики та аерокосмічної промисловості.

Аналіз показує, що країни з високим рівнем інвестицій у науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи мають значні переваги на глобальному ринку.

На нашу думку, для підвищення конкурентоспроможності на глобальному ринку Україні доцільно:

- збільшити частку витрат на НДДКР у ВВП (наразі цей показник в Україні є нижчим за середній рівень країн ОЕСР).
- створити сприятливе середовище для інновацій – розвиток інфраструктури, підтримка стартапів та стимулювання приватних інвестицій у НДДКР).
- забезпечити ефективну координацію між науковими установами та промисловістю. Це сприятиме комерціалізації наукових розробок та впровадженню інновацій у виробництво.

В цілому, цифрова трансформація економіки України є критично важливою для забезпечення стійкості та інтеграції в європейський

економічний простір. За даними Національного інституту стратегічних досліджень [2], ключовими напрямами є:

1. Забезпечення стабільного зв'язку та мережевої стійкості. У відповідь на виклики, спричинені повномасштабною війною, Україна активно працює над забезпеченням стабільного зв'язку та мережевої стійкості. Зокрема, було завезено 25 тис. терміналів Starlink та 900 пристроїв Tesla Powerwall, що забезпечуватимуть резервне живлення під час блекаутів. Ці заходи сприятимуть підтримці безперебійного функціонування критичної інфраструктури та зв'язку в умовах надзвичайних ситуацій.

2. Впровадження нових правил для створення та управління державними ІТ-системами. Уряд України ухвалив постанову про регулювання хмарних послуг у державних установах, що стосується резервного копіювання, шифрування та швидкого відновлення інформації в разі збоїв чи атак. Це забезпечить перенесення реєстрів за кордон і зберігання даних у хмарних сховищах навіть після завершення воєнного стану, що сприятиме формуванню єдиної правової бази для забезпечення ефективності ІТ-систем у державному секторі.

3. Створення центру передового досвіду для розвитку та інтеграції штучного інтелекту. У межах Стратегії цифрового розвитку інновацій України WINWIN 2030 було створено Центр передового досвіду з розробки та інтеграції ШІ (WINWIN AI Center of Excellence). Даний центр фокусується на розробленні ШІ-рішень для державного та оборонного секторів, забезпечуючи структурований підхід з оцінки ризиків і впливу систем ШІ з погляду прав людини, демократії та верховенства права.

5. Впровадження цифрових рішень у стратегічно важливих секторах економіки. У межах Стратегії WINWIN представлено галузеву стратегію AgroTech до 2030 року, яка передбачає впровадження цифрових рішень, ШІ, інтернету речей та роботизованих систем у стратегічно важливі сектори економіки: сільське господарство, харчову промисловість, біоенергетику та логістику. Серед потенційних пілотних проєктів розглядають розбудову AgroTech-парків, глибоке перероблення агросировини та підтримку стартапів для модернізації аграрного й продовольчого секторів.

Ці заходи сприятимуть підвищенню ефективності управління та створенню нових можливостей для національного виробництва.

Зважаючи на геополітичні зміни національним товаровиробникам також необхідно відповідно переглянути глобальні тренди та геостратегія конкурентоспроможності. Серед глобальних трендів слід виокремити: цифровізацію, екологічну стійкість та зміни в геополітичному ландшафті, які мають суттєвий вплив на формування геостратегії конкурентоспроможності держави. На нашу думку, у сучасних умовах глобалізації національним товаровиробникам критично важливо формувати конкурентоспроможні стратегії розвитку, що ґрунтуються на глибокому аналізі міжнародного середовища, ефективному управлінні ресурсами та адаптивності до змін.

Серед ключових напрямків, які забезпечуватимуть стратегічну сталість виходу на глобальні ринки слід виокремити наступні:

1. Аналіз глобальних трендів. Успішне позиціонування на міжнародному ринку неможливе без розуміння макроекономічних, соціальних, технологічних та екологічних тенденцій. Наприклад, тренд на "зелену" економіку спонукає підприємства впроваджувати екологічно безпечні технології виробництва. За даними McKinsey & Company, понад 70% споживачів у розвинених країнах надають перевагу брендам із чітко вираженою екологічною політикою. Таким чином, моніторинг глобальних змін у споживчій поведінці, логістиці, цифровізації тощо, дозволяє формувати релевантні продукти та маркетингові кампанії.

2. Визначення геостратегічної локації держави. Геополітичне положення країни визначає логістичну доступність, участь у торгових союзах, транспортну інфраструктуру та політичні ризики. Наприклад, Україна має стратегічно вигідне положення як транзитна держава між ЄС і Азією. Відповідно до звіту Світового банку, розвиток транспортного коридору "Go Highway" може підвищити експортний потенціал регіонів на 15–20%.

3. Вибір відповідних стратегій розвитку. Залежно від рівня готовності до інтернаціоналізації підприємства можуть обирати стратегії експортного розвитку, стратегічних альянсів, спільних підприємств або прямих інвестицій. Наприклад, для малого бізнесу більш доцільною є експортна стратегія через електронну комерцію (e-commerce), що демонструє стрімке зростання: обсяги глобального B2C e-commerce досягли $5.8 трлн у 2023 році.

4. Розробка планів дій з урахуванням ресурсів та обмежень. Ефективні плани дій повинні базуватися на SWOT-аналізі, що дозволяє ідентифікувати сильні та слабкі сторони підприємства, а також зовнішні можливості та загрози. Наприклад, при обмеженому доступі до фінансування, підприємство може використати програми державної підтримки або гранти ЄС на інновації. Національна економічна стратегія України до 2030 року передбачає цільові субсидії для індустрій з високою доданою вартістю.

5. Моніторинг та оцінювання реалізації стратегій. Систематичне відстеження ключових показників ефективності (KPI), таких як обсяг експорту, частка на зовнішніх ринках, рівень інноваційної активності, дозволяє вчасно коригувати обраний стратегічний курс. Наприклад, за даними Держстату України, у 2023 році експорт продукції АПК зріс на 17%, що свідчить про ефективність програм агроінновацій та міжнародної сертифікації.

Отже, національні товаровиробники мають фокусуватися не лише на якості продукції, але й на здатності оперативно адаптуватися до глобальних змін. Такий підхід забезпечить довготривалу конкурентоспроможність у світовій економіці.

Пріоритетним завданням є також розвиток високотехнологічних компаній в умовах імпортозаміщення, зокрема: створення єдиного інформаційного простору для підприємств авіаційної промисловості;

впровадження модифікованих технологій підтримки управлінських рішень; оцінка інвестиційної привабливості високотехнологічних секторів економіки; ідентифікація перегрітих галузей та надання рекомендацій щодо корекції ринку.

Ці заходи сприяють підвищенню ефективності управління та забезпечують стійкий розвиток високотехнологічних секторів.

Висновки. Управління зовнішньоекономічним потенціалом національного виробництва в умовах впливу технологічних факторів конкурентоспроможності потребує системного й інтегрованого підходу, який враховує динаміку світових трансформацій і специфіку внутрішніх ресурсів. Дослідження підтвердило, що ключовими умовами для ефективного позиціонування на глобальних ринках є активне впровадження цифрових технологій, цілеспрямоване нарощування інноваційного потенціалу, адаптація до глобальних трендів сталого розвитку, підтримка високотехнологічного підприємництва та формування геостратегічно виваженої моделі міжнародної конкурентоспроможності.

Аналіз глобальних економічних і технологічних трендів вказує на необхідність випереджального стратегування, орієнтованого на цифровізацію виробництва, посилення інтеграції у міжнародні ланцюги доданої вартості, а також розвиток експортно-орієнтованих секторів із високим ступенем інноваційності.

Таблиця 1. Стратегічне управління зовнішньоекономічним потенціалом національного виробництва в контексті технологічної конкурентоспроможності на локальних і глобальних ринках

Стратегічний напрям	Суть	Очікуваний ефект
Впровадження цифрових технологій	Інтеграція IT-рішень у виробничі та логістичні процеси	Підвищення продуктивності, оптимізація витрат, розширення каналів збуту
Розвиток інноваційного потенціалу	Інвестування в R&D, стимулювання патентної активності та технологічного підприємництва	Зростання конкурентних переваг, створення продуктів з високою доданою вартістю
Адаптація до глобальних трендів	Орієнтація на «зелені» технології, ESG-підходи, діджиталізацію, зміну споживчих запитів	Підвищення відповідності міжнародним стандартам, відкриття нових ринків
Підтримка високотехнологічних компаній	Державне фінансування, податкові стимули, створення технопарків	Активізація експортного потенціалу, залучення інвестицій
Формування геостратегії конкурентоспроможності	Використання геополітичних переваг (транзит, торгівельні союзи), інфраструктурна інтеграція	Посилення ролі країни в міжнародній торгівлі, збільшення обсягів зовнішньої торгівлі
Моніторинг та оцінювання ефективності стратегій	KPI-аналіз, корекція стратегічних планів на основі зовнішніх змін	Гнучке реагування на виклики, підвищення результативності політик

Успішна реалізація стратегій такого рівня можлива за умов постійного моніторингу ефективності впроваджених рішень, гнучкості інституційних механізмів підтримки бізнесу та активної участі держави у стимулюванні наукоємного виробництва.

Отже, системне управління зовнішньоекономічним потенціалом у поєднанні з технологічними модернізаціями не лише сприяє розширенню ринкових можливостей національних виробників, але й закладає основу для стійкого довгострокового економічного зростання України в умовах глобальної конкуренції.

Посилання

1. Опреан-Стан К., Стан С. Е., Пеле А. The National Intangible Resources and their Importance in the Current Knowledge-Based Economy. arXiv. 2025. Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2501.09315?utm_source=chatgpt.com (Дата звернення 18.04.2025).
2. Національний інститут стратегічних досліджень. Цифрова трансформація економіки України. Лютий 2025 року. Режим доступу: https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/tsyfrova-transformatsiya-ekonomiky-ukrayiny-lyutyy-2025-roku?utm_source=chatgpt.com (Дата звернення 01.05.2025).
3. Полякова Ю.В., Степанов А.В. Особливості розвитку сучасного світового ринку технологій. Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України, 2024. 2 (166). с. 33–39.
4. Національний інститут стратегічних досліджень. Оцінки індустріальної конкурентоспроможності економіки та технологічного потенціалу у промисловості України. 2024. Режим доступу: https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/otsinky-industrialnoyi-konkurentospromozhnosti-ekonomiky-ta?utm_source=chatgpt.com (Дата звернення 01.05.2025).
5. Калат Я.Я., Заіка О.О. Зовнішньоторговельна діяльність регіонів України в умовах сучасних викликів. Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України, 2024. 3(167). с. 9–16.
6. Богданюк І.В., Мандич С.М. Стратегічне управління безпекою підприємства в умовах глобальної конкуренції. Регіональна економіка, 2024. 3(113). с. 149–156.
7. Кравчук Н. Вплив глобальних трендів на формування геостратегії конкурентоспроможності держави. Вісник НаУКМА. 2024. 1(2). Режим доступу: https://ekmair.ukma.edu.ua/collections/63310261-8438-4448-b537-efffc555fe02?utm_source=chatgpt.com (Дата звернення 05.05.2025).
8. Національний інститут стратегічних досліджень. *Актуальні тенденції в динаміці показників глобальної конкурентоспроможності*. 2023 Режим доступу: https://www.niss.gov.ua/doslidzhennya/mizhnarodni-vidnosini/aktualni-tendencii-v-dinamici-pokaznikiv-globalnoi?utm_source=chatgpt.com (Дата звернення 08.05.2025).
9. П'ятовський С. Є., Єфімова Н. С., Суркова Є. В. (2024). *Management of high-tech companies in conditions of import substitution*. Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2410.03610?utm_source=chatgpt.com (Дата звернення 07.05.2025).

ЕКРАННАТА ЗАВИСИМОСТ: АНАЛИЗ НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ФИЗИЧЕСКОТО И ПСИХИЧЕСКОТО ЗДРАВЕ

Доц. д-р Елена Ковачева, гл. ас. д-р Янка Георгиева
ДЕПОС, Технически университет - Варна, България
Директор[1], инж. Вяра Дукова
[1]Професионална гимназия по компютърно моделиране и компютърни системи "Академик Благовест Сендов", гр. Варна, България

УВОД

Дигиталната ера превърна екраните – компютри, смартфони, таблети – в неразделна част от ежедневието на студентите. Макар технологиите да улесняват достъпа до информация и комуникация, прекомерното им използване крие рискове за здравето и поведението. Световни проучвания от последните години отчитат тревожна тенденция: делът на младежите с признаци на проблемна употреба на екраните расте (напр. делът на подрастващите с признаци на социална медийна зависимост се е повишил от 7% през 2018 г. до 11% през 2022 г., а ~12% са в риск от игрова зависимост). Някои специалисти оприличават въздействието на екраните върху мозъка с това на наркотик – продължителното „потапяне" в екранното съдържание активира допаминовата система за възнаграждение и може да промени функцията на фронталната кора на мозъка, по начин сходен с ефекта на кокаина. На този фон изследването на екранната зависимост сред студентите е от особено значение: именно младите хора в университетите са интензивни потребители на технологии както за образование, така и за развлечения. Настоящият доклад има за цел да представи резултатите от анкета за екранна зависимост сред студентите на Технически университет – Варна и да ги съпостави с научната литература по темата. Докладът обосновава значимостта на проблема, разглежда дефинициите и симптомите на екранната зависимост, описва методологията на проучването, анализира получените данни и извежда изводи и препоръки въз основа на емпиричните резултати и публикувани научни източници.

Дефиниция на екранната зависимост

В научната литература понятието **„екранна зависимост"** (или зависимост към цифрови технологии) се отнася до компулсивно и неконтролируемо използване на екранни устройства (смартфони, компютри, таблети, телевизори) по начин, който нарушава нормалното функциониране на индивида. С други думи, човек прекарва прекомерно време пред екрана и изпитва затруднение да ограничи тази употреба, дори когато тя води до негативни последици в ежедневието.[1] Феномен от външната физическа среда, но също така и от социалната и културната среда, който бързо и недвусмислено променя функционирането на мозъка и нервната система на човека, компрометира имунно-нервния му отговор, създава психотична симптоматика, невродегенеративни нарушения, саботира про-социалното му

поведение и го превръща в някой друг – някой, за когото е все по-непонятно именно онова човешкото в човека. Този феномен е екранната зависимост.[2]

Екранната зависимост не е официално диагностицирана като отделно разстройство в общоприетите класификации, но се разглежда като вид поведенческа зависимост, сходна по характеристики със зависимостите към вещества. Характерно е, че мозъкът на зависимия от екрана реагира на дигиталните стимули (например известия, видеоклипове, игрови предизвикателства, хазартни платформи и др.) с отделяне на допамин – „хормона на удоволствието“, който подсилва навика и води до цикъл на възнаграждение. Именно този механизъм обяснява защо екранните занимания могат да се превърнат в приоритет за сметка на други дейности – удоволствието и стимулите, получавани директно от екрана, трудно могат да бъдат заменени от обикновени ежедневни занимания. Липсата на контрол върху съдържанието в интернет, създава социални проблеми, създава се фалшива реалност за привличане на последователи, [3] засегнатият може да загуби контрол върху времето пред устройството и да развие психическа и дори физическа зависимост от него.

Подтипове на екранната зависимост

Екранната зависимост приема различни форми в зависимост от цифровото съдържание и дейности, към които човек проявява най-силно влечение. В научната литература се различават няколко основни подтипа на технологичните зависимости, сред които:

- **Зависимост от социални мрежи:** Компулсивно и прекомерно използване на социални платформи, изразяващо се в обсесивна нужда за проверка на известия, постоянно скролване и публикуване. Този модел често води до занемаряване на реални социални контакти и задачи за сметка на онлайн активността. Характерни са симптоми като неспособност за контрол на времето в мрежите, чувство на абстиненция (напр. тревожност или страх да не се изпусне нещо), когато човек е откъснат от социалните приложения, и негативни последици като спад в успеха или конфликти с близките.
- **Зависимост към видео игри:** Прекомерно увлечение по онлайн или офлайн игри, познато и като gaming disorder (Игрово разстройство). Проявява се с това, че индивидът прекарва все по-дълго време в игри, пренебрегвайки учебни, професионални и битови задължения. Могат да се забележат признаци като социална изолация, нарушен сън (например гейминг до късно нощем), пропускане на хранене или хигиена поради „залепване“ за играта, както и силна раздразнителност при опит за прекъсване. Световната здравна организация вече класифицира игровата зависимост като разстройство, когато са налице устойчиво неконтролируемо играене с отрицателен ефект върху живота. Статистиките показват, че около 12% от подрастващите са в риск от подобна зависимост, като тя е по-често срещана при момчетата.

- **Смартфон зависимост:** Макар и тясно свързана със социалните мрежи и игрите, зависимостта към смартфона се разглежда отделно като постоянното желание да проверяваш телефона си за нови съобщения, известия или просто да „разцъкваш“ приложения. Проявява се с това, че човек държи телефона под ръка буквално денонощно, изпитва паника или дискомфорт, ако устройството не е наблизо (явление, известно като „номофобия“), и често го използва импулсивно без конкретна цел. Смартфон зависимостта обединява различни видове съдържание (социални медии, чат, видео, игри) [4] и затова се превръща в широко разпространен феномен сред студентите.
- **Други дигитални зависимости:** Съществуват и други форми на проблемна употреба на онлайн технологии, например онлайн хазарт – непрекъснато залагане в интернет казина или спортни залози, водещо до финансови и лични вреди, компулсивно онлайн пазаруване – неудържимо купуване на стоки онлайн, често ненужни, както и прекомерно гледане на видео/сериали („binge-watching“). Макар тези поведения да се проявяват по-рядко сред студентите в сравнение със социалните мрежи и игрите, те също спадат към спектъра на екранните зависимости и могат да имат сериозни негативни последствия.

Важно е да се отбележи, че различните подтипове могат да се припокриват – например един студент може едновременно да прекарва много време в социалните мрежи и да играе видео игри. Общото между всички е тенденцията към постепенно изместване на баланса на ежедневието в полза на екранните дейности за сметка на учене, физическа активност, общуване „офлайн“ и други здравословни занимания. Дългосрочно това поведение създава рискове от описаните психически и физически проблеми, които се подкрепят от множеството научни изследвания в областта.

Симптоми и последствия

Психологически симптоми: Екранната зависимост се проявява с редица психични признаци, сходни с тези при други зависимости. Засегнатите често изпитват силно влечение или неустоим импулс да използват устройство (телефон, компютър) и натрапчиво мислят за това. Когато достъпът до екрана бъде ограничен, могат да възникнат симптоми на отнемане (абстиненция) – раздразнителност, тревожност, дори гняв при принудително прекъсване на сесията. Нерядко се наблюдава постепенно **повишаване на толеранса** – потребителят усеща нужда от все повече време или интензивни стимули, за да изпита същото удовлетворение. С времето прекомерната екранна активност може да доведе до проблеми с настроението: апатия, симптоми на депресивност или повишена тревожност са документирани сред последиците. Зависимите могат да пренебрегнат социалните си контакти и задължения – например да изоставят срещи, хобита или учене, в полза на времето онлайн. Хроничното прекарване в цифрова среда също така се свързва с дефицит на концентрация и внимание, импулсивност и симптоми, наподобяващи хиперактивност. В тежки случаи могат да се появят чувства на вина или срам,

социална изолация и понижаване на академичната или трудовата продуктивност вследствие на нездравословните навици.

Физически симптоми: Продължителното време пред екрана влияе осезаемо и на физическото здраве. Едни от най-честите оплаквания са умора и напрежение в очите, сухота или сълзене, замъглено зрение и дори развитие на късогледство в млада възраст. Много студенти съобщават за главоболие след часове прекарани на компютър или телефон, както и за трудности със заспиването и непълноценен сън. Екраните – особено преди лягане – потискат секрецията на мелатонин и нарушават циркадния ритъм, което води до разстройства на съня. Друга група симптоми са свързани с мускулно-скелетната система: приведената поза може да причини болки във врата, раменете и гърба, както и синдром на „текстовата шия“ (изкривяване и напрежение във врата от гледане надолу към устройство). При интензивно геймърство се срещат и болки в китките и ръцете (напр. синдром на карпалния тунел) поради повтарящи се движения. Неактивният начин на живот, съпътстващ прекомерната екранна употреба, допринася косвено за наднормено тегло, повишен риск от метаболитни проблеми (инсулинова резистентност) и сърдечно-съдови нарушения в дългосрочен план. Физиологичният стрес също се повишава – хроничната свръхстимулация може да доведе до състояние на постоянна хипер-възбуда, повишени нива на хормона кортизол и изтощение на нервната система. В обобщение, прекомерният „екранен“ начин на живот засяга целия организъм – от очите и опорно-двигателния апарат, до съня, обмяната на веществата и психичното благополучие. [5]

Дизайн на изследването: Проучването, представено в настоящата публикация, използва количествен метод – анонимна анкетна карта (въпросник), разпространена онлайн. Анкетата е създадена специално за целите на изследването и съдържа въпроси, които измерват навиците за екранна употреба, наличието на симптоми на екранна зависимост и нагласите на студентите към този проблем. Попълването е доброволно и анонимно, като електронният формат (онлайн формуляр) улеснява достъпа на респондентите.
В проучването участват **435** студенти от Технически университет – Варна (предимно бакалавърска степен). Възрастта на анкетираните е между 18 и 25 години, като средната възраст е около 20–21 години. От тях приблизително 55% са мъже и 45% жени, което отразява сравнително балансирано участие на половете (с лека доминация на мъжкия пол, характерна за някои технически специалности). В извадката са включени студенти от различни факултети (инженерни специалности, компютърни науки, социални и икономически специалности и др.), което дава по-широк поглед върху навиците в различни учебни направления.
Анкетната карта е съставена от ~20 въпроса със затворен и отворен тип. Въпросите обхващат няколко секции:

- Демографски данни: възраст, пол, специалност/курс.

- Навици за екранно време: приблизителен брой часове дневно пред екран (в различни категории – за учене, за забавление), най-често използвани устройства и приложения, предпочитани цифрови дейности (социални мрежи, игри, гледане на видео и др.).
- Симптоми и ефекти: въпроси за това дали студентите изпитват определени симптоми при продължително използване на устройства – напр. умора, главоболие, проблеми с очите, нарушения на съня, разсеяност, раздразнителност. Използвана е скала за честота (например никога, рядко, често, много често) за оценка на тези симптоми.
- Отношение и самооценка: включени са твърдения относно това дали участниците смятат, че прекарват „твърде много“ време онлайн, опитвали ли са да го намалят, чувстват ли се зависими към телефона/компютъра. Тези твърдения се оценяват по 5-степенна скала на съгласие (от Напълно несъгласен до Напълно съгласен).
- Отворени въпроси: Накрая е предоставена възможност за коментар – студентите могат свободно да опишат свои впечатления, притеснения или стратегии, свързани с управлението на екранното време.

Анкетата е разпространена чрез QR код по време на занятията по спорт в ТУ - Варна в периода м. март–април 2025 г. За попълването са отнели средно 5-7 минути.

Резултати

Време, прекарано пред екрана: Данните от анкетата показват, че средностатистическият студент от ТУ – Варна прекарва значителна част от деня си пред дигитален екран. **Средното общо екранно време** (включващо учене и развлечение) е около 6–7 часа дневно. Около половината от анкетираните (≈50%) посочват, че прекарват **над 5 часа дневно** пред компютър или смартфон, като близо 15% стигат до екстремни стойности от **9–10 часа** на ден. Само 10% оценяват дневния си екранен престой на по-малко от 2 часа. Забелязва се тенденция студентите от ИТ специалности и тези в горните курсове да имат по-високо средно екранно време (поради както учебни проекти, така и стажове/работа в ИТ сферата, изискващи компютър). По отношение на типовете дейности, **социалните мрежи** се открояват като най-значим „времеемък“: ~70% от респондентите ги използват ежедневно, а 40% признават, че социалните платформи заемат **най-голям дял** от свободното им време онлайн. На второ място се нарежда **гледането на видео** – около 50% гледат онлайн видео съдържание всеки ден (типично 1-2 часа дневно). **Видео игрите** заемат трето място по разпространение: 30% от всички участници играят видео игри ежедневно, като при мъжете делът е значително по-висок. Някои студенти отбелязват и други цифрови активности – онлайн четене на статии/книги (20% редовно), програмиране извън учебната работа, или участие в форуми/чат групи.

Психически и физически симптоми: Резултатите потвърждават наличието на редица от очакваните негативни ефекти от прекомерната

употреба на екрани. Най-често съобщаваният симптом е умората на очите – около 68% от участниците посочват, че често или много често усещат напрежение, сухота или сълзене на очите след продължително взиране в екрана. На второ място по честота са главоболията: близо половината (45%) признават, че изпитват главоболие поне понякога след дълги екранни сесии, а 15% – че това се случва често. Разстройства на съня също се наблюдават: около 40% от студентите имат трудности със заспиването в нощи, когато са използвали интензивно телефон или компютър (например учейки или гледайки филми до късно). От психологическите признаци, раздразнителност и неспособност за концентриране се открояват – ~30% споделят, че стават раздразнителни, ако не могат да проверят телефона си когато пожелаят, а ~25% забелязват, че вниманието им лесно се разсейва след дълги периоди онлайн. Една тревожна констатация е, че 15% от участниците съобщават за признаци на депресивно настроение или тревожност, които те свързват с прекомерното стоене пред екрана (например усещане за самота, ниско самочувствие, когато виждат „идеалния“ живот на другите в социалните медии). Също около 15-20% признават, че пренебрегват физическата активност и спортните занимания, което е предпоставка за наддаване на тегло – няколко студенти споменават, че са качили килограми през периоди на засилено заседяване пред компютъра (особено по време на пандемичните ограничителни мерки, когато онлайн обучението увеличи драстично екранното време).

Нагласи и самопреценка на зависимост: Интересен е въпросът доколко самите студенти осъзнават или признават наличието на екранна зависимост. На директен въпрос „Смятате ли, че сте в известна степен зависими от смартфона/компютъра си?“, около 22% отговорят утвърдително („да, определено“). Мнозинството – 55% – избират по-умерен отговор („може би донякъде“), признавайки, че прекарват много време онлайн, но колебаейки се да го нарекат „зависимост“. Около 23% заявяват, че не смятат себе си за зависими, като сред тях преобладават тези, които посочват, че използват устройствата главно за учене или продуктивни цели. Въпреки това, на специфични твърдения се вижда известна степен на притеснение: над 60% се съгласяват, че „прекарват повече време онлайн, отколкото би трябвало“, а ~30% признават, че са правили неуспешни опити съзнателно да намалят времето пред екрана (например да изтрият социални приложения или да си наложат вечерен час за изключване на устройствата). Около една трета от студентите изпитват безпокойство, ако забравят или загубят телефона си, дори и за кратко – сигнал за явлението „номофобия“.

Коментари и навици за справяне: Отворените въпроси в края дават ценна информация за личните стратегии и мнения. Някои студенти споделят, че се стараят да спазват „дигитален баланс“ – например 20% споменават, че целенасочено си правят почивки на всеки час работа/учене на компютър (изправят се, раздвижват се, фокусират погледа си далеч от екрана). Около 15% споделят, че практикуват физическа активност (фитнес, бягане, спорт)

именно като противотежест на дългото седене пред компютъра, и отчитат това като положителен навик. В същото време, няколко участници признават трудности със самоконтрола. Като цяло, коментарите разкриват, че много студенти осъзнават нуждата от промяна в навиците си, но се борят да намерят баланс между дигиталния и реалния живот.

Съпоставка с теоретичните очаквания: Резултатите от анкетата до голяма степен потвърждават описаните в литературата симптоми и тенденции при екранната зависимост. Например, оплакванията на значителен дял студенти, (умора на очите, главоболие и безсъние), са в съответствие с известните физически ефекти от прекомерен екранен престой. Голям процент от участниците (около 60%) признават, че прекарват прекомерно време онлайн, което кореспондира с дефиниращия белег на зависимостта – невъзможността да се ограничи употребата въпреки негативните последствия. Наблюдаваните психологически признаци – раздразнителност при откъсване, разсеяност, тревожност – се припокриват с критериите за технологична зависимост, цитирани от авторитетни източници (напр. симптоми на абстиненция и обсесивни мисли за устройството). Интересно е да се отбележи, че около 15% от нашата извадка докладват депресивни настроения, свързани с екраните – този дял е сравним с данни от други проучвания, които откриват връзка между прекомерния екранен нощен живот, нарушения сън и повишен риск от депресивни симптоми при младите. В литературата се посочва, че нарушенията на съня могат да предшестват депресията и да бъдат посредник между нощното екранно време и психичното здраве – нашите данни частично подкрепят тази хипотеза, тъй като значителна част от студентите с безсъние докладват и по-ниско настроение.

Тенденции при различни групи респонденти: Данните разкриват някои различия в рамките на извадката. Например, мъжете като цяло имат по-високо екранно време за развлечения (особено видеоигри), докато жените са склонни да прекарват повече време в социални мрежи – тенденция, отбелязвана и в международни доклади. Това подсказва, че типът съдържание може да зависи от пола, но крайният резултат – продължително време онлайн – е повсеместен проблем. Друг фактор е академичната натовареност: някои студенти с по-интензивно учебно разписание (например последна година, проекти) докладват, че по-лесно „прегарят“ и търсят отдих в интернет, което понякога прераства в прекаляване. Студенти с разнообразни извънкласни занимания (спорт, клубове, работа на непълен работен ден) демонстрират по-ниска склонност към дигитална свръхупотреба – те просто имат по-малко свободно време за екранни дейности. Този резултат резонира с други проучвания, които намират, че липсата на офлайн социализация е предпоставка за по-висока интернет зависимост.

Интерпретация на нагласите: Една от най-любопитните констатации е известното разминаване между обективно докладваното поведение и субективното възприятие. Макар мнозинството студенти да прекарват очевидно много време онлайн и да признават някои негативни ефекти, само

~22% се идентифицират твърдо като „зависими“. Това може да се дължи на нормализирането на дигиталните навици – когато почти всички връстници правят същото, е трудно човек да разграничи кое е прекомерно. Възможно е понятието „зависимост“ да се асоциира с по-тежки случаи и затова част от анкетираните избягват да го използват за себе си, дори и да изпитват затруднения с контрола. Някои автори дори поставят въпроса дали екранната зависимост няма да се превърне в новата „норма” на съвременното общество, предвид масовостта на явлението сред младите поколения. От друга страна, около една трета от нашите респонденти са несъгласни, че имат проблем – тази подгрупа най-вероятно включва хора, които активно използват технологиите за учене/работа и смятат употребата си за целесъобразна. Това подчертава значението на контекста: прекомерното развлекателно екранно време е по-лесно разпознаваемо като проблем, докато времето, прекарано в учене или програмиране, често не се възприема негативно, въпреки че и то допринася за общата екранна експозиция и умора.

Ограничения на изследването: Трябва да отбележим някои ограничения при интерпретацията на резултатите. Първо, извадката обхваща основно студенти от технически специалности, което може да означава малко по-висока средна технологична употреба спрямо студенти от хуманитарни науки, например. Второ, данните са самоотчетени – възможни са субективни неточности при преценката на часовете или симптомите (някои може да подценяват или надценяват реалната си употреба). Трето, проучването е пресечно по дизайн – снимка към даден момент – и не може да установи причинно-следствени връзки (например дали безсънието е причинено от екраните, или студентите с безсъние посягат повече към устройствата). В бъдещи изследвания биха били полезни по-детайлни измервания (напр. чрез тракери на екранно време) и качествени интервюта, за да се разбере по-дълбоко преживяването на студентите.

ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

Настоящото проучване очертава ясен профил на екранната зависимост сред изследваните студенти: значително екранно време, наличие на ключови симптоми (както психически, така и физически) и известно разминаване между реално поведение и субективна оценка. Може да се заключи, че макар и не всички млади хора да отговарят на строгите критерии за „зависимост“, прекомерната употреба на екрани е широко разпространена и вече влияе негативно на здравето и навиците на значителна част от студентите. Това е в синхрон с много проучвания, които предупреждават за нарастваща дигитална зависимост сред поколението, израснало с смартфон в ръка. [5][6][7][8]

Въз основа на резултатите могат да се дадат следните препоръки или да се предприемат следните дейности:

- **Повишаване на осведомеността:** Необходимо е университетите активно да информират студентите за рисковете от прекомерното екранно време. Провеждане на семинари, лекции или кампании за „дигитално здраве“ би помогнало на младите хора да разпознават признаците на зависимост и да научат за научно обоснованите

последствия (напр. върху съня, психиката, зрението). В тази връзка може да се включат и специалисти – психолози, офталмолози – които да представят данни и практически съвети.

- **Умения за самоконтрол и баланс:** Препоръчва се въвеждането на тренинги или работилници, фокусирани върху управление на времето и развитие на дигитална дисциплина. Студентите биха имали полза от обучения по техники за ограничаване на разсейванията (например таймер техники като Помодоро за редуване на работа и почивка, или използване на приложения за мониторинг на екранното време). Насърчаването на дигитални „детокс“ периоди – например един ден седмично без социални мрежи – може да се промотира като здравословна практика.
- **Адаптиране на средата:** Университетът и студентските общежития могат да съдействат за изграждане на по-балансирана среда. Например, създаване на зони, свободни от устройства (в библиотеки, читални, зони за отдих), където присъстващите се ангажират да не използват телефони за определено време. Организиране на повече офлайн мероприятия – спортни събития, клубове по интереси, групови игри – ще предложи на студентите алтернатива на екраните и ще подпомогне социализацията „на живо“.
- **Подкрепа за нуждаещите се:** За малкия дял студенти, при които зависимостта изглежда изразена (напр. тези ~15-20%, които показват множество симптоми и сериозни затруднения), университетът би могъл да предложи консултации. Центрове за психологическа подкрепа или поне насочване към специалист (психолог/психиатър) могат да помогнат при развита технологична зависимост. Също така, групи за взаимопомощ сред студенти със сходен проблем биха могли да бъдат инициатива – споделянето на опит и стратегии помага да се преодолее чувството, че „сам воюваш“ с навика.
- **Политики и насоки:** На по-високо ниво, институциите (Министерство на образованието, Министерство на здравеопазването) следва да разработят национални препоръки или политики за здравословно екранно време при подрастващи и младежи. Подобно на насоките на СЕМ [7], СЗО [8], може да се препоръча ограничаване на ненужното екранно време за студентите.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение, екранната зависимост сред студентите е комплексен феномен, който изисква както лично осъзнаване и промяна в навиците, така и подкрепяща среда и информираност. Балансът между предимствата на технологиите и предпазването от тяхната прекомерна употреба е постижим чрез общите усилия на учащи, преподаватели и институции. Превръщането на дигиталната хигиена в част от културата на младите хора днес ще допринесе за по-здравословен и продуктивен начин на живот в дългосрочен план.

Литература

[1] Car A., Smart Phone Dumb Phone: Free Yourself from Digital Addiction. Arcturus Digital Limited, 2019.

[2] Манолова В. Екранна зависимост – диагноза или бъдеща норма, ResearchGate, 2023.

[3] Leonel A., Gambling and gambling addiction: the illusion that destroys lives, c. 342, 2025.

[4] Boykis J., Digital Dopamine Detox: Break Screen Addiction, Boost Focus, and Rewire Your Brain for Deep Work and Productivity, c.64, 2025.

[5] Nakshine, A., et al. (2022). Increased Screen Time as a Cause of Declining Physical, Psychological Health, and Sleep Patterns: A Literary Review. Journal of Preventive Medicine, 15(4), 160–177.

[6] World Health Organization – "Teens, screens and mental health" (WHO/Europe report, 25 Sep 2024)

[7] Препоръки на СЕМ за екранно време, 2024: www.cem.bg

[8] Препоръки на СЗО за екранното време: www.who.int

ADAPTIVE MARKETING APPROACHES FOR MAINTAINING THE FINANCIAL STABILITY OF ENTERPRISES IN CONDITIONS OF ECONOMIC TURBULENCE

PhD in Economics, Assoc. Prof. T. O. Korniienko,
PhD in Economics, Assoc. Prof. O. A. Vinnytska
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Uman, Ukraine

In the current era of economic turbulence, which is exacerbated by geopolitical conflicts and global crises, maintaining financial stability is paramount for any business. Traditional business models and marketing strategies designed for stable markets are often ineffective during periods of rapid change and uncertainty. Adaptive marketing approaches allow businesses to not only survive, but also find new opportunities for growth.

In a changing external environment, the key to the success of any commercial enterprise is sustainable development. This requires constant focus on socioeconomic growth and efficiency improvements. Without reliable information about the factors affecting a company's activities, important decisions may be based on incomplete information [1].

Management is the intentional control of the production process and the system as a whole. Its goal is to ensure stability or transition to a new state, as determined by the enterprise's goals.

Sustainable development is a continuous, stable, and controlled process that increases an enterprise's economic efficiency. It strengthens responsibility to

customers and partners while including environmental protection measures. The ultimate goal is to improve the quality of life for current and future generations.

A sustainable development strategy is a long-term approach that continuously updates the economic system. It creates an economic environment that enables companies to operate effectively by meeting consumer demand and fulfilling their obligations to society, the state, and other organizations.

The concept of sustainable development is based on the following key principles:

Combining economic growth with environmental responsibility;

Integrating economic and social aspects by optimizing the use of resources to stimulate economic progress while ensuring social well-being.

Development for all generations: Formulating strategies that consider the resource needs of both present and future generations [2].

A comprehensive approach that integrates the assessment of a company's sustainable development by combining its subsystems is widely recognized as the most effective. This approach is indispensable for the practical implementation of sustainable development in management activities because it comprehensively considers environmental factors and bankruptcy risks, providing a holistic assessment of the sustainability of the entire system and its components.

A comprehensive approach is used to assess the financial sustainability of enterprises. This approach uses indicators grouped into categories.

1. Economic stability is assessed using liquidity ratios, market share, profitability, return on assets, sales growth rates, the equity ratio, growth rates of investments in fixed assets, equity maneuverability, depreciation of fixed assets, and labor productivity.

2. Social stability is determined by staff turnover rates, wage growth rates, and the ratio of the enterprise's average wage to the industry's average wage.

Environmental sustainability is measured by the ratio of environmental protection costs to net profit, the energy intensity of production, the proportion of waste sent for recycling, and the concentration of wastewater and harmful substances. Economic instability radically changes consumer priorities. Buyers become more cautious, look for better deals, focus on essential goods, and postpone expensive purchases. This requires companies to thoroughly analyze changes in consumer behavior [3].

Marketers need to:

– monitor consumer sentiment and needs by using surveys, focus groups, social media analysis, and web analytics to quickly identify new trends.

– adapt your pricing policy by considering flexible pricing systems, promotions, discounts, and loyalty programs. review your product range and favor more affordable goods or services.

– offer value, not just a product. focus on the benefits a product or service provides during difficult times, such as savings, safety, comfort, and reliability.

Sustainable development indicators quantitatively assess various aspects and reflect the effectiveness of implemented initiatives over time. There are various

methods for selecting and evaluating these indicators, such as monetary, point-based, and in-kind methods. However, these indicators are often limited to the economic component.

A systematic approach is required to obtain a complete picture of the state of the organization. This approach involves assessing the indicators of each subsystem that affect overall stability. This allows for the effective improvement of individual elements and, consequently, the stability of the entire organization.

- the company's competitiveness.
- the efficiency of business process management;
- the level of production and economic activity;

It also improves the financial and economic basis for the enterprise's sustainable development.

A company's success in implementing the concept of sustainable development depends not only on strict adherence to its principles, but also on the rational formulation of its strategic goals and the immediate ways to achieve them.

In the context of constant market changes and intensifying competition, it is critically important for companies to develop a clear and integrated system for ensuring sustainable development. Such a system must be adaptive and flexible, respond to current trends, and enable forecasting of market changes. These are key components for achieving long-term sustainable financial development.

The goal of implementing sustainable development is to ensure the comprehensive development of an enterprise by taking into account its economic, financial, social, and environmental aspects. This approach improves socioeconomic results and productivity while significantly reducing environmental harm.

Conclusions: In times of economic turbulence, marketing becomes more than just a tool for promoting goods. Instead, it becomes a strategic lever that enables companies to adapt to changing conditions, retain their customer base, and maintain financial stability. Using adaptive marketing approaches based on a deep understanding of consumers, flexible product strategies, digital transformation, and transparent communication is key to operating a successful business in difficult times.

References

1. Vinichenko, I. I., Kryuchok, S. I. (2016) Ekonomichna stiykist′ pidpryyemstva ta yiyi skladovi [Economic stability of the enterprise and its components]. Ahrosvit, vol. 24, pp. 15–20.
2. Kotsko T. A., Galuzinska, A. V. (2021) Ekonomichna stiykist′ pidpryyemstva yak fundamental′na peredumova zabezpechennya yoho konkurentospromozhnoho rozvytku [Economic stability of the enterprise as a fundamental prerequisite for ensuring its competitive development]. Business, innovation, management: problems and prospects. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference (Kyiv), pp. 84–85.
3. Kvyatkovska L. A. (2013) Realizatsiya pryntsypiv kontseptsiyi staloho rozvytku v diyal'nosti pidpryyemstva [Implementation of the principles of the concept of enterprise sustainable development] Visnyksotsial'no-ekonomichnykh doslidzhen'. No. 1, pp. 85–89.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ОТНОШЕНИЕТО НА СТУДЕНТИТЕ КЪМ ПУШЕНЕТО НА ВЕЙП И ЗДРАВОСЛОВНИТЕ НАВИЦИ

Денислав Коцев, Стефан Стоянов
ДЕПОС, Технически университет - Варна, България
Саша Ботева
МТФ, ИНД, Технически университет - Варна, България
Виктор Иванов, Стелиана Калева
ФИТА, КНТ, Технически университет - Варна, България

УВОД

През последното десетилетие употребата на вейп се превръща в глобална тенденция, особено сред млади възрастни и студенти. Доставянето на никотин чрез вейп се възприема често като „по-безопасна“ алтернатива на традиционните цигари, но множество изследвания [1] [2] сочат, че и електронните устройства съдържат токсични вещества и могат да имат неблагоприятни ефекти върху здравето. Особено тревожно е доказаното въздействие на никотина върху развиващия се младежки мозък и връзката на пушенето на вейп със зависимости, проблеми със съня и психичното здраве. [3]

Студентската общност е демографска група с повишена податливост на социални влияния и любопитство към нови продукти. Едновременно с това, студентите често демонстрират парадоксални здравни навици: висока ангажираност със спорт и същевременно употреба на тютюневи изделия (пушене и/или вейп). Настоящият научен доклад има за цел да предостави цялостен поглед върху отношението на студенти към пушенето на вейп и традиционни цигари, като съчетае литературен обзор, базиран на научна литература по темата, с емпиричните данни от онлайн анкетно проучване сред студенти на Технически университет – Варна през пролетта на 2025 г.

Основните изследователски теми на проучването са:

- Разпространението на употребата на традиционни цигари спрямо вейп сред анкетираните студенти.
- Влиянието на пушенето на вейп на качеството на съня и нивото на физическата активност на студентите.
- Основните мотивации на студентите за употреба на вейп и традиционни цигари.
- Степента на информираност и рисковете сред студентите по отношение на тютюнопушенето.
- Половите и социалните различия на студентите към употребата и нагласите към вейпа.
- Препоръки на студентите за превенция и образователни кампании.

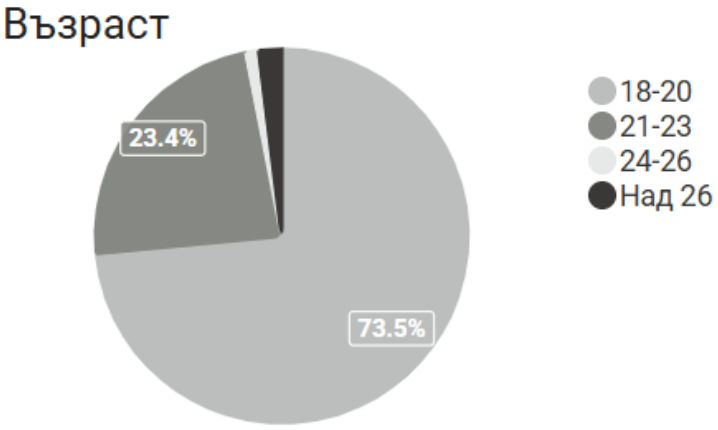
МЕТОДОЛОГИЯ

Извадка и контекст на изследването

Анкетното проучване е проведено през март–април 2025 г. сред 359 студенти на Технически университет – Варна. Процедурата на

разпространение е чрез QR код по време на спортни занятия, което означава, че извадката е селектирана сред студенти, посещаващи залите за спорт. Възрастовият профил на участниците е следният: (Фиг. 1)

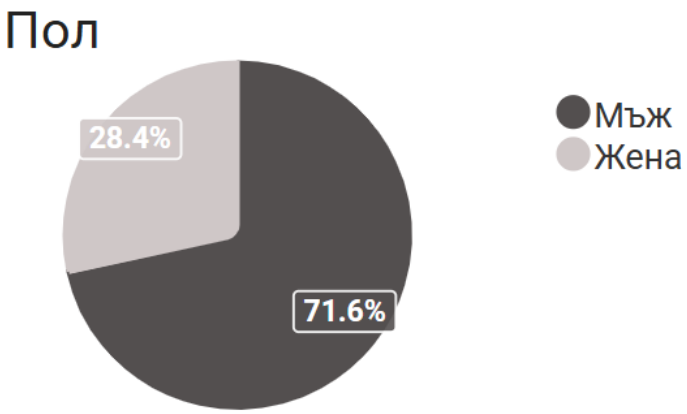
- **18–20 години**: 264 студенти (73.5%)
- **21–23 години**: 84 студенти (23.4%)
- **24–26 години**: 4 студенти (1.1%)
- **Над 26 години**: 7 студенти (1.9%)



Фиг. 1

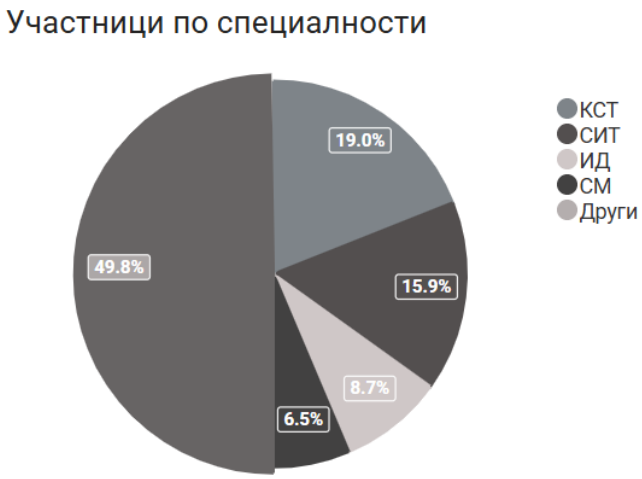
Полова структура: (Фиг. 2.)

- **Мъже**: 257 (71.6%)
- **Жени**: 102 (28.4%)



Фиг. 2

Разпределението по специалности (Фиг. 3) включва основно направленията „Софтуерни и интернет технологии“ (51 студенти), „Компютърни системи и технологии“ (61), „Социален Мениджмънт“ (21) и „Индустриален дизайн“ (28).



Фиг. 3

Инструмент за събиране на данни

Анкетата е анонимна и включва следните секции:

1. **Демографски данни**: възраст, пол, специалност.
2. **Навици за пушене**: употреба на традиционни цигари (статус: „да“, „не“, „опитвал, но вече не“), употреба на вейп (аналогични отговори), честота на пушене (например „всеки ден“, „няколко пъти седмично“, „само в социални ситуации“ и т.н.).
3. **Мотивации за употреба**: въпроси от типа „Защо пушите/вейпвате?“, „Какво ви подтикна да започнете?“, с възможни отговори „харесва ми“, „стрес“, „навик“, „социално влияние“, „любопитство“ и др.
4. **Здравословни навици**: ниво на физическа активност („да/не“, честота: „всеки ден“, „няколко пъти седмично“, „няколко пъти месечно“, „рядко“), причини за спорт (например „за здраве“, „за външен вид“, „харесва ми“, „социални контакти“), хранителни навици („стриктен здравословен режим“, „опитвам се, но не винаги успявам“, „не обръщам внимание“), наличие на изграден хранителен режим („да“, „не“, „опитвал/а съм, но не спазвам“).
5. **Възприятия и информираност**: въпроси за нагласите относно вредата от пушенето („дали е напълно вредно“, „по-скоро вредно“, „не толкова вредно“), относно безопасността на вейповете („дали са по-безопасни от традиционните цигари“, „не мога да преценя“ и др.), и ролята на социалните мрежи/инфлуенсърите в насърчаването на пушенето.
6. **Отворени въпроси**: възможност за свободни коментари и лично мнение относно пушенето, пушенето на вейп и здравословния начин на живот.

Събраните данни са анализирани описателно: честоти и проценти за категорийни променливи, разпределения за качествени отговори и обобщени тенденции.

РЕЗУЛТАТИ

1. Разпространение на употребата на традиционни цигари и вейп

От общо 359 анкетирани студенти: (Фиг. 4) и (Фиг. 5).

- **Пушат традиционни цигари**: 120 (33.4%)
- **Не пушат традиционни цигари**: 211 (58.8%)
- **Опитвали, но вече не пушат**: 28 (7.8%)

Фиг. 4

- **Пушат вейп**: 28 (7.8%)
- **Не пушат вейп**: 282 (78.6%)
- **Опитвали, но вече не пушат вейп**: 49 (13.6%)

Фиг. 5

Тези данни показват, че традиционното тютюнопушене все още е почти пет пъти по-разпространено сред студентите в сравнение с употребата на вейп. Тази констатация стои в контраст с някои международни тенденции (например в САЩ, Канада и Англия, където над 30% от младежите на 16–19 години редовно използват вейпове), което може да се дължи на специфичното демографско и социално-културно обкръжение на българските студенти (Фиг. 6).

Фиг. 6

2. Пушенето на вейп и качество на съня

Съществува лоша корелация между употребата на електронни цигари и качество на съня при младите хора. В нашето проучване значителна част от студентите, пушещи вейп, (повече от 60%) съобщават за нарушения в съня, като най-често срещани са безсъние или събуждания през нощта, докато само около 25% от не използващите отчитат подобни проблеми. Международните изследвания [4] потвърждават изводите от проведената анкета, като отчитат, че лошото качество на съня при пушещите вейп е около 2.4 пъти по-често в сравнение с непушещите.

3. Пушенето на вейп и физическа активност

Глобалните проучвания показват обратна връзка между нивото на физическа активност и употребата на тютюневи изделия (традиционни и електронни). [5] Нашите данни потвърждават, че сред студентите, които тренират редовно („всеки ден“ или „няколко пъти седмично“), процентът на редовни вейп пушачи е значително по-нисък (едва 5–7%), отколкото сред тези, които спортуват „рядко“ или „няколко пъти месечно“ (приблизително 15–18%). Също така, студентите, които тренират “за здраве” и “за външен вид” (84.7% от анкетираните), демонстрират по-ниска склонност към пушене на вейп, което потвърждава общо разпространена теза, че спортът и здравословният начин на живот играят защитна роля срещу навиците за пушене.

4. Мотивации за употреба на традиционни цигари и вейп

Сред анкетираните, които пушат (традиционни цигари и/или вейп), най-често цитирани мотиви за продължаване на употребата са: (Фиг. 7)

- „Стрес“: 19 записа
- „Социално влияние“: 15 записа
- Харесва ми“: 32 записа
- „Навик“: 26 записа
- „Не знам/просто така“: 17 записа

Фиг. 7

Относно факторите, подтикнали към започването на тютюнопушене:
- „Любопитство“: 37 записа
- „Социална среда (приятели, колеги)“: 28 записа
- „Стрес“: 16 записа
- „Реклама/инфлуенсъри“: 1 запис
- „Скука“: 1 запис
- Други (лични предпочитания): 2 записа

Тези резултати показват, че употребата обикновено започва под формата на социално експериментиране и любопитство, но после се поддържа от лично удоволствие и отчитане на пушенето като механизъм за справяне със стреса. Това е в синхрон с изводите на глобалните проучвания, които изтъкват ролята на „социалната среда“ и „атрактивните вкусове“ („fruit“, „mint“, „ментол“) като ключови мотиватори за млади пушачи. [6]

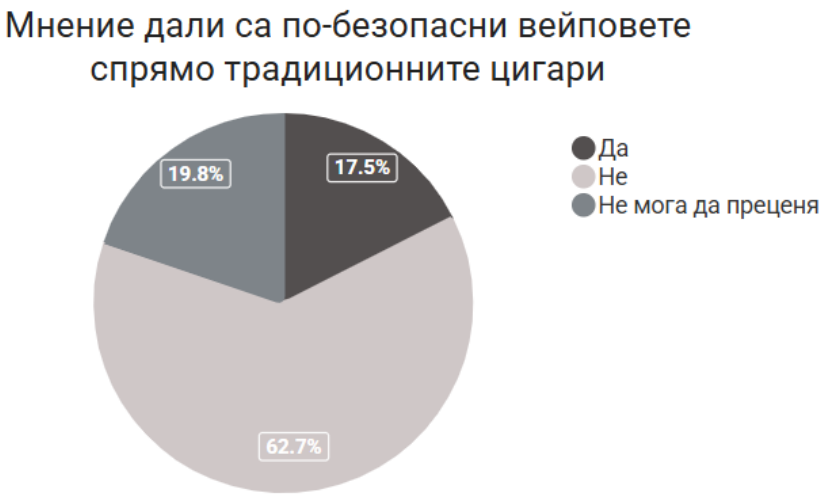
5. Информираност и рискови възприятия

Степента на информираност сред анкетираните студенти е следната:

- **Смятат пушенето за напълно вредно**: 254 (70.8%)
- **По-скоро вредно, но не толкова опасно**: 88 (24.5%)
- **Не е чак толкова вредно**: 11 (3.1%)
- **Не смятам, че е вредно**: 6 (1.7%)

Относно съотнасянето на вейповете спрямо традиционните цигари: (Фиг.8).

- **Не са по-безопасни**: 225 (62.7%)
- **Не мога да преценя**: 71 (19.8%)
- **Да, по-безопасни са**: 63 (17.7%)



Фиг. 8

По отношение на влиянието на социалните мрежи и инфлуенсърите върху насърчаването на пушенето:

- **По-скоро да** (насърчават): 105 (29.2%)
- **Неутрално**: 123 (34.3%)
- **Да, определено насърчават**: 70 (19.5%)
- **По-скоро не** (насърчават): 40 (11.1%)

Въпреки че три четвърти от студентите считат пушенето за „напълно вредно“, значителен брой продължават да пушат. За малко над половината от анкетираните се отчита, че вейповете не са по-безопасни от традиционните цигари, а близо 20% не могат да преценят. Тези данни отразяват сериозна несигурност и разнопосочни мнения по темата, което подхранва дезинформацията. Според световни изследвания липсата на единна и достъпна за младите хора информация относно опасностите от пушенето на вейп (например токсични химикали, вредни за респираторната система) увеличава риска те да го възприемат като „по-безопасна“ алтернатива. [7]

6. Полови и социални различия

В международни проучвания мъжете обикновено са по-често активни пушачи на вейп, но през последните години се наблюдава увеличение на употребата и сред жените. В нашата извадка:

- **Сред всички мъже (257 участници)**: 18 (7.0%) пушат вейп.
- **Сред всички жени (102 участници)**: 10 (9.8%) пушат вейп.

Съответно, традиционното пушене е по-широко разпространено и сред двата пола (мъже: 73души, 29.7%; жени: 24 души, 31.6%), но разликите са по-малко изразени. У нас жените все още са водещи сред пушенето на вейп, докато мъжете експериментират в по-малка степен. Впрочем, няколко студентки (особено от техническите специалности) изразяват в отворените коментари, че пробват вейп основно поради любопитство и социално влияние.

7. Общи нагласи сред студентите

Отворените въпроси в анкетата разкриват мнения:

- **Категорични противници на пушенето на вейп** („Не пуша вейп“, „Вейповете трябва да се забранят“)
- **Скептици относно регулацията** („Дори и да има анкети, хората няма да спрат да пушат“)
- **Крайно настроени** („След 20 години ще видим какво ще причини вейпът“), което показва чувство за безсилие, поради неизвестността от бъдещите рискове.
- **Позитивисти и защитници** („Вейповете са по-безопасни, ако са без никотин“, „Ако вейповете се забранят, трябва да се забранят и цигарите“), които отразяват погрешните нагласи, че липсата на никотин премахва всякаква опасност, докато всъщност „безникотиновите“ вейп-разтвори могат да съдържат токсични химикали.

Около 50% от анкетираните, които някога са пробвали вейп, споделят намерение да намалят или да спрат употребата си в близко бъдеще, което съответства на международни проучвания, показващи, че младежите, които експериментират с вейп, често изразяват желание да прекратят навика си.

Анализ

1. Съпоставка с международни проучвания

- **Разпространение на пушенето на вейп**: Докато международни изследвания посочват високи проценти на вейп употреба сред млади хора (до 30–35% в САЩ, Канада, Англия), нашата извадка регистрира едва 7.8% пушещи вейп сред студентите. Това вероятно се дължи на по-високо ниво на информираност, специфичния контекст (университетска среда, технически специалности) и/или по-късното навлизане на вейп продуктите в България.
- **Пушенето на вейп и сън/ментално здраве**: Резултат от около 60% съобщава за нарушения на съня за хора, които пушат вейп, и докладват значително по-ниска субективна оценка на качеството на съня. Това потвърждава, че дори при относително ниска пазарна пенетрация, пушенето на носи висок риск за съня.
- **Физическа активност**: Подчертава се връзката между спортната активност в контраст с пушенето на вейп: младежи с по-висока активност са по-малко склонни към вейп и тютюнопушене. В същото време те предупреждават, че понякога активните младежи могат да започнат да пушат – динамика, която не може да бъде проследена в еднократно проучване, но заслужава бъдещи лонгитудинални изследвания.
- **Мотивации за употреба**: В съответствие с глобалните изследвания, основните мотивации сред анкетираните студенти са

„социална среда“, „ароматизирани вкусове“ и „любопитство“. Процентът, който заявява „харесва ми“ (23% от всички пушачи), говори за личното удоволствие, но липсват данни за влиянието на конкретни аромати, тъй като анкетата не разграничава вкусове.

- **Информираност и рискови възприятия**: Близо 48% от анкетираните смятат, че вейповете не са по-безопасни от традиционните цигари, което е положителен индикатор за информираност, но 24% не могат да преценят.
- **Полови различия**: За разлика от международни данни, жените у нас са водещи сред пушещите вейп (9.8% от всички мъже), докато мъжете са в по-малък процент (7.0%). Драстичната разлика в броя анкетирани мъже и жени показва, че жените по-често експериментират и възприемат пушенето на вейп.

2. Дисонанс помежду здравословни навици и пушене

Парадоксът, че 74.4% от студентите (Фиг. 9) редовно спортуват (69.6% – за здраве, 42.9% – за външен вид), съжителства с висока честота на пушене на традиционни цигари (33.4%) и значителна степен на вейп пушенето (7.8%). Това показва, че учениците разграничават „непосредствените“ ползи от спорта (по-добра физическа форма, по-висока енергия) от „дългосрочните“ вреди от пушенето. Освен това, социалната функция на пушенето и пушенето на вейп (групова принадлежност, справяне със стрес) често надделява над абстрактните рискове. Подобни наблюдения се потвърждават и в качествените коментари, където „стресът“ и „социалното влияние“ се цитират като ключови мотиватори.

Фиг. 9

3. Ограничения на проучването

- **Селективна извадка**: Анкетата е разпространена сред студенти, посещаващи спортни занятия, което предполага по-висока ангажираност със спорта и възможно по-ниска честота на пушене/вейпване в сравнение с общата студентска популация.

- **Полова диспропорция**: Доминацията на мъжката извадка (71.6%) може да изкриви някои анализи, особено що се отнася до женската употреба и мотивации.

4. Препоръки за превантивни интервенции

1. **Целенасочени образователни кампании**

Информационните материали да включват ясни и достъпни факти за съдържанието на вейп-разтворите (никотин, токсични химикали) и техните краткосрочни и дългосрочни ефекти върху организма (например увреждане на съня, когнитивни функции). Използване на платформи, където студентите са активни (социални мрежи, обяви в университетски групи), като се привлекат млади „посланици“ и инфлуенсъри, които да комуникират научно обосновани послания. Провеждане на интерактивни семинари и уъркшопи със студенти, където се демонстрират алтернативни техники за справяне със стрес (например дихателни упражнения, медитация).

2. **Повишаване на медийната грамотност**

Специализирани лекции и дискусии за това как да се разпознават подвеждащи маркетингови послания от вейп индустрията. Инструменти за критична оценка на рекламните кампании и съдържанието им, подкрепени от примери със сравнителни анализи.

3. **Холистичен подход към здравословния начин на живот**

Интегриране на темата „Здравословен начин на живот“ в учебната програма и студентската инфраструктура, като се обвържат спортни програми с консултации по хранене и ментално здраве. Създаване на студентски клубове или онлайн платформи, където се популяризират здравословни начина на живот и споделени истории на успели отказали пушене.

4. **Психологическа подкрепа**

Осигуряване на безплатни или достъпни психологически консултации, насочени към справяне със зависимости и изграждане на самоконтрол. Настройване на „peer support“ програми, при които студенти, успели да се откажат от пушенето, помагат на връстници в процеса на отказ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на доклада разкрива, че въпреки относително ниските проценти - 7.8% на пушене на вейп сред анкетираните студенти, традиционното пушене остава по-разпространено - 33.4%. Мотивациите за употреба са комплексни и отразяват взаимодействието между любопитство, социално влияние, лично удоволствие и справяне със стреса. Лошото качество на съня и по-ниската степен на физическа активност сред употребяващите вейпове подсилват вече известни в научната литература рискови модели. Информираността за вредите от вейповете е относително добра, но съществува значителна неяснота и разнопосочни мнения, които

трябва да бъдат преодолени чрез ясни и последователни комуникационни стратегии.

Въз основа на представените данни, ключови изводи и препоръки, университетите и здравните институции могат да насочат усилията си към разработването на превантивни програми, насърчаващи холистичен подход към здравето, медиен плурализъм в комуникациите и психосоциална подкрепа за намаляване на употребата на тютюневи изделия и електронни цигари сред студентите.

Литература

[1] Pisinger Ch., Katsaounou P. Belo S., Vestbo J. (2021). E-cigarettes, heated tobacco and other novel nicotine-containing products: a help to smokers or a public health threat?, Supporting Tobacco Cessation, N90, p. 33.
[2] Bracken-Clarke, D., Kapoor, D., Baird, A. M., Buchanan, P. J., Gately, K., Cuffe, S., & Finn, S. P. (2021). Vaping and lung cancer–A review of current data and recommendations. Lung Cancer, 153, p. 11.
[3] Wang, T. W., Neff, L. J., Park-Lee, E., Ren, C., Cullen, K. A., & King, B. A. (2020). E-cigarette use among middle and high school students—United States, 2020. MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report, 69(37), p. 1310.
[4] Evans, S. L., Alkan, E., Aziz, O., Picaza-Gorrostategi, M., Legorburu, I., Alonso, I. Personality Risk Factors for Vape Use amongst Young Adults and Its Consequences for Sleep and Mental Health. Healthcare 2024, 12(4), 423.
[5] Pokhrel, P., Schmid, S., Pagano, I. Physical Activity and Use of Cigarettes and E-Cigarettes Among Young Adults. Am J Prev Med. 2020, 58(4):580–583.
[6] Al-Naimi, A., Al-Obaidli, F., Al-Rashdi, R., Chokor, F. A., Al-Hamdani, M. Sociodemographic Characteristics and Vaping Motives as Potential Correlates of Early Vaping Initiation. Front Public Health 2024, 12:1484252.
[7] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Smoking and Tobacco Use: Health Effects of Vaping. 2024.

РОЗВИТОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ВІД ДОБИ АНТИЧНОСТІ ДО СЬОГОДЕННЯ

Проф., канд. техн. наук М.А. Мироненко, асп. А.С. Лисенко
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна

Причини, які спонукають до обговорення питань автоматизації, або ж які перетворюють автоматизацію на загальноприйняте явище виробничої культури мають системний характер.

Думка про необхідність процесу автоматизації сягає глибини тисячоліть. Приблизно у 400 р. до н.е. грецький дослідник-експериментатор, а

також математик і талановитий механік Архит Тарентський намагався сконструювати перший автомат у вигляді голуба, який може самостійно триматися у потоці повітря.

Корпус пристрою був дерев'яним, порожнім всередині, циліндричної форми (рис. 1). З боків розташовувалось два великих та два маленьких крила. Автомат працював на паровій тязі. Передня частина конструкції була загостреною, ніби дзьоб у пташки. У задній частині голуба розташовувався отвір, через який його під'єднували до парового котла. [1]

Рисунок 1 – Реконструкція голуба Архита Тарентського з експозиції Museum of Ancient Greek Technology [1]

Коли в котлі починалося випаровування, тиск підвищувався та голуб підлітав. Політ продовжувався декілька сотень метрів, завдяки силі стиснутого повітря, що знаходився всередині цієї конструкції. [1]

Як тут не пригадати давньогрецьку легенду про нащадка царського роду, різьбяра і будівничого Дедала та його сина Ікара? [2]

Видатний філософ античної доби Арістотель також неодноразово у своїх працях писав про автомати, тобто предмети, які здатні самостійно рухатися у просторі.

За доби Відродження у Європі виник повторний попит на ідеї, які стосуються само привідних механізмів і машин. Так, у 1505 р. Петер Хенляйн з німецького містечка Нюрнбергг, вперше в світі створив кишеньковий годинник із балансом. Це був перший автоматичний прилад, який набув неабиякого практичного застосування. До 1520 року Хенляйн налагодив виробництво своїх портативних годинників, які зазвичай мали форму консервної банки або сфери. Годинники у формі сфери часто називали помандерами (фр. pomme d'ambre – запашне яблуко) через їхню зовнішню схожість з однойменними контейнерами для парфумів, які зазвичай підвішували на шатлені до пояса. [3]

Науково-технічний прогрес людства вже не можливо було обмежити лише Європою. У 1784 р. у Північній Америці в місті Філадельфія було побудовано перший автоматичний борошномельний млин, до якого з одного боку завантажували зерно, а з іншого отримували діжки, заповнені по вінця високоякісним борошном. Це була перша поточна виробнича лінія.

Та європейці не бажали поступатися першістю щодо автоматизації виробничих процесів кращим представникам молодої американської нації. У 1808 р. французький підприємець та винахідник Жозеф Марі Жаккар (1752 – 1834) запропонував споживачам ткацький верстат (рис. 2), яким можливо було керувати за допомогою картонної стрічки із отворами. Це був перший в світі верстат із автоматичним управлінням. Верстат Жаккара став першим в світі промисловим винаходом, що використовує у своїй роботі перфокарту, яка дозволяє йому працювати за наперед розробленою програмою. [4]

Рисунок 2 – Ткацький верстат Жаккара для візерункових матерій [3]

Домінуючого значення автоматизація набула лише після 1918 р. Це було пов’язане із розвитком поточних ліній, зокрема у автомобілебудуванні.

Якщо обрати приклад із трубопрокатної науки, то варто зауважити, що автоматизований агрегат можна характеризувати як високопродуктивний, такий, що не потребує великої кількості обслуговуючого персоналу. Відповідно, при низькому рівневі витрат він забезпечує надійність виробництва та високий рівень якості продукції. Вказані переваги обумовлені економічністю виробництва, що сприяє зниженню собівартості випущеної продукції.

Оскільки мова зайшла про виробництво труб, то як тут не згадати братів Рейнгарда (1856 – 1922) та Макса (1857 – 1915) Маннесманів – винахідників високопродуктивного способу виробництва безшовних труб. [5]

Вирішальний поштовх до суттєвого прискорення автоматизації у виробничих процесах було надано у 1950-х рр., коли було створено перші промислові електронні обчислювальні машини (ЕОМ).

Як перегук поколінь можна розглядати цікавий факт з історії науки. Ткацький верстат конструкції Жаккара міг виготовляти на тканині картини, які можна було прийняти за гравюри. На початку 1840 року у Чарльза Беббиджа (1792 – 1871), винахідника першої аналітичної обчислювальної

машини, вдома знаходився такий зітканий портрет, і гості не здогадувалися, яким чином його було зроблено. [6]

На сучасних підприємствах, зокрема у Японії від середини XX ст. активно використовується при організації роботи на виробничих лініях принцип дзідока (яп. Jidoka) або автономізація – це принцип роботи, при якому робоче обладнання може виявити помилку та негайно зупинити виробничий процес, без втручання оператора. Такий підхід дозволяє керувати декількома верстатами одночасно. Цікаво, що вперше принцип дзідока був використаний у 1896 році японським винахідником та промисловцем Сакіті Тойодою (1867 – 1930), який пізніше став засновником Toyota Motor Company. На момент запровадження принципу автономізації у виробничій лінії родинний бізнес зосереджувався у текстильній галузі і полягав у вдосконаленні верстатів західного виробництва (рис. 3). [7]

Рисунок 3 – Ткацький автоматичний верстат Сакіті Тойода [7]

Висновки. Причини, які перетворюють автоматизацію на важливе явище виробничої культури мають системний характер.

У статті розглянуто ключові події, які визначали розвиток автоматизації в історії людства від доби Античності до нашого часу: винаходи кишенькового годинника, автоматичного ткацького верстату, валкового прошивного стану для виробництва безшовних труб, ЕОМ.

Сучасний етап розвитку процесів автоматизації характеризується автономізацією – наділенням пристроїв і машин штучним інтелектом. До чого дійде розвиток подібних технологій дізнаємося незабаром.

Посилання

1. Чи були роботи до появи електроенергії? Частина 1 URL: https://www.imena.ua/blog/robots-before-electricity-part-1/
2. Міф про Дедала та Ікара / Переказ Катерини Гловацької URL: https://www.ukrlib.com.ua/world/printit.php?tid=10435

3. Кишенькові годинники: коротка історія та основні дизайни URL: https://violity.com/ua/publication/7357-kishenkovi-godinniki-korotka-istoriya-ta-osnovni-dizajni.html
4. Ткацький верстат Жаккара URL: https://galanix.com/ua/articles/tkackyy-stanok-zhakkara
5. Hatzfeld, Lutz, "Mannesmann, Reinhard" in: Neue Deutsche Biographie 16 (1990), S. 62-63 [Online-Version]; URL: https://www.deutsche-biographie.de/pnd116733950.html#ndbcontent
6. Чарльз Беббідж біографія та цікаві факти URL: https://dovidka.biz.ua/charlz-bebbidzh-biografiya-2
7. Мироненко Н. Управление предприятием на основе концепции бережливого производства: Монография. / Николай Мироненко. – Дніпропетровськ: «Журфонд», 2016. – 146 с.

ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЯМИ В ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАДАХ

Аспірант Ю.Г. Мудрик
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна

Відновлення та розвиток територіальних громад України стає ключовим завданням держави у післявоєнний період. Необхідно поєднати традиційні підходи публічного управління з інноваційними рішеннями для забезпечення стійкості громад. Інтеграція новітніх цифрових технологій, проектних підходів і активного залучення громадян сприяє ефективному використанню обмежених ресурсів і підвищенню якості життя. Водночас відновлення громад потребує системного та багатокомпонентного підходу – від інвестицій і управління ресурсами до екологічної безпеки та громадської участі.

Публічне управління інноваціями ґрунтується на принципах стратегічності, адаптивності та партнерства. В умовах глобальних трансформацій функціонування громад залежить від їх інституційної спроможності та спроможності до інновацій. Вчені відзначають, що сучасна територіальна парадигма розвитку вимагає посилення ролі громад і формування відповідного інституційного забезпечення їх функціонування та інноваційного розвитку [2]. За концепцією інноваційного стратегічного управління, успіх у кризовій ситуації (війні чи післявоєнному відновленні) забезпечують гнучкість, мобільність і ефективне використання ресурсів. Інноваційне управління спрямоване на забезпечення стабільності, безпеки та сталого розвитку громад, що є сьогодні актуальним напрямом досліджень. У наукових розробках підкреслюється важливість стратегічного планування, інституційних трансформацій та залучення громадян для легітимації рішень [5].

Становлення спроможних територіальних громад відбувається на основі адміністративно-територіальної реформи та децентралізації. У результаті в Україні створено понад 1400 громад, які отримали широкі повноваження щодо місцевого розвитку [6]. Однак багато дослідників відзначають недостатню розвиненість інституційного забезпечення цього процесу. Дослідження показують, що застосування інновацій в управлінні громадою дозволяє формувати стійке середовище і забезпечувати довгостроковий розвиток навіть у кризах. Водночас необхідно подолати «пастки інституційної спроможності», коли реформи впроваджуються без достатньої системності, а громади позбавлені достатніх ресурсів і прав на відновлення [3].

Для практичного впровадження інновацій у громадах використовуються різні інструменти сучасного управління. Зокрема, органи місцевого самоврядування впроваджують системи управління проєктами (Project Management Systems), що дозволяють автоматизувати планування, контроль та координацію проєктів. Це дає змогу оптимізувати розподіл ресурсів, зменшити витрати і підвищити результативність управління. Аналіз великих даних (Big Data) допомагає обробляти великі обсяги інформації та своєчасно реагувати на нові виклики, а штучний інтелект використовують для прогнозування наслідків управлінських рішень. Різні платформи електронної демократії (системи електронного голосування, онлайн-опитування, громадські бюджети) залучають мешканців до прийняття рішень і підвищують прозорість влади. Інтернет речей (IoT), блокчейн, хмарні сервіси та віртуальна реальність відкривають нові можливості для моніторингу інфраструктури, безпеки та навчання персоналу. У сукупності ці інноваційні інструменти в місцевому самоврядуванні спрямовані на підвищення ефективності та підзвітності влади, поліпшення комунікації всередині громади й створення прозорих механізмів залучення громадян до управління [1,3].

Сучасна політика держави визначає декілька ключових напрямів модернізації публічного управління задля підтримки інновацій. Стратегія WINWIN до 2030 року окреслює створення центрів досконалості, сприяння GovTech та підвищення ефективного менеджменту інноваційних установ. Перший напрям – цифровізація та розбудова електронної інфраструктури: впровадження єдиного цифрового документообігу, розширення сервісів «Дія», ЦНАПів нового типу тощо, що пришвидшує надання послуг і підвищує прозорість. Другий – розвиток людського капіталу та освітніх програм: навчання держслужбовців новим методам управління, проведення семінарів і воркшопів з підприємництва і стартап-менторства, щоб місцева влада могла генерувати інноваційні проєкти. Третій – вдосконалення регуляторного середовища для інновацій: спрощення процедур для бізнесу, захист прав інтелектуальної власності, залучення фінансування для стартапів і наукоємних проєктів. Четвертий – підвищення відкритості та підзвітності: запровадження систем «open data», електронних платформ участі, відкритих бюджетів, що заохочують громадян до моніторингу влади [6].

В результаті реалізації цих модернізаційних кроків влада здобуває змогу розробляти цілеспрямовані стратегії, які підвищують безпеку громад, покращують умови життя та забезпечують довгостроковий розвиток інфраструктури після війни.

Висновки. Публічне управління інноваціями в територіальних громадах України потребує комбінованого підходу: теоретичної бази стратегічного планування та практичних рішень із впровадженням технологій. Інституційна спроможність громад визначає їх здатність використовувати інновації – тому необхідно зміцнювати місцеві бюджети, підвищувати кваліфікацію посадовців, впроваджувати практики публічно-приватного партнерства. Прозоре управління, широке залучення мешканців і сучасні технології створюють умови для сталого розвитку навіть у найскладніших обставинах. Завдяки спільним зусиллям громади здобувають можливість не тільки відновлюватися, але й розвиватися: «громади стали на шлях ефективного відновлення та зростання». Отже, публічне управління інноваціями має стати ключовим чинником побудови конкурентоспроможних і стійких українських громад у післявоєнний період.

Посилання

1. Витвицька О. Д., Ємченко М. Ю., Майстренко І. Г.(2023). Управління інноваційними процесами у відновленні економіки: міжнародний досвід. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2023. Том 8. № 4. С. 270 – 275. DOI: https://doi.org/10.36887/2415-8453-2023-4-44 http://ujae.org.ua/upravlinnya-innovatsijnymy-protsesamy-u-vidnovlenni-ekonomiky-mizhnarodnyj-dosvid/
2. Витвицька О.Д., Сливінська О.Б. (2023). Інституційно - інноваційні зрушення в умовах глобалізації. Український журнал прикладної економіки. 2021. Том 6. № 3. С. 79 - 86.
3. Мокій, А. І., Павліха, Н. В., Науменко, Н. С., та Дацко, О. І. (2018). Інституційне забезпечення інноваційного розвитку територіальних громад України. Регіональна економіка, (4), 17–27.
4. Томашук, І. В., та Томашук, І. О. (2023). Стратегічні основи інноваційного розвитку територіальних громад. Економіка та суспільство, (57), 81–88.
5. Зайченко, В. В. (2018). Роль територіальних громад у забезпеченні розвитку інноваційно-інтегрованих структур в умовах децентралізації. Центрально-український науковий вісник (Економічні науки), 1(34), 21–32.
6. Кабінет Міністрів України. (2024). Стратегія цифрового інноваційного розвитку України (WINWIN) до 2030 року. https://www.kmu.gov.ua

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ, КОНСТРУКТИВНИХ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ У БУДІВНИЦТВІ ЛОГІСТИЧНИХ ЦЕНТРІВ В УКРАЇНІ

Канд. техн. наук, доц. П.І. Несевря[1], *аспірант Д.М. Лагутчев*[2]
ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
Українського державного університету науки і технологій
[1]*nesevrya.pavlo@pdaba.edu.ua* [2]*lagutchev.dmytro@365.pdaba.edu.ua*

Постановка проблеми. Будівництво логістичних центрів в Україні відбувається в умовах зростаючих викликів: просторової концентрації вантажопотоків, обмеженості придатних ділянок, сезонності будівельних робіт та зміни транспортної інфраструктури. Водночас у сучасній практиці бракує цілісного підходу до взаємного врахування об'ємно-планувальних, конструктивних та організаційно-технологічних чинників, що призводить до перевитрат, затримок і втрати функціональної ефективності об'єктів [1].

Мета дослідження. Проаналізувати взаємозв'язки між просторовими, конструктивними та технологічними параметрами логістичних комплексів, виявити їхній вплив на ефективність проєктування й реалізації, а також обґрунтувати доцільність інтегрованого підходу в умовах України.

Результати дослідження. У дослідженні здійснено комплексний аналіз взаємозв'язків між ключовими параметрами проектування та реалізації логістичних центрів, що будуються в Україні в умовах постіндустріального переходу та зростаючих викликів для транспортно-логістичної інфраструктури. Розглядаються три основні групи факторів: об'ємно-планувальні, конструктивні та організаційно-технологічні, які визначають ефективність, адаптивність і стійкість логістичних споруд.

Доведено, що **об'ємно-планувальні характеристики** (площа забудови, висота складування, зонування внутрішніх приміщень) формують не лише функціональну гнучкість об'єкта, але й впливають на вибір конструктивної схеми та монтажної технології. Зокрема, при проєктуванні логістичних об'єктів в умовах обмеженої доступності земель (наприклад, у промислових зонах Київської, Одеської та Львівської областей) оптимальне планування площі і конфігурації (GBA – gross building area) дозволяє забезпечити максимальну ефективність вантажопотоків і зменшити транспортні втрати [1].

У свою чергу, **конструктивні фактори** – тип фундаменту, несуча система (металевий або ЗБ каркас), крок колон, тип огороджувальних конструкцій – прямо залежать від об'ємно-планувального рішення і специфіки технологічного процесу в логістичному комплексі. Наприклад, висота складування понад 12 метрів вимагає високої жорсткості каркасних елементів та використання промислових підлог підвищеної міцності. В

сучасних українських проєктах широко використовуються комбіновані рішення на базі ЛСТК і ЗБ-колон [3], що дозволяє поєднати швидкість монтажу з довговічністю конструкцій.

Третім ключовим блоком є **організаційно-технологічні фактори**: застосування технологій швидкомонтованих будівель, рівень автоматизації процесів, використання BIM-платформ для управління будівництвом, адаптація до сезонності робіт в Україні. Саме ці фактори визначають практичну реалізацію архітектурно-конструктивної концепції в задані терміни та з обмеженим бюджетом [2].У період 2022–2024 років спостерігається підвищення вимог до швидкості введення в експлуатацію логістичних потужностей, що актуалізує використання проектного управління за принципом fast-track, а також підвищення ролі інтеграції проєктування та будівництва [4].

Взаємозалежність трьох груп факторів представлена у вигляді **системної матриці впливу**, яка дозволяє на стадії передпроектного аналізу прогнозувати конструктивні обмеження та ризики реалізації.

Таблиця 1. Системна матриця впливу

Група факторів ↓ \ Компонент →	Площа / Конфігурація	Висота складування	Зонування	Тип каркасу	Крок колон	Тип фундаменту	Панелі / Покрівля	BIM / Fast-Track	Монтаж / Логістика
Об’ємно-планувальні фактори	0	3	3	2	1	1	2	1	2
Конструктивні фактори	2	3	2	0	3	2	2	1	2
Організаційно-технологічні фактори	1	2	2	2	2	3	2	3	0

У таблиці відображено рівень впливу одного фактору на інші за шкалою:

- 0 — відсутній вплив
- 1 — слабкий вплив
- 2 — середній вплив
- 3 — сильний взаємозв’язок

Таким чином :

- Висота складування **сильно впливає** на вибір типу каркасу (оцінка: **3**).
- BIM / Fast-Track **сильно залежать** від орг.-технологічних рішень (оцінка: **3**).
- Площа забудови **впливає** на зонування і планувальну логіку (оцінка: **3**).
- Тип фундаменту **має середній зв’язок** з конструктивною схемою та монтажем (оцінка: **2–3**).

Висновки.

Системний підхід до проєктування логістичних центрів, що інтегрує три групи чинників, є критично важливим для адаптації логістичної інфраструктури України до нових економічних та геополітичних умов. Такий підхід підвищує ефективність будівництва, забезпечує гнучкість використання об'єктів та відповідає вимогам сучасної логістики.

Посилання

1. Олійник О.М. Ефективність планування логістичних споруд. – Будівництво України, 2020.
2. Dubovyk V., Korol O. et al. Fast-track Logistics Hubs in Eastern Europe. – LogForum, 2022.
3. Ковальчук І.І. Металеві конструкції для логістичних об'єктів. – Промислове будівництво і архітектура, 2021.
4. Berezutskiy A., Morozova I. Structural Approaches in Logistics Construction. – Eastern European Journal of Architecture, 2019

УПРАВЛІННЯ ТЕКСТИЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Доц., канд. пед. наук А.В. Нікуліна
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна м. Харків, Україна

У XXI столітті проблема надмірного накопичення відходів досягла загрозливих масштабів, і одним із ключових чинників забруднення довкілля є текстильна промисловість. Через стрімке зростання рівня споживання, популярність швидкої моди та короткий життєвий цикл текстильних виробів у світі накопичуються критичні обсяги текстильних відходів. За даними досліджень, ця галузь є відповідальною за приблизно 20% промислового забруднення водних ресурсів, а також генерує близько 35% мікропластику, що потрапляє до океанів [1]. Особливу тривогу викликає й той факт, що протягом останніх двадцяти років обсяги виробництва текстильних товарів подвоїлися, тоді як кількість циклів використання одного виробу зменшилася майже на 36% [1]. Водночас, повторне використання текстильних матеріалів і впровадження ефективних методів переробки стали пріоритетними напрямами у світовій стратегії сталого розвитку. Відходи, які раніше розглядалися виключно як сміття, нині набувають статусу цінного ресурсу, з якого можна виготовляти нову продукцію або використовувати для виробничих потреб у суміжних галузях.

В Україні, попри відсутність централізованої системи сортування текстилю, спостерігається зростання інтересу до екологічно відповідального споживання. За результатами дослідження Романюк Є.О. та Курушкіної А.В. [3], значна частина населення виявляє готовність долучатися до ініціатив, пов'язаних із повторною переробкою текстилю, особливо за наявності зручних механізмів збору та економічних стимулів. Це відкриває перспективи для формування в країні системного підходу до мінімізації відходів у легкій промисловості - як шляхом технічних інновацій, так і завдяки зміні поведінки споживачів. Залучення малого та середнього бізнесу до сфери апсайклінгу і ресайклінгу відкриває нові економічні можливості та сприяє розвитку локальних ініціатив.

Метою цієї роботи є дослідження способів переробки та повторного використання текстильних відходів у легкій промисловості, а також аналіз ефективних стратегій мінімізації відходів, які можуть бути впроваджені на різних етапах виробництва та споживання текстильної продукції.

Текстильна промисловість перетворилася на один із найпотужніших генераторів відходів. Особливої актуальності проблема набуває на тлі кліматичних змін і виснаження природних ресурсів. Найбільший внесок у зростання обсягів відходів робить концепція fast fashion - швидкої моди. Масове виробництво недорогого одягу, розрахованого на короткотривале використання, створює культ споживання, при якому речі втратили цінність і використовуються у кращому випадку кілька разів. В середньому споживач носить одну одиницю одягу лише 7–10 разів, перш ніж викинути її. Близько 85% всього текстилю опиняється на смітниках або спалюється, спричиняючи значні викиди парникових газів.

Особливу екологічну загрозу становлять синтетичні тканини, виготовлені з нафтопродуктів. Поліестер, акрил, нейлон розкладаються в природному середовищі сотнями років і в процесі розпаду виділяють мікропластик, що потрапляє в ґрунти, річки й океани. Мікропластикові частинки проникають у харчовий ланцюг, що вже має негативні наслідки для здоров'я людини. Водночас натуральні тканини, хоча й більш екологічні з погляду біорозкладу, теж спричиняють проблеми. Наприклад, виробництво бавовни вимагає значної кількості води (до 10 000 літрів на одну футболку) та хімікатів — пестицидів і барвників, які шкодять екосистемам. Таким чином, і синтетичні, і натуральні волокна потребують перегляду способів їх використання, повторної обробки та зменшення загального обсягу споживання.

Сучасні виклики вимагають переходу до моделі циркулярної економіки, де замість "виробництва – споживання - утилізації" функціонує принцип "виробництво – використання - повторне використання - переробка". Це передбачає як інноваційні технології в переробці, так і зміну поведінки споживачів. Ключовими стратегіями є зменшення обсягів виробництва, розвиток вторинного ринку, апсайклінг та інвестиції в екологічно безпечні матеріали. Загалом, масштаб проблеми текстильних відходів не є локальним -

це глобальна екологічна та економічна криза, що потребує комплексного і міждисциплінарного підходу на рівні держав, бізнесу та суспільства.

Текстильні відходи можна розподілити на три основні категорії:

- промислові відходи (pre-consumer): У цю категорію входять усі відходи, що утворюються на етапі виробництва тканин і готових виробів. Це можуть бути обрізки тканини, які залишаються після процесів крою та шиття, а також дефектні продукти, що не відповідають вимогам якості. За даними статистики, в Україні близько 15% від загальної кількості текстильних відходів припадає на промислові.

- споживчі відходи (post-consumer): Це вживаний одяг і домашній текстиль, що зношується через використання. У цю категорію також входять тканини, які втратили свою функціональність через пошкодження чи моральне старіння. Оцінки показують, що споживачі щорічно утворюють близько 60–70% текстильних відходів через покупку нового одягу, що є відправною точкою для впровадження сталих практик переробки.

- логістичні та інші відходи: Це залишки текстильних матеріалів, що утворюються при транспортуванні продукції, її зберіганні чи упаковці. Вони часто складаються з матеріалів, які важко піддаються переробці.

Переробка текстильних відходів є ключовим напрямом розвитку сталої легкої промисловості, що дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та ефективно використовувати цінні матеріальні ресурси. Існує кілька різних видів переробки, кожен із яких має свої особливості, переваги та сфери застосування, а саме:

- механічна переробка - це процес подрібнення текстильних відходів для створення нових матеріалів. Оскільки цей метод є одним з найбільш простих і дешевих, він широко використовується для переробки бавовняних, вовняних та інших натуральних тканин. Проте якість отриманих волокон значно знижується, що обмежує їх подальше використання для виробництва одягу високої якості. Один із прикладів - використання перероблених матеріалів для виробництва утеплювачів, а також у виробництві ізоляційних матеріалів для будівель, автомобілів, що дозволяє зменшити використання первинних матеріалів і енергетичні витрати.

- хімічна переробка є перспективною технологією для переробки синтетичних матеріалів, таких як поліестер та нейлон. Цей процес включає використання хімічних реакцій для розщеплення полімерів на мономери, які можуть бути використані для виробництва нових тканин або інших продуктів. Так, наприклад, при переробці поліестеру можна повернути сировину до первісного стану і виготовити з неї нові поліестерні волокна без втрати якості. Деякі країни, такі як Японія та Швеція, активно розвивають хімічне перероблення для текстильних відходів, що є важливим кроком у переході до циркулярної економіки, де відходи не є кінцевим результатом, а стають ресурсом для виробництва нових товарів.

- біотехнології включають використання ферментів або мікроорганізмів для розщеплення текстильних матеріалів. Наприклад, ферменти, що

розщеплюють целюлозу, можуть бути використані для переробки бавовняних тканин або інших натуральних волокон. Цей метод є екологічно чистим і має потенціал для вирішення проблеми переробки природних матеріалів. Науковці також досліджують можливості використання спеціальних бактерій для розкладу синтетичних тканин, таких як поліестер, що відкриває перспективи для переробки важких матеріалів у майбутньому.

Повторне використання та апсайклінг стають дедалі популярнішими підходами у сучасній текстильній промисловості, спрямованими на зменшення відходів та створення нових цінних виробів із вже існуючих матеріалів. Існує кілька моделей та методик, які дозволяють максимально ефективно впроваджувати ці практики, адаптуючи їх під різні види текстильної сировини та потреби ринку.

Апсайклінг - це один з найбільш ефективних і креативних способів повторного використання текстильних матеріалів. Це дозволяє створювати нові продукти з вживаних або непотрібних тканин, не втрачаючи їхню цінність. Наприклад, старі джинси можна переробити в сумки, а з використаних футболок - створити нові текстильні вироби для дому, такі як килимки або подушки. Це не тільки зменшує кількість відходів, а й сприяє розвитку творчих індустрій, залучаючи молодих дизайнерів та ремісників до створення унікальних виробів. Апсайклінг також дозволяє створювати стійкі бізнес-моделі для малих підприємств, орієнтуючись на екологічні цінності.

Повторне використання текстильних виробів - це ключовий підхід до зменшення обсягів відходів у легкій промисловості. У цьому контексті важливу роль відіграють секонд-хенди, благодійні організації, платформи для обміну одягом і онлайн-маркети з продажу вживаних речей. Вони дозволяють значно подовжити життєвий цикл текстильних товарів, зменшити потребу у виробництві нових речей і, відповідно, скоротити споживання природних ресурсів. Сучасні цифрові сервіси, як-от Vinted, Depop, ThredUp, стали популярними інструментами повторного використання у багатьох країнах. Завдяки їм одяг і текстильні вироби отримують нових власників, що сприяє зменшенню екологічного сліду модної індустрії. Така модель також має соціальний ефект, адже часто вживані речі є більш доступними для широких верств населення.

В Україні повторне використання найчастіше реалізується через магазини секонд-хенд і спільноти в соцмережах. Останнім часом розвиваються екологічні ініціативи, як-от “свопи” (події обміну речами), де учасники можуть обмінятися одягом без фінансових витрат. Благодійні фонди також приймають текстиль на потреби малозабезпечених, що поєднує екологічний та гуманітарний підхід. Повторне використання - це не лише практика зменшення відходів, а й крок до формування культури відповідального споживання, що базується на ідеях сталого розвитку, помірності та усвідомленого вибору.

В Україні на сьогодні існує значний потенціал для розвитку переробки текстильних відходів, але він реалізується лише частково. Основною

проблемою залишається відсутність ефективної системи збору, сортування та повторного використання текстилю. За оцінками аналітиків MDPI, лише 1–3% текстильних відходів у країнах Східної Європи потрапляють на переробку, тоді як решта - на звалища або в неформальний сектор [1].

Серед головних викликів - відсутність спеціалізованих підприємств, недосконале законодавство, низька поінформованість громадськості, відсутність стимулів для бізнесу. Крім того, більшість виробників не мають доступу до сучасних технологій, які дозволяють якісно переробляти тканини зі змішаним складом [2].

Разом з тим, перспективи для змін є. На державному рівні можуть бути впроваджені стратегії розвитку циркулярної економіки, передбачені в екологічній політиці ЄС. Це може включати створення інфраструктури для окремого збору текстилю, підтримку місцевих виробників, що використовують перероблені матеріали, розвиток логістичних центрів та сприяння екоспоживанню через інформаційні кампанії.

Важливо також активізувати міжсекторальну співпрацю між державними установами, бізнесом, науковцями та громадськими організаціями. Прикладом такої співпраці можуть бути пілотні регіональні проєкти або муніципальні програми з повторного використання текстилю, які вже довели свою ефективність у країнах Балтії та Північної Європи [3].

Загалом, лише системний і комплексний підхід - поєднання законодавчих змін, освітніх ініціатив, технологічної модернізації та активної участі громадськості - може дати позитивні результати та зробити Україну активним учасником сталого розвитку у сфері легкої промисловості. Водночас важливо забезпечити підготовку фахівців - екологів, технологів, менеджерів, які здатні працювати у сфері сталого текстильного виробництва. Запровадження відповідних освітніх програм у закладах вищої освіти дозволить сформувати кадрову базу для трансформації галузі.

Таким чином, переробка текстильних відходів - це не просто технологічна або економічна задача, а ключовий елемент формування нового світогляду, що сприятиме побудові більш сталої та екологічно відповідальної індустрії в майбутньому.

Висновки

1. Проблема текстильних відходів є масштабною та складною. Те, що часто сприймається як залишки виробництва чи старий одяг, насправді становить серйозний екологічний і економічний виклик, з яким стикається весь світ, у тому числі і Україна. Сучасні реалії вимагають відмови від звичного підходу «купив – одягнув – викинув» на користь відповідального ставлення до споживання задля збереження планети для майбутніх поколінь.

2. Переробка текстилю - це не лише сортування чи відмова від певних матеріалів, а радше переосмислення цінності речей, зміна підходу до виробництва, споживання та моди. Кожен матеріал має власну енергію, вартість та екологічний слід, і вибір споживачів визначає, чи отримає він друге життя, чи опиниться на смітнику.

3. Сучасні технології дозволяють повертати навіть складні текстильні суміші у виробничий цикл, що відкриває великі перспективи. Однак ефективність цих рішень залежить від готовності суспільства впроваджувати їх системно. Для України існують ресурси, ідеї, а також ініціативні молоді підприємці й активісти, проте бракує комплексного підходу, законодавчої підтримки та розвитку екологічної культури серед населення.

4. Успішна переробка текстильних відходів є результатом синтезу технологічних інновацій, відповідального бізнесу, освітніх програм і підвищення екологічної свідомості. Це завдання, що стосується не лише урядових структур чи промисловості, а й кожного споживача. Навіть незначні зміни у поведінці, такі як віддання старого одягу на переробку замість утилізації, можуть стати важливим кроком на шляху до стійкого розвитку текстильної індустрії.

Посилання

1. Sandin, G., Peters, G.M. (2021). Environmental and economic analysis of textile waste recycling technologies. MDPI Sustainability, 13(24), 13732. https://www.mdpi.com/2071-1050/13/24/13732
2. Shen, B., et al. (2023). Advancing Circularity in the Fashion and Textile Industry. SAGE Journals. https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/00405175231210239
3. КурушкінаА.В., СкіданВ.В., Романюк Є.О. Аналіз можливостей переробки текстильних матеріалів в Україні. Електромеханічні, інформаційні системи та нанотехнології : матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції молодих учених та студентів(20 квітня 2023 року). Київ: КНУТД, 2023. – С. 96-98. URL: https:// er.knutd.edu.ua/handle/123456789/23529

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПОСЛУГ З ПОДАЧІ ВОДИ НА ЗРОШЕННЯ

Докт. екон. наук, проф., гол. наук. співр.[1] *В.П. Пантелеєв*
[1]Науково-дослідна частина
Київський аграрний університет НААН; м. Київ, Україна

Раніше проведено аналіз сучасної нормативної бази вимірювання якості послуг споживачам при подачі води та обговорено організаційні, економічні та технічні аспекти менеджменту послуг з подачі води на зрошення при дотриманні вимог якості таких послуг [1].

В Україні при завершенні інституційної реформи системи управління іригаційною інфраструктурою передбачається здійснення заходів із

модернізації, а також запровадження методів і моделей управління експлуатацією і технічним обслуговуванням інженерної інфраструктури, які здатні забезпечити досягнення найвищої якості послуг із зрошення за співвідношенням «ціна — якість» [2]. Повинні бути вжити заходи, що усувають перешкоджання витрачання якісних характеристик послуг та сприяють набуттю більш високих якісних показників виконання зобов'язань перед Споживачами послуг. При чому розв'язання питання високої якості послуг у сфері управління водними ресурсами мають розглядатися невідривно від забезпечення потреб зрошення сільськогосподарських культур водою належною якості.

Зростає значення оцінювання якісних характеристик: за допомогою якісних показників ефективності використання водних ресурсів можна порівняти вартість здійснення заходів з тим самим рівнем показника, або оцінити збільшення витрат при орієнтації на різні рівні ефективності [3]. Пропонується запровадження регламенту управління якістю - технологічної карти послуги з подачі води на зрошення, яка повинна стати публічним документом, що неупереджено відображає всі основні виробничі процеси та витрати водогосподарської організації, необхідні для надання якісної послуги з подачі води [4]. До основних заходів щодо забезпечення якості послуг у зрошенні відносяться: введення поливних норм в залежності від запасів вологи у ґрунті, фази розвитку рослин, погодних умов; скорочення невиробничих скидів води і втрат води на міжгосподарських мережах; збільшення продуктивності використання води тощо [5].

В Болгарії якість послуг, підтримання мережі в належному стані, швидке усунення аварій тощо входять до складу оціночних показників розвитку водного сектору; Інституціональна карта містить Стандарти якості, розробляється бізнес-план цін та якості послуг [6]; передбачається забезпечення доступності та якості послуг водопостачання та водовідведення, які спрямовані на створення умов для підвищення якості та ефективності наданих послуг; розробляються програми досягнення річних цільових рівнів показників якості наданих послуг, у тому числі щодо зменшення втрат води [7]. Виходячи із потреби розробки методики моніторингу та оцінки якості послуг у зрошувальних мережах, розроблено ряд показників якості послуг; визначено мережеві описові показники та два типи показників ефективності: періодичні та миттєві, а також встановлено методику їх розрахунку. Доведено, що індикатори якості послуг дають інформацію про якість послуг, або про те, як працює зрошувальна мережа, а також про те, як водокористувачі здійснюють користування водою; встановлюється - чи адекватно вона задовольняє їхні потреби [8].

При вирішення економічних проблем водокористування доречно дотримуватися пріоритету економічно обґрунтованих розмірів тарифів, а також перетворення та функціонування служби експлуатації меліоративних систем як постачальників якісних іригаційних послуг. Значення тарифів на послуги з подачі води на зрошення, як складових економічного регулювання,

у стимулюванні підвищення ефективності надання послуг з водоподачі для зрошення через дію фактору якості послуг полягає у задоволенні попиту водокористувачів при зміні кліматичних умов та потреби у подачі води за дотримання оптимальних режимів подачі води та у формування та стимулювання ринку якісних послуг та конкуренції. При встановленні тарифів на послуги з подачі води доречно враховувати показники якості послуг: задоволення водопотреби сільськогосподарських культур, перевищення/недополив водокористувачем планової норми поливу (порушення ліміту забору), агротехнічні умови вирощування сільськогосподарських культур (точне землеробство, органічне землеробство), спосіб подачі води на зрошення (самотечне подання, дощування, краплинне зрошення), стимулювання розширення площ зрошуваних земель водокористувачами тощо. При цьому важливо забезпечити колективний, прозорий та зрозумілий для всіх заінтересованих сторін механізм визначення тарифів [2], який спрямований на зростання якості послуг та регулювання та/або встановлення справедливих тарифів в інтересах споживачів послуг - водокористувачів.

Вплив чинника високої якості послуг з подачі води на зрошення передбачає витрачання певних ресурсів включно із заходами з управління; в той же час досягнення максимальної користі від забезпечення якості має супроводжуватися належним технічним забезпеченням зрошення. Так, основними заходами забезпечення якості послуг у зрошенні розглядаються перехід на зрошувальні системи закритого типу з автоматизацією водозабору, водорозподілу та поливу [5]; в Болгарії планується проведення реконструкції та будівництва нових мереж і споруд з метою досягнення довгострокових рівнів показників якості наданих послуг [7]; використання показників якості послуг аналізується поруч з певними удосконаленнями або навіть модернізацією систем [8]. Таким чином, максимальний результат від підвищення якості послуг досягається у результаті ефекту синергії якісних послуг із використанням сучасного технічного обладнання для подачі води.

Посилання

1. Пантелеєв В.П., Голишева М.О. Фактор якості при управлінні послугами з подачі води на зрошення. XVIII Міжнародна конференція «Стратегія якості в промисловості і освіті»: Матеріали. Електронне видання. – Дніпро, Журфонд, 2024. с. 376-379.
2. План розвитку іригаційного комплексу України до 2050 р. Кабінет Міністрів України Розпорядження від 25 березня 2025 р. № 280-р Київ https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-dovhostrokovoho-planu-rozvytku-iryhatsiinoho-kompleksu-ukrainy-do-2050-roku-280r-250325
3. Керівництво по підготовці економічного аналізу для розробки плану управління річковим басейном URL: ttps://www.euwipluseast.eu/images/2020/09/PDF/EUWI_UA_Guidance_Economic_analysis_UA.pdf

4. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Прозорий підхід до формування вартості послуг з подачі води – один із напрямів реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року. Аграрні інновації, № 8 (2021): http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/161 DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.7
5. Діденко В. С. Якість послуг водопостачання як об'єкт державного управління Журнал «Інвестиції: практика та досвід» с. 102-105 http://www.investplan.com.ua/pdf/21_2010/29.pdf
6. Национална стратегия за управление и развитие на водния сектор 2012 година https://faolex.fao.org/docs/pdf/bul222496.pdf
7. Наредба за регулиране на качеството на водоснабдителните и канализационните услуги Приета с ПМС № 8 от 18.01.2016 г., обн., ДВ, бр. 6 от 22.01.2016 г., в сила от 22.01.2016 г. https://www.dker.bg/uploads/2017/06/13-1/naredba_kachestvo_vik_16.pdf
8. Urrestarazu Pérez L., Poyato Camacho E., Luque López R., Díaz Rodríguez J.A. (2009) Evaluación de la calidad del servicio en redes de riego a presión. https://www.interempresas.net/Agua/Articulos/32990-Evaluacion-de-la-calidad-del-servicio-en-redes-de-riego-a-presion.html

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ ФУНКЦІОНУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНИХ ЦЕНТРІВ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ У ПОВОЄННИЙ ПЕРІОД

Заступник директора І.М. Пірогова
Департамент захисту довкілля Запорізької обласної державної адміністрації, м. Запоріжжя, Україна
Заст. директора[1] *з наукової роботи, доц., канд. техн. наук К.В. Бєлоконь*
[1]Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна

Моніторинг стану довкілля є фундаментальним елементом екологічної політики, який забезпечує обґрунтованість управлінських рішень у сфері охорони навколишнього природного середовища. У контексті повоєнного відновлення України особливого значення набуває створення сучасної, ефективної та інтегрованої системи моніторингу, яка б відповідала як національним потребам, так і міжнародним зобов’язанням.

Моніторинг в довкіллєвій галузі розглядається як система спостережень за станом довкілля і його компонентів, змін і прогнозу розвитку ситуацій, дослідження і аналізу динаміки, яка відбувається в ньому.

Наразі державна система моніторингу довкілля спрямована не лише на спостереження й збереження даних, а й моделювання змін якості компонентів та прогнозування ситуації – тобто активна робота з накопиченими обсягами даних [1].

Загалом систему моніторингу довкілля можна представити в ієрархічній інформаційній піраміді «data, information, knowledge, wisdom» – дані-інформація-знання-мудрість (рис. 1).

Рисунок 1 – Ієрархічна інформаційна піраміда системи моніторингу

Кожен рівень піраміди додає певні властивості до попереднього рівня. В основі знаходиться рівень даних, наступний рівень інформації додає контекст, знання – це рівень «як», тобто механізм використання отриманих даних, зрештою мудрість доповнює піраміду рівнем «коли» – за яких саме умов буде використана інформація.

На законодавчому рівні концепція та організаційна структура державного моніторингу навколишнього середовища регулюється низкою відповідних нормативно-правових актів. Ключові з них:

1. Закон України № 2973-IX від 20 березня 2023 року «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо державної системи моніторингу довкілля, інформації про стан довкілля (екологічної інформації) та інформаційного забезпечення управління у сфері довкілля», який вносить зміни до деяких законодавчих актів щодо державної системи моніторингу довкілля та інформаційного забезпечення управління у цій сфері [2]. Цей Закон набирає чинності через шість місяців з дня скасування чи припинення воєнного стану, введеного Указом Президента України «Про введення воєнного стану в Україні» від 24 лютого 2022 року № 64/2022.

2. Постанова Кабінету Міністрів України від 13 червня 2024 року № 684 затверджує Порядок здійснення державного моніторингу.

3. Постанова КМУ від 12 липня 2024 року № 815 «Про інформаційну взаємодію між автоматизованими інформаційними системами органів державної влади та загальнодержавною екологічною автоматизованою інформаційно-аналітичною системою забезпечення прийняття управлінських

рішень та доступу до екологічної інформації та її мережі», якою врегульовано порядок взаємообміну інформацією.

4. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 23 грудня 2024 року № 1720, яким затверджено Порядок створення регіональних центрів моніторингу довкілля. Концептуально задача по збору даних, забезпеченню функціонування мережі пунктів спостережень покладається на регіональні центри моніторингу довкілля.

5. Наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 230 від 6 лютого 2025 року затверджено примірне положення про регіональні центри моніторингу довкілля. Цей документ визначає основні засади діяльності таких центрів, їхні функції, структуру та підпорядкування.

Ключовими аспектами наказу № 230 є те, що регіональні центри моніторингу довкілля створюються з метою здійснення систематичного спостереження, аналізу та оцінки стану навколишнього природного середовища в регіонах України. Вони покликані забезпечувати своєчасне виявлення негативних змін у довкіллі та сприяти прийняттю обґрунтованих управлінських рішень. Серед основних функцій центрів – збирання та обробка даних про стан довкілля, проведення лабораторних досліджень, формування баз даних, підготовка аналітичних звітів та надання інформації органам державної влади та місцевого самоврядування.

Центри можуть створюватися як окремі юридичні особи або як структурні підрозділи існуючих установ. Вони підпорядковуються Міністерству захисту довкілля та природних ресурсів України або відповідним обласним державним адміністраціям.

Затвердження цього положення є важливим кроком у розбудові національної системи моніторингу довкілля, що сприятиме підвищенню ефективності екологічного контролю та забезпеченню екологічної безпеки в Україні.

При цьому невирішеною залишається доля Концепції Державної цільової екологічної програми моніторингу довкілля, затвердженою розпорядженням КМУ від 7 липня 2023 р. № 610-р, де Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів визначено замовником такої Програми, хоча термін її розробки теж залежить від припинення чи скасування воєнного стану.

Незважаючи на прогрес та позитивні наміри, в усіх вищезазначених документах можна виділити кілька ключових недоліків та відсутніх елементів, які можуть перешкоджати ефективному функціонуванню системи моніторингу довкілля [3]:

1. Відсутність механізмів фінансування: у вищевказаних документах чітко не визначено стабільних джерел фінансування для здійснення моніторингу, що може призвести до недостатнього ресурсного забезпечення. При цьому зазначено, що фінансування робіт із створення і функціонування системи моніторингу за рахунок коштів державного бюджету здійснюється в разі їх передбачення в державному бюджеті з урахуванням особливостей

бюджетного планування та фінансування в повоєнний період. Ризик полягає у пріоретизації фінасування на кожному окремому регіональному рівні.

2. Відсутність стандартів та методик моніторингу. Не встановлено єдиних стандартів та методик проведення моніторингу, що може призвести до неоднорідності та непорівнянності даних. Відсутні методики прогнозування, методики оцінювання впливу на здоров'я, довкілля і т.д.

3. Відсутність чітких вимог до технічного забезпечення. Документи не встановлюють конкретних стандартів та вимог до обладнання, що використовується для моніторингу якості повітря. Це може вплинути на точність та порівнянність отриманих даних.

4. Відсутність чітких критеріїв оцінки ефективності системи моніторингу: нормативно правовими актами не встановлено конкретних індикаторів та критеріїв для оцінки результативності та ефективності функціонування системи моніторингу довкілля.

5. Обмежений доступ громадськості до інформації. Закон не гарантує повного та своєчасного доступу громадян до екологічної інформації, що суперечить принципам прозорості та відкритості.

6. Недостатня інтеграція з міжнародними системами. Це, насамперед, обмежує можливості обміну даними та досвідом. Наприклад, як відбувалося у Донецькій області, де до 2022 року функціонувала повноцінна мережа пунктів спостереження за якістю повітря, однак дані з цієї мережі не передавалися до європейської системи, оскільки не були верифікованими.

Пропозиції щодо вдосконалення:

- Розробити чітку ієрархію та розподіл повноважень між органами, відповідальними за моніторинг довкілля, з метою уникнення конфліктів та підвищення ефективності. Таким чином, буде зазезпечено обов’язковість фінансування здійснення довкіллєвого моніторингу.
- Створення фінансової моделі з обов'язковим бюджетуванням. Саме цільова державна програма моніторингу довкілля має стати такою моделлю.
- Розробка єдиних технічних стандартів, методик здійснення спостережень в рамках моніторингу, та протоколів обміну інформацією, які відповідатимуть міжнародним вимогам та забезпечать достовірність і порівнянність даних. Мають бути єдині протоколи обіну інформацією для того, щоб інтегрувати національну систему в міжнародні інформаційні мережі.
- Визначення обов'язку публікації даних моніторингу у відкритому доступі. Закріпити в законі положення про обов'язкове публікування результатів моніторингу у відкритому доступі та створити механізми для залучення громадськості до процесу оцінки стану довкілля.
- Розробка системи індикаторів для оцінки ефективності моніторингу. Необхідна система показників, що дозволить своєчасно виявляти та усувати недоліки у роботі системи моніторингу в цілому.
- Забезпечення проведення прикладних наукових досліджень для

забезпечення наукової підтримки функціонування та вдосконалення системи моніторингу.

Висновки. Стан нормативного забезпечення системи моніторингу довкілля в Україні потребує істотного вдосконалення. Для забезпечення ефективного управління довкіллям у повоєнний період необхідно забезпечити стале фінансування функціонування системи моніторингу, запровадити комплексні, чітко структуровані та прозорі механізми збору, обробки та використання екологічної інформації на всіх рівнях управління.

Посилання

1. Андрієнко М.В., Шако В.С. Стан і проблеми функціонування системи моніторингу довкілля у сфері реалізації державної екологічної політики. *Інвестиції: практика та досвід*. 2017. № 17. С. 75-81.
2. Закон України № 2973-IX від 20 березня 2023 року «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо державної системи моніторингу довкілля, інформації про стан довкілля (екологічної інформації) та інформаційного забезпечення управління у сфері довкілля». URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/2973-20
3. Перспективи регіональних центрів моніторингу довкілля по-українськи. URL : https://ecomonitoring.info/perspektyvy-rehionalnykh-tsentriv-mo/

INNOVATIVE APPROACHES TO THE PRODUCTION OF HEALTHY ORGANIC BERRY SNACKS

PhD, Assoc. Prof. T. P. Synenko,
PhD in Agricultural Sciences, Assoc. Prof. N. V. Bolhova,
Bachelor's degree student A. O. Popova
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

I. INTRODUCTION

Given the growing demand for healthy and environmentally friendly products, innovative methods of producing organic berry snacks are becoming increasingly important in the modern food sector [1]. The study of berry processing methods is relevant because of their high nutritional value and the potential to develop quality products that meet modern consumer demands. The use of advanced technologies in this area allows us to maximize the valuable properties of raw materials, improve their taste and aroma, and extend the shelf life of finished products.

One of the key aspects of production is introducing resource-saving technologies that allow for the rational use of natural resources while reducing the negative environmental impact. In addition, research aims to develop new methods

of preserving the berry component without synthetic preservatives, an essential factor for forming the organic market [2].

Thus, innovative approaches to berry snack production involve a comprehensive approach that includes optimizing processing technologies, implementing environmental standards, and creating products with increased health benefits and consumer appeal. This contributes to developing both the local and global organic food markets.

The study aims to investigate the influence of drying methods on the quality indicators of organic snacks using the example of pastilles. This will allow the determination of the optimal technological parameters and the development of improved technology for producing organic pastilles.

II. THE TECHNOLOGICAL ASPECTS OF ORGANIC SNACKS PRODUCTION

The technological aspects of organic snack production cover a wide range of processes to ensure the final product's high quality, healthiness, and safety, as well as preserve its environmental friendliness [1]. These aspects include carefully selecting organic ingredients that meet all standards and certification requirements to ensure the absence of synthetic chemicals, pesticides, and genetically modified organisms [2].

The focus is on the origin of the raw materials, so local resources are often used, helping to support local farmers and reduce the carbon footprint [3].

Adherence to production technology is crucial for achieving the stability of the product's organoleptic properties and minimizing the loss of valuable nutrients. This is achieved through gentle heat treatment methods, drying at low temperatures, or innovative technologies such as freeze-drying, infrared, and vacuum drying.

An important aspect is product packaging, which should preserve the organic properties of snacks and emphasize their environmental friendliness. Modern enterprises are increasingly choosing biodegradable materials to meet the requirements of sustainable development [4].

In addition to production processes, it is equally important to research consumer preferences and adapt the product to market needs. This involves creating diverse snacks based on cereals, fruits, vegetables, and nuts, from sweet to savory options. The production of organic snacks combines innovation, attention to detail, and care for health and the environment.

Natural berry snacks are becoming increasingly popular among healthy lifestyle advocates. They successfully combine natural flavor, richness of nutrients, and convenience in the daily diet. In the modern production of such products, the emphasis is on careful selection of raw materials, compliance with technological standards, and preservation of the maximum benefits of natural ingredients [5].

The range of snacks includes berry pastilles, dried fruits, and bars. Berries rich in vitamins and antioxidants, such as cranberries, blueberries, raspberries, strawberries, and sea buckthorn, are often used in production.

Natural organic snacks are made using drying, freeze-drying, or pressing methods without artificial preservatives or sweeteners. This approach helps to preserve the natural balance of vitamins and minerals and ensures a long shelf life. Particular attention is paid to careful quality control at every production stage - from berry selection to packaging of finished products [6].

Organic berry snacks are gaining popularity due to convenience, taste, and health benefits. They are made without chemical additives, supporting healthy eating trends, contributing to ecological agriculture, and minimizing environmental damage [7].

Pastille is a modern and promising healthy snack option [8]. The production of pastilles at the industrial level is a complex and labor-intensive process, where the quality of the final product largely depends on the properties and quality of the fruit and berry raw materials. Because of this, manufacturers cannot always guarantee the stability of the taste and characteristics of the finished product.

Organic marshmallows are a healthy snack made from berry puree by low-temperature drying. This technology preserves the natural properties of the ingredients and the maximum amount of nutrients.

Drying the pastille is the key and final stage in its preparation. At this stage, the berry puree turns into thin, flat sheets that take on the shape and texture of the finished product [9]. The basis for making classic sheet pastries is usually applesauce. The result is a snack that is an excellent substitute for candy or other snacks and is rich in healthy vitamins [10].

The range of pastilles is vibrant. The composition of the pastille mass in various recipe variations can include fresh or thermally unprocessed fruits and berries, some of which have noticeable medicinal properties.

Study [11] examined the prospect of making fruit pastilles using organic ingredients such as plum puree and chia seeds. However, the disadvantage of this product is the addition of sugar to the recipe, which limits its consumption for certain groups of people.

The study's authors [12] analyzed the effect of blackcurrant and viburnum puree on the pastille's rheological, organoleptic, and physicochemical characteristics. It was found that replacing apple puree with additives up to 30% allows for the production of an excellent-quality product.

In study [13], a pastille with raspberries was developed. It was found that the product is a source of vitamin C, which helps strengthen the immune system and increase the body's ability to resist infections.

The traditional process of producing sheet pastilles consists of several main stages: preparation of fruit and berry raw materials, forming the pastille mass, drying under optimal conditions at a temperature of 40-50°C in specialized dehydration units, and storage of finished products.

Various drying technologies, such as convection, infrared, and others, are available today. Each of these methods has both advantages and disadvantages. Considering its properties, choosing the most efficient drying method for a particular raw material remains an important task.

Modern innovative approaches to producing dried berry snacks include a range of technologies to ensure high product quality, preserve nutritional properties, and maximize natural taste. In particular, these methods include the use of low-temperature vacuum drying, which minimizes the loss of vitamins and minerals during the processing of raw materials, as well as the use of infrared processing to reduce drying time without compromising the texture and flavor of berries [14].

All of these developments aim to meet the needs of modern consumers who are increasingly paying attention to the quality and naturalness of products.

III. THE DEVELOPMENT OF ORGANIC SNACKS PRODUCTION TECHNOLOGY ON THE EXAMPLE OF PASTILLE

Materials and methods of the study. The study used organic apples, raspberries, and strawberries harvested in 2024, collected at a certified organic farm of the individual entrepreneur O. O. Derevianchuk (Borovenka village, Sumy region).

The basis for the pastille mass during the research was apple puree, which was prepared in the laboratory.

To make the pastille, raw materials are prepared according to the recipe composition: apple puree – 60%, raspberry/strawberry puree – 40%. All ingredients are thoroughly mixed for 5–10 minutes until the pastille mass has a uniform and well-homogenized structure.

The whipped mass is spread on silicone baking sheets to form layers 1.5-2.5 mm thick. They are then transferred to a drying chamber, where they are dried at 40–70°C for 10 hours. After drying, the pastille layer is cooled, carefully removed from the baking sheet, and sent for further molding of the finished product.

The following dryers were used for the study: a convective dryer (dehydrator) model WFD-K650S manufactured by WetAir (China) and a laboratory infrared dryer belonging to the Department of Food Technology and Safety of Sumy National Academy of Sciences (Ukraine).

Standard methods of analysis were used in the experimental studies. The quality control of semi-finished and finished food products (pastilles) was carried out by evaluating organoleptic, physicochemical, and microbiological parameters.

The optimal parameters of the technological process of pastille production were determined using mathematical modeling, particularly the response surface method. A full-factor experiment was used in the study using the Statistica 10 software package (StatSoft, Inc.).

Determining the optimal way to dry the pastille. The technological process parameters for drying multicomponent pastilles were optimized at the study's first stage. To achieve the set tasks, the feasibility of using infrared radiation for drying the pastille was analyzed compared to the convective drying method.

Experimental studies were performed at a temperature range of 40–70 °C to determine the optimal technological modes of the pastille drying process with a step of 10 °C.

The results made it possible to determine the effect of temperature conditions on the change in the mass fraction of moisture in the pastille.

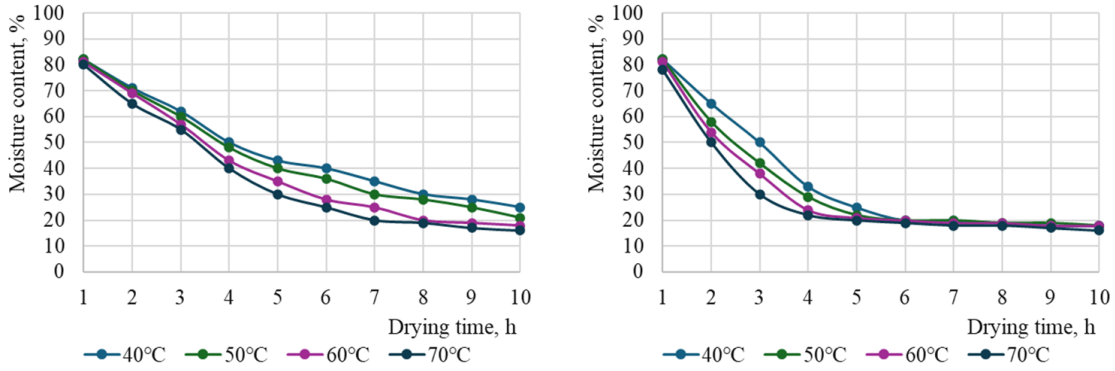


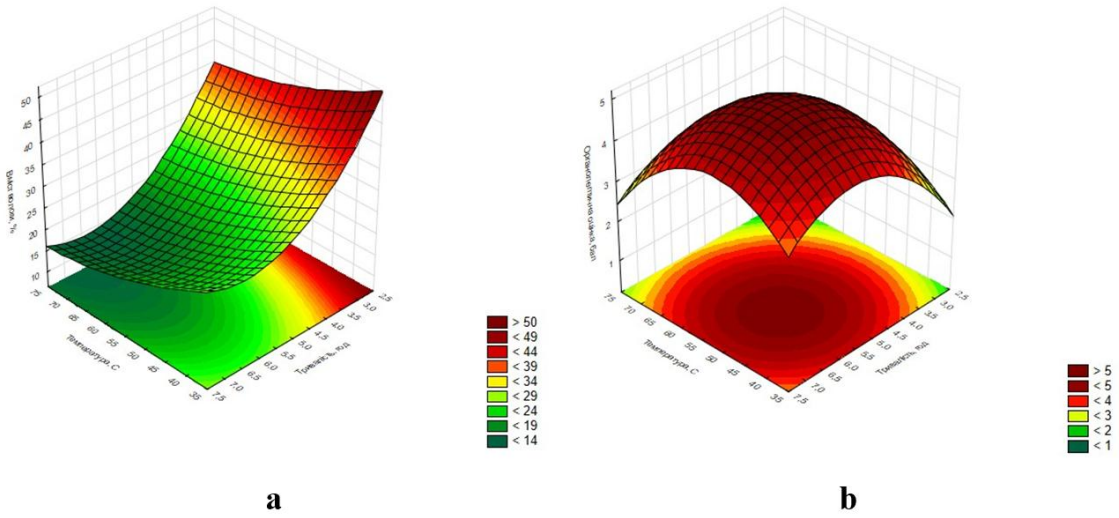
Fig. 1. Drying curves of pastille depending on temperature conditions:
a – during convective drying; b – during infrared drying

During convective drying of the pastille, moisture removal is most active in the first 5–6 hours, regardless of the set temperature, after which the process rate decreases significantly. In particular, at a temperature of (70±2) °C, the pastille reaches the permissible moisture level (20%) after 7 hours of drying. Reducing the drying temperature leads to a corresponding increase in the duration of this process. For example, at a temperature of (60±2) °C, the drying time is 8 hours, while a decrease to the range of (50...40±2) °C extends the drying time to 10–11 hours. In addition, at a temperature of (50...40±2) °C, the mass fraction of moisture in the pastille after 10 hours of drying remains significantly higher. It reaches 25%, which can negatively affect the product's shelf life due to the development of microbiological spoilage. Based on the analysis of the results obtained, from the point of view of ensuring an optimal ratio between product quality and processing time, the most appropriate temperature for convective drying of the pastille was found to be (60±2) °C.

According to the research results, the most intense phase of the process is observed during the first 4–5 hours of infrared drying. Subsequently, the drying rate decreases significantly over the next 5–6 hours and becomes stable. A temperature of (40±2)°C is accompanied by a substantially higher mass fraction of residual moisture in the samples, which reached 20.5%. A temperature of (50±2)°C has a positive effect on the quality of the paste, although it requires an increase in the drying time. Instead, increasing the temperature to (70±2)°C leads to a decrease in the sensory characteristics of the finished product.

The data obtained shows that using infrared radiation significantly accelerates the drying speed, which, in turn, helps reduce energy consumption for the technological process and preserve the maximum concentration of native nutrients in products. In addition, infrared radiation is known to effectively disinfect raw materials, eliminating harmful microorganisms, and extend the shelf life of finished products.

The optimal parameters for drying the paste were determined using variance analysis and regression analysis of the mathematical model of the full-factor experiment.



a **b**

Fig. 2. Drying curves of pastille depending on temperature conditions:
a – during convective drying; b – during infrared drying

The analysis of the response surfaces of the influence of control factors showed that the drying duration significantly affects the moisture content. At the same time, the temperature determines the organoleptic characteristics of the product.

Based on the analysis of variance and regression, the optimal values of technological parameters for the paste drying process were determined: temperature – (53±2)℃; duration – 4.5 hours.

Thus, using the infrared method of drying multicomponent pastilles allows for improved product quality indicators compared to traditional convection methods. Using a temperature in the range of (53±2)°C ensures that the products meet the requirements of regulatory documents, while contributing to a reduction in energy consumption.

The development of organic pastille production technology. The vector-technological scheme for producing organic apple-raspberry and apple-strawberry pastilles is shown in Fig. 3.

Raw materials and auxiliary materials, including packaging, used in producing organic pastilles must be used in accordance with the requirements outlined in the Law of Ukraine “On Basic Principles and Requirements for Organic Production, Circulation and Labeling of Organic Products”. They must meet the requirements of applicable regulatory legal acts of Ukraine regarding food quality and safety indicators, packaging, labeling, transportation, acceptance, and storage.

Ripe, undamaged apples are used to make the paste. The fruits are washed, peeled, cored, and cut into quarters. The sliced apples are blanched in water (¼ of the fruit weight) at 100–110°C for 10–15 minutes until softened. Then cool to 18–25°C.

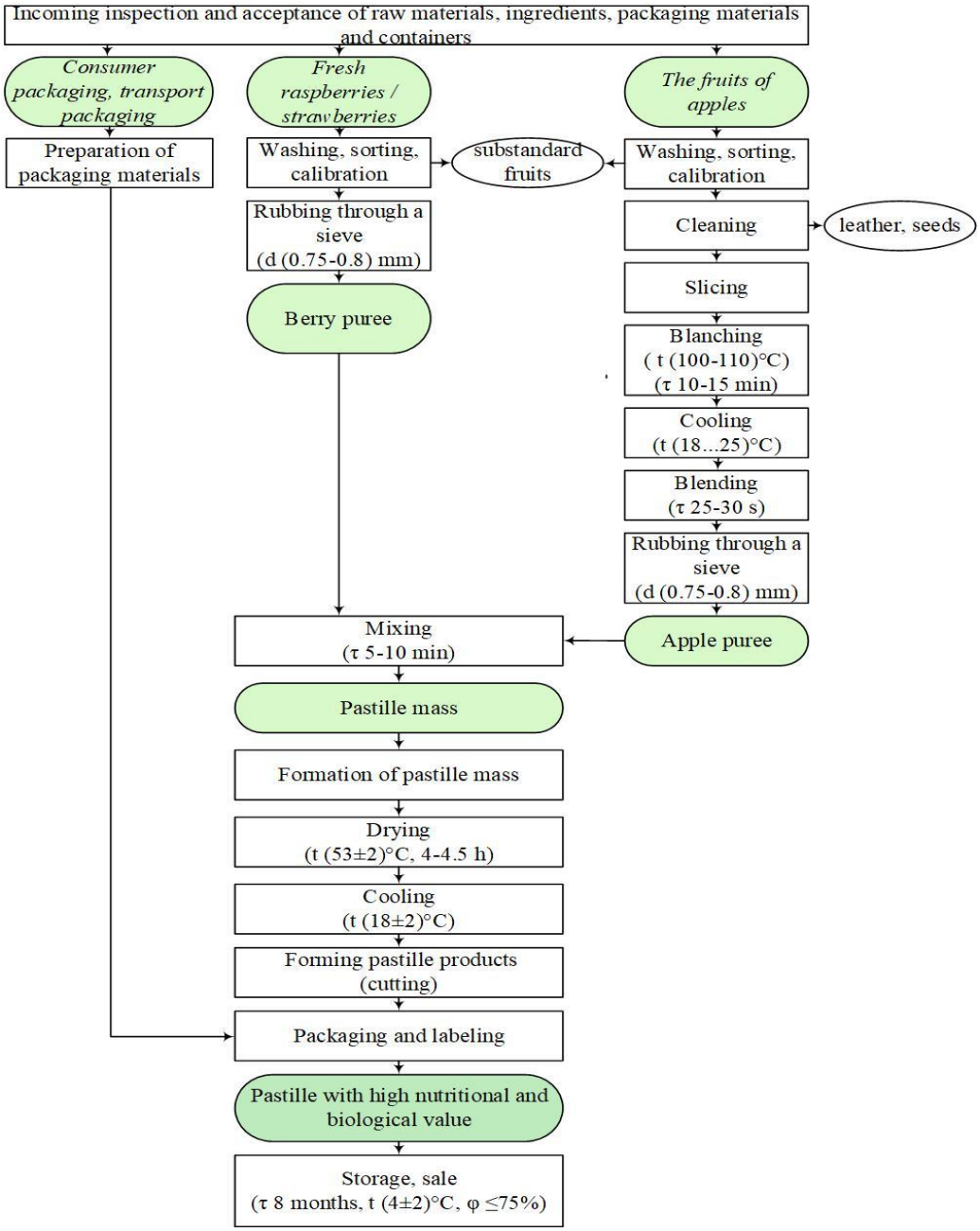


Fig. 3. Technological scheme of organic paste production

Beat the cooled apple mass with a blender for 25–30 seconds until smooth. Rub it through a sieve with 0.75–0.80 mm holes if necessary.

Raspberries and strawberries are washed, removing spoiled stalks and impurities. Frozen berries are thawed at room temperature. The prepared raspberries are blended for 25–30 seconds and rubbed through a sieve to separate the seeds.

For the pastille, mix the prepared raw materials according to the recipe. Mix the ingredients for 5–10 minutes until the mass becomes homogeneous and smooth.

The prepared pastille mass is evenly distributed on pre-prepared pallets, forming layers 1.5–2.5 mm thick, avoiding the appearance of cavities. The pallets are then placed in a drying chamber. The paste is dried at (53±2)°C for 4.5 hours.

After drying, the resulting paste layer is left to cool at room temperature (18±2)°C for 1–2 hours.

Remove the finished pastille from the pallets and cut into convenient pieces. It is advisable to use disinfected scissors for this purpose. Then it is rolled into a convenient form for storage and consumption.

Organic packaging that meets the requirements of the current legislation in organic production, circulation, and labeling of organic products is used for the packaging of the pastille.

Permitted materials for packaging organic pastilles are boxes made of cellulose (kraft paper), doypacks made of cellulose (kraft paper), biaxially oriented polypropylene film, or other environmentally friendly packaging; vacuum bags based on EHOV/PE, as well as different types of environmentally friendly packaging.

The requirements of the legislation on organic production, circulation, and labeling of organic pastilles. Such products must bear the state logo for organic products. A mandatory labeling element is a code number under the logo, which includes the acronym of the country of origin, the inscription "organic," and the registration code of the certification body.

a b

Fig. 4. Appearance of organic paste:
a - apple-raspberry; b - apple-strawberry

The organoleptic and physicochemical parameters of the organic pastille were evaluated, as shown in Table 1.

Table 1. Quality indicators of organic pastilles

Indicator	Raspberry pastille	Strawberry pastille
Appearance and consistency	The structure is uniform, the surface is without damage, inherent in the product, without rough hardening on the edges, and moisture release, the consistency is soft, slightly viscous, and homogeneous. finely porous	
Taste and smell	Pleasant aroma with dominant raspberry notes Sweet and sour taste No foreign flavors or pungent odors are allowed	Pleasant aroma with dominant strawberry notes Sweet and sour taste No foreign flavors or pungent odors are allowed
Color	Uniform, from crimson to light red	Uniform, from red to light red, with small interspersed with light brown strawberry seed particles
Acidity, %.	9.6±0.1	9.3±0.1
Moisture content, %	22.0±0.1	23.0±0.1
Mass fraction of sugars, %.	31.0±0.5	32.0±0.5

Organic pastilles are stored by the Law of Ukraine "On Basic Principles and Requirements for Organic Production, Circulation and Labeling of Organic Products". For this purpose, clean, dry, well-ventilated premises or vehicles free of pests, with a temperature of (18±2)°C and humidity of up to 75% are used. Avoid direct sunlight and storing products with a specific odor.

Control packaging, packaging materials, and packaging methods to maintain quality. Unpackaged products are labeled and organized to avoid mixing with non-organic, transitional, or contaminated products.

The production of organic products excludes the storage of inorganic substances nearby, except as permitted by law.

The results of the experimental studies made it possible to create a technology for producing organic pastilles using the infrared drying method.

IV. CONCLUSIONS

Organic berry snacks are growing in popularity in the food sector due to the high demand for healthy and environmentally friendly products. Research into berry processing is relevant due to its nutritional value and ability to meet modern consumer needs.

Berry snacks attract healthy lifestyle adherents by combining natural flavor, health benefits, and convenience. The production of such products is focused on

high-quality raw materials, adherence to technology, and preservation of nutritional components.

The range includes pastilles, dried fruits, bars, and powdered additives for drinks and food. Pastille is a promising choice for a healthy snack. The literature analysis revealed opportunities to improve its quality and nutritional value through innovative drying methods.

The study investigated the drying of multicomponent pastilles using an infrared dryer—optimal conditions: temperature (53±2)°C, 4–4.5 hours.

The experiments allowed us to develop a technology for producing organic pastilles. The recommended shelf life of the product is 8 months at a temperature of (18±2)°C, humidity up to 75%, and vacuum packaging without access to light.

The scientific novelty of the work is the first theoretical substantiation and experimental study of drying organic snacks using the example of a pastille using an infrared dryer. Applying this method can significantly reduce the duration of the production cycle while ensuring an extended shelf life of the final product. In addition, the innovative approach helps preserve the product's nutritional and biological value and guarantees the stability of its sensory characteristics and microbiological parameters.

The practical significance lies in creating a technology for producing organic pastilles, which considers introducing innovative approaches to developing energy and resource-saving solutions that contribute to the preservation of the environment.

References

1. Zhurilo V., Shatalova L. Strategic analysis of the competitive environment on the market of organic products in Ukraine. *Economy and society.* 2022. № 35.
2. Development of ready-to-eat organic protein snack bars: assessment of selected changes of physicochemical quality parameters and antioxidant activity changes during storage / A. Szydłowska et al. *Foods.* 2022. Vol. 11, no. 22. P. 3631.
3. Bersutska S., Kozycheva T. The Current state and development prospects of the market for organic products. Economic Herald of the Donbas. 2020. No. 2 (60). P. 165–172.
4. Havrylenko O., Plyshiviy B. Global trends in the biodegradable packaging materials market development. Herald UNU. *International Economic Relations And World Economy.* 2023. No. 47.
5. Yankovsky R., Stepanova T. Actual principles of technology of functional snack products. *Scientific Bulletin of Tavria State Agrotechnological University.* 2023. №13(2).
6. Chernyakov V. A., Melnyk O. Y. Analysis of the snow products market and prospects for using vegetable raw materials in its production. Bulletin of Sumy National Agrarian University. *The series: Mechanization and Automation of Production Processes.* 2024. № 2 (56). P. 108–113.

7. Khaietska O. Organic production as a component of ensuring food safety in Ukraine. *Economy. finances. Management: Topical issues of science and practical activity.* 2023. No. 4(62). P. 57–74.
8. Archipova V. I., Yazvinskaya N. V. Modern trends of the natural sweets market. *BUSINESS, INNOVATION, MANAGEMENT: PROBLEMS AND PROSPECTS.* 2021. 146–147.
9. Novikova N. V., Feshchuk Y. A., Gozhulovsky Y.O. Enrichment of pastilles with biologically active substances. *Tavrian Scientific Bulletin. Series: Technical sciences.* 2024. № 1. P. 185–192.
10. Kiyakh E. B. Pastille – a tasty and healthy treat (Doctoral dissertation). 2022.
11. Improvement of the technology of organic fruit functional paste / Y. Kambulova et al. *Food Industry.* 2021. Vol. 30. P. 58–65.
12. Bashta A. O. Substantiation of using berry raw materials for producing health-improving pastilles. *Innovative technologies are improving the efficiency of food production.* 2023. P. 42–44.
13. Simakhina G. O., Naumenko N. V., Martynenko T. A. The use of frozen fruit and berry semi-finished products in food technology. *Scientific works of NUFT.* 2021. №27 (4). P. 129–140.
14. Volvach T. S., Savoisky O. Y., Sirenko Y. V. Methods of drying food products: advantages, disadvantages and development trends. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Mechanization and automation of production processes.* 2024. №2 (56). P. 21–26.

ИЗМЕРВАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ И МАГНИТНИ ПОЛЕТА ПРИ ОБУЧЕНИЕ НА СТУДЕНТИ В ДТК-ДОБРИЧ

Доц. д-р инж. Стоянов Свилен Христов,
гл. ас. д-р инж. Атанасов Аспарух Иванов,
гл. ас. д-р инж. Михайлова Десислава Палчева
Технически университет-Варна, ДТК-Добрич, Варна, България

Въведение

Електрическите и магнитните полета възникват при производство, консумация и преобразуване на електрическа енергия. Електромагнитно поле съществува около всеки източник на електричество и в зависимост от енергията, която се произвежда, предава или преобразува, електромагнитните полета имат и различни параметри. В устройствата, където електрическата енергия се преобразува в магнитна или обратно, се наблюдават силни магнитни полета, например силови трансформатори, дросели, бобини, електродвигатели, генератори и др.

Електромагнитната излъчване се дефинира при определени честоти и включва различни видове вълни, като радиочестотно излъчване, микровълни, инфрачервено излъчване и видима светлина.

Биологичното действие на електромагнитните вълни се дължи на поглъщането им от тъканите или така наречения термичен ефект. При малка интензивност на полето, термичен ефект не се наблюдава. При по-големи стойности е възможно да възникнат функционални нарушения и дистрофични процеси в резултат на пряко облъчване на централната нервна система и вегетативните центрове. Въздействието на електромагнитното поле зависи от разположението на човека спрямо електричната и магнитната компонента на полето, вида на електромагнитните вълни – тяхната модулация, честота, индивидуалните особености на човека, пола, възрастта и наличието на заболявания. При особено големи стойности на интензитета на полето погълнатата енергия се превръща в топлина, която предизвиква усилване на обменните процеси, засягащи основно главния мозък и миокарда. Термичният ефект е по-изразен върху по-слабо кръвоснабдените тъкани и органи, където възможността за охлаждане чрез кръвообръщението е намалена, както и върху кухите органи. Максимално прегряване настъпва в тъканите, лишени от кръвоснабдяване – напр. очната леща [5]. Топлинното действие на електрическите и магнитните полета в определени случаи има и благоприятен ефект на стимулиране работата на даден орган и се използва за локално лечение на заболявания, което не е предмет на настоящата статия.

Нормативна база. Наредбите, регламентиращи пределно допустимите нива на електромагнитни полета, с цел осигуряване на безопасни условия на труд и оценка на риска са:

- Наредба № 9 от 14 март 1991 г. за пределно допустими нива на електромагнитни полета в населени територии и определяне на хигиенно-защитни зони около излъчващи обекти [4] ;

- Наредба № РД-07 от 15.11.2016г., [1] работодателите са задължени да осигурят на работниците безопасни условия на труд. Това се постига чрез оценка на всички рискове за работещите, произтичащи от електромагнитни полета на работното място чрез измерване и/или изчисляване на параметрите на електромагнитните полета при необходимост (чл.11 ал.1.), на нивата на електромагнитните полета, на които са изложени работещите и обучаемите, при спазване на чл. 4, чл. 16, ал. 1, чл. 23, ал. 1, чл. 26, ал. 1, т. 1 и чл. 29 ЗЗБУТ [2];

- Наредба№ 5 от1999 г. за реда, начина и периодичността на извършване на оценка на риска (ДВ, бр. 47 от1999 г.) [4];

- Наредба № 7 от 23 септември 1999 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване [3],

Основните и задължителни параметри [1], [3] по които се оценява въздействието на електромагнитните полета и подлежат на измерване и оценка са:

- *Интензитет на електрическото поле,* E, V/m
- *Магнитна индукция,* B, T
- *Плътност на мощността,* S, W/m^2

При наличие на източници на излъчване е необходимо да се измерят съответните параметри. На практика при честоти до 300 MHz се използват първите два параметъра, а над 300 MHz първият и третият параметър.

Допустимите стойности на параметрите са дадени в таблици 1-3. В първата таблица са дадени пределно допустимите стойности при работа с излъчвателна апаратура, основно радио, телевизионна и комуникационна излъчвателна апаратура [1].

Таблица 1. Пределно допустимите стойности при работа с излъчвателна апаратура

№ по ред	Честотен обхват, в който работи излъчвателят	Пределно допустимо ниво
1.	от 30 до 300 kHz	25 V/m
2.	от 0,3 до 3 MHz	15 V/m
3.	от 3 до 30 MHz	10 V/m
4.	от 30 до 300 MHz	3 V/m
5.	от 0,3 до 30 GHz	10 μW/кв.cm

Във втората и третата таблица са дадени стойности за предприемане на действия при наличие на електрически и магнитни полета. Характерното е, че това са ефективни средно квадратични стойности при синусоидални трептения или претеглени върхови стойности (коригирани с коефициент на формата) при несинусоидални полета [1].

Табл.2. Стойности за предприемане на действие при експозиция на електрически полета с честота от 1 Hz до10 MHz

Честотен обхват	Интензитет на електрическото поле при ниски стойности [Vm^{-1}]	Интензитет на електрическото поле при високи стойности [Vm^{-1}]
$1 \leq f < 25$ Hz	$2{,}0 \times 10^4$	$2{,}0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50$ Hz	$5{,}0 \times 10^5/f$	$2{,}0 \times 10^4$
50 Hz$\leq f <$ 1,64 kHz	$5{,}0 \times 10^5/f$	$1{,}0 \times 10^6/f$
1,64 kHz $\leq f <$ 3kHz	$5{,}0 \times 10^5/f$	$6{,}1 \times 10^2$
3 kHz $\leq f \leq$ 10 MHz	$1{,}7 \times 10^2$	$6{,}1 \times 10^2$

Високите стойности за предприемане на действие (таблица 2) [1] се извеждат от граничните стойности на експозицията, по отношение на последиците за здравето за вътрешни електрически полета, свързани с електрическа стимулация на периферни и автономни нервни тъкани в главата и трупа. Спазването на високите стойности за предприемане на действие гарантира, че граничните стойности на експозиция по отношение на последиците за здравето не се превишават, но са възможни въздействия, свързани със зрителни нарушения в ретината и незначителни преходни

промени във функционирането на мозъка, ако експозицията на главата превишава ниските стойности за предприемане на действие за експозиции до 400 Hz.

Табл.3. Стойности за предприемане на действие при експозиция на магнитни полета от 1 Hz до10 MHz

Честотен обхват	Магнитна индукция ниски стойности [μT]	Магнитна индукция високи стойности [μT]	Магнитна индукция, Крайници, локално магнитно поле [μT]
$1 \leq f < 8$ Hz	$2{,}0 \times 10^5 / f$	$3{,}0 \times 10^5 / f$	$9{,}0 \times 10^5 / f$
$8 \leq f < 25$ Hz	$2{,}5 \times 10^4 / f$	$3{,}0 \times 10^5 / f$	$9{,}0 \times 10^5 / f$
25 Hz$\leq f <$ 300 Hz	$1{,}0 \times 10^3$	$3{,}0 \times 10^5 / f$	$9{,}0 \times 10^5 / f$
300 Hz $\leq f <$ 3kHz	$3{,}0 \times 10^5 / f$	$3{,}0 \times 10^5 / f$	$9{,}0 \times 10^5 / f$
3 kHz $\leq f \leq$ 10 MHz	$1{,}0 \times 10^2$	$1{,}0 \times 10^2$	$3{,}0 \times 10^2$

В таблица 3 [1] са дадени стойностите на магнитната индукция, като една от характеристиките на магнитното поле за предприемане на действия при ниски и високи стойности. В третата колона са дадени стойностите на магнитна индукция, за предприемане на действия при експозиция на крайниците под действие на локално магнитно поле [μT]. Стойностите за предприемане на действие за експозиция на крайниците се извеждат от граничните стойности на експозицията по отношение на последиците за здравето, свързани с електрическата стимулация на тъкани в крайниците, като се има предвид, че магнитното поле се свързва по-слабо с крайниците, отколкото с цялото тяло.

Изложение.

Изследването на електромагнитните полета в ДТК-Добрич е извършено на следните места: лаборатории и места в коридори, където се намират силови електрически табла.

Уредите за измерване на електромагнитни полета са познати като детектори за електромагнитни излъчвания или като измерители на електромагнитна радиация. Наричат се още електромагнитни измерватели, радиационни детектори, електромагнитни детектори или дозиметри. Тези уреди са предназначени да измерват нивата на електромагнитно излъчване в околната среда. Могат да се използват и за оценка на общите нива на електромагнитни полета в жилищни, работни и обществени зони. Електромагнитното лъчение или Електромагнитната радиация включва различни видове вълни, като радиочестотно (RF) излъчване, микровълни, инфрачервено излъчване и видима светлина. В настоящото изследване се използва се детектор за електромагнитни

Фиг.1 Детектор модел GM3120

излъчвания - модел GM3120, който е предназначен за откриване на електромагнитни полета в околната среда и в затворени помещения [8] – фиг.1.

Технически характеристики на детектора

Основните технически характеристики включват: обхват на измерване на уреда, електрическо поле - 1V/m - 1999V/m и магнитна индукция 0.01μT - 99.99μT. Времето за измерване е около 0,4 секунди. Измерването се осъществява в широк честотен диапазон 5Hz÷3,5 GHz. Детекторът има вградена аларма за опасни стойности, която се включва при електрическо поле над 40V/m и магнитно поле над 0.4μT. Уредът индицира safe (безопасно) или harmful (вреден) при опасни стойности. В таблица 1 са дадени пълните техническите характеристики на измервателния прибор.

Таблица 4. Технически характеристики на детектора

Поле	Електрическо поле	Магнитно поле
Измервателна единица	V / м	μT
Точност	1V / м	0.01 μT
Обхват на измерване	1V/m-1999V/m	0.01μT÷99.99μT
Стойност на прага на алармата	40V / м	0.4 μT

Работа с детектора

След включване на детектора проверете състоянието на батерията. Уредът изисква зарядът да е поне 33%. При ниско ниво на заряд сменете батерията. Измерването е автоматично, като едновременно се визуализира наличието на електрическо и/или магнитно поле. При превишаване на безопасните стойности от табл.4 се включва автоматично звукова и светлинна аларма.

Уредът притежава функции за задържане на текущото показание (HOLD), бутон (HOLD) и показване на средна (AVG) или максимална стойност (VPP) – бутон AVG/VPP.

Експериментални резултати

Извършени са три серии експеримента. В първата серия експерименти е изследвана лаборатория по електронни системи в земеделската техника. В лабораторията има 6 лабораторни маси с апаратура и преподавателска маса. Максималното количество студенти е 18 или по 3-ма на лабораторна маса. Измерванията са извършени на разстояние от 10 до 50 см. от източниците на електрически и/или магнитно полета. Получените резултати са дадени в таблица 5.

Фиг.2 Лаборатория по електронни системи в земеделската техника

Таблица 5. Измерени стойности на електромагнитни полета електронни системи в земеделската техника

№	Работни места	E [V/m] на разстояние см					B [μT] – на разстояние см				
		10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
1	Работно място №1	76	42	31	12	1	0,61	0,51	0,23	0,02	0
2	Работно място №2	0	0	0	0	0	1,13	1,04	0,77	0,54	0
3	Работно място №3	37	34	25	12	0	0,36	0,01	0	0	0
4	Работно място №4	65	47	32	31	1	0	0	0	0	0
5	Работно място №5	56	30	18	12	0	0	0	0	0	0
6	Работно място №6	120	81	35	2	0	0	0	0	0	0
7	Катедра- препод.	121	79	33	1	0	0,31	0,01	0	0	0

В лабораторията по електронни системи в земеделската техника и технологии, се наблюдават електромагнитни полета, които са от комплексен вид, поради използването на голямо количество техника, генератори до 300 MHz, токоизправители, силови трансформатори, осцилоскопи и друга измервателна техника. Въздействието им върху студентите е незначително, на разстояние от 50 см., което е нормалното разстояние до приборите, електромагнитното поле практически има нулеви стойности. Това разстояние се спазва, благодарение на лабораторните маси, които са така конструирани, че силовите елементи, генераторите и др., се разполагат по такъв начин, на известно разстояние, което осигурява безопасното им използване. Друго предимство са алуминиевите екрани на лицевите панели, които силно намаляват интензитета на електромагнитното поле от силовите трансформатори, които са с мощност над 1 kW.

Във втората серия експерименти са изследвани зони с повишена активност, намиращи се в коридорите и лабораторите - електрически табла и рутери. Получените резултати са дадени в таблица 6.

а б

Фиг.3. Зони с повишена активност

Ел. табло 1- фиг.3а – ново от модерен тип, има допълнителен екран. Монтирано е до старото табло, но основните комутационни елементи са в новото табло. Това е таблото с най-голяма консумация, което захранва един етаж с лаборатории, семинарни зали, компютърна зала и офиси с площ над 500м^2, и въпреки по-голямата консумация, се наблюдават около 3 пъти по-малки стойности на магнитните полета в сравнение с ел.табло 2.

Ел. табло 2 - фиг.3б – стар тип, липса на екран, въпреки малката консумация се наблюдават значителни стойности на магнитна енергия.

Таблица 6. Измерени стойности на електромагнитни полета в зони с повишена активност

№	Зони с повишена активност ел. табла, рутери и др.	E [V/m] на разстояние см					B [μT] – на разстояние см				
		10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
1	Ел.табло1 - коридор	76	42	31	12	2	2,53	1,51	1,32	0,94	0,85
2	Ел.табло2 - коридор	27	2	0	0	0	7,58	4,31	2,52	1,18	0,52
3	Ел.табло2 – зала Е	37	34	25	12	0	0,36	0,01	0	0	0
4	Рутер 1– коридор	65	47	32	31	2	0	0	0	0	0
5	Рутер 2– коридор	56	30	18	12	0	0	0	0	0	0

Ел. табло 3 – в лаборатория, като на фиг.3.1а, токовете са по-малки и стойностите на електромагнитните компоненти също са много по-малки.

Третата серия експерименти е извършена в специализирана работилница. Получените резултати са дадени в таблица 7.

А Б

Фиг.4. Специализираната работилница за изследване на силите на рязане при работа с металообработващи машини

Таблица 7. Измерени стойности на електромагнитни полета в специализирана работилница

№	Машинно отделение	E [V/m] на разстояние см					B [μT] – на разстояние см				
		10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
1	Бормашина	20	16	5	3	0	0,88	0,63	0,02	0	0
2	Фреза	326	288	227	208	180	0,88	0,51	0,27	0,13	0
3	Работна маса	189	128	82	42	35	0,33	0,24	0,14	0,07	0,03
4	Измервателна с-ма	243	161	109	63	56	1,22	0,38	0,02	0	0
5	Компютърна система	432	318	259	169	117	0,14	0,11	0,02	0	0

В специализираната работилница за изследване на силите на рязане при работа с металообработващи машини - фиг.4А се наблюдават високи стойности на електрическото и магнитното поле, поради наличието на сравнително мощни електродвигатели. Разположението на двигателите е такова, че в работната зона, полетата имат сравнително ниски стойности, което са характерни за този вид оборудване. Високи стойности се наблюдават около компютърната система фиг.4Б, поради близкото разположение на

електродвигателите. Съгласно принципа на суперпозицията, [6] [7], когато в дадена част от пространството има много заряди – (n на брой) и всеки от тях създава поле с интензитет E_1, E_2, E_3 и т.н.- E_i , в дадената измервателна точка интензитетът е векторна сума от интензитетите на отделните заряди – в случая на компютърната система, двете металорежещи машини и токоизправителната апаратура по формулата [6]: $\vec{E} = \sum_{i=0}^{n} E_i$ [V/m] (1)

При наличие на повече токове, циркулацията на магнитната индукция B и елемент на проводника dl е равна на произведението на магнитната константа μ_0 и алгебричната сума от обхванатите токовете I по формулата [6]:

$$\oint B dl = \mu_0 \sum I \quad [T] \qquad (2)$$

Изводи

На базата на направеното изложение и получените експериментални резултати могат да бъдат направени следните изводи:

1. Изследванията са извършени съгласно действащите в момента наредби за осигуряване на здравето и безопасността на преподавателите и студентите.
2. Използван е съвременен апарат, отговаряща на изискванията за измерване на електромагнитни полета.
3. Получените резултати показват здравословна работна среда.
4. За последяващо намаляване на електромагнитните полета при извършване на експерименти е необходимо разработване на математичен модел на взаимодействие между заряди, токове и магнитните полета в изследвания контур, което е предмет на последващи разработки.
5. Получените резултати могат да бъдат използвани при извършване на лабораторни упражнения със студенти от ДТК-Добрич.

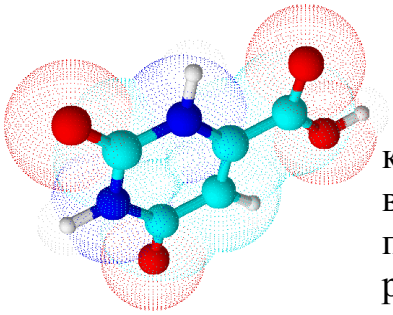
Литература

1. https://www.gli.government.bg/bg/node/9538, Наредба No РД-07-5 от 15 ноември 2016 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите;
2. https://www.mlsp.government.bg/uploads/37/politiki/obshchestveno-osiguryavane/zakon-za-zdravoslovni-i-bezopasni-usloviq-na-trud.pdf Закон за здравословни и безопасни условия на труд;
3. https://lex.bg/laws/ldoc/-549670400 ,Наредба № 7 от 23 септември 1999 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване;
4. https://lex.bg/laws/ldoc/-551794688, Наредба № 9 от 14 март 1991 г. за пределно допустими нива на електромагнитни полета в населени територии и определяне на хигиенно-защитни зони около излъчващи обекти;
5. https://www.lot-consult.com/
6. Иванчев Н. и др., Физика, Държавно издателство Техника, София, 1975;
7. Георгиев П. и др., Физика, Варна, 2003;
8. http://www.benetechco.net/en/products/gm3120.html

ЗАСТОСУВАННЯ ЛЮМІНЕСЦЕНТНОГО МЕТОДУ В ЕКСПЕРТИЗІ ПРОДУКЦІЇ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ

Доц., канд. хім. наук О.І. Теслюк, канд. хім. наук С.В. Циганкова
Фізико-хімічний інститут ім. О.В. Богатського НАН України, м. Одеса, Україна
Доц., канд. хім. наук О.О. Лівенцова
Одеський обласний базовий медичний фаховий коледж, м. Одеса, Україна

Пріоритетним завданням харчової промисловості та системи охорони здоров'я є забезпечення високої якості та безпеки продукції дитячого харчування. Оротова кислота (ОК) належить до біологічно активних речовин, що виступають стимуляторами обмінних процесів в організмі і відіграє важливу роль у синтезі нуклеїнових кислот, що є критичним для росту та розвитку дітей. ОК є проміжним метаболітом у синтезі піримідинових нуклеотидів й в значній кількості міститься в молочних продуктах [1]. Тому визначення вмісту оротової кислоти як індикаторної речовини, дозволяє оцінити автентичність молока, молочних продуктів та молоковмісного дитячого харчування й визначити відповідність продукту встановленим стандартам.



Оротова кислота (вітамін B13) (2,6-дигідроксипіримідин-4-карбонова кислота), вітамін B_{13} відноситься до піримідинових похідних і є біологічно активною речовиною.

Для кількісного визначення оротової кислоти застосовуються хроматографічні методи (високоефективна рідинна, йонообмінна, газова) [2-5], полярографія [6], ферментативні методи [11]. В роботах [7-10] запропановано використання сенсибілізованої люмінесценції Tb (III) в комплексі з оротовою кислотою для визначення останньої.

Метою даного дослідження було створення методики твердофазного люмінесцентного визначення оротової кислоти як маркера якості в молочній продукції дитячого харчування.

Оротова кислота інтенсивно поглинає ультрафіолетове випромінювання в діапазоні 260-320 нм з максимумом при $\lambda_{макс}$ = 278 нм. Високе значення молярного коефіцієнта екстинкції зумовлює можливість ефективного поглинання світлової енергії. Енергія триплетного стану оротової кислоти (20600 $см^{-1}$) перевищує енергію збудженого $^5D_4$ рівня йона тербію(III) (20500 $см^{-1}$), внаслідок чого можливе ефективне перенесення енергії збудження на резонансний рівень лантаніду [9]. Спектр люмінесценції ліганду представляє собою широку смугу з максимумом при 460 нм. Найбільш інтенсивні смуги в

спектрі люмінесценції Tb(III), які відповідають переходам $^5D_4 \rightarrow ^7F_6$ (λ = 490 нм) і $^5D_4 \rightarrow ^7F_5$ перекриваються довгохвильовою частиною спектру ліганду. Оротова кислота утворює комплексну сполуку з йоном Tb(III), яка проявляє інтенсивну люмінесценцію [9]. У спектрі люмінесценції Tb(III) найбільш інтенсивною є смуга, що відповідає надчутливому до впливу поля ліганду електро-дипольному переходу $^5D_4 \rightarrow ^7F_5$ (рис.1).

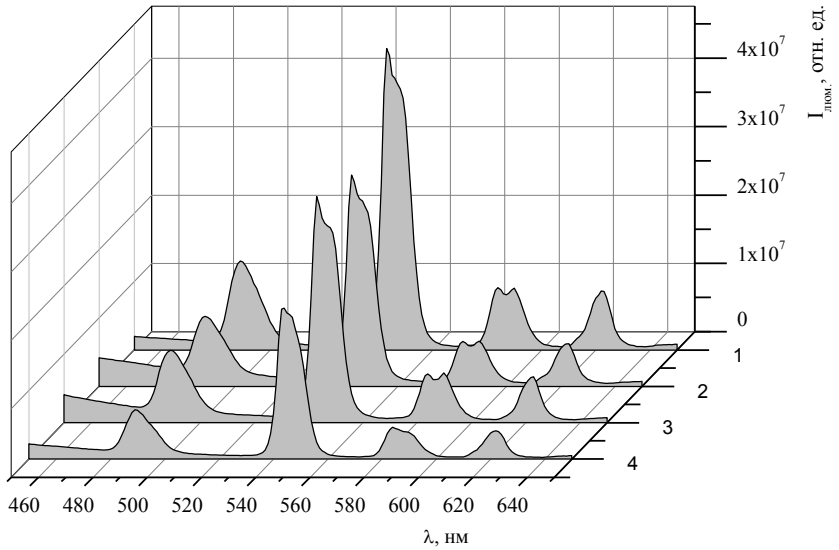


Рисунок 1 – Спектри люмінесценції Tb(III) в комплексі з оротовою кислотою (4) та в присутності ПАР:
1- Етонія, 2 - Тритон Х-100, 3 - Неонол 9-12; ($C_{Tb} = 1 \cdot 10^{-2}$моль/л; $\lambda_{збуд}$= 365нм)

В міцелярному середовищі неіонних і катіонних ПАР інтенсивність люмінесценції Tb (III) зростає. В спектрі люмінесценції йона Tb (III) при цьому спостерігаються смуги, відповідні енергетичним переходам $^5D_4 \rightarrow ^7F_6$ (λ = 487,5 нм), $^5D_4 \rightarrow ^7F_5$ (λ = 544,3 нм), $^5D_4 \rightarrow ^7F_4$ (λ = 585 нм) и $^5D_4 \rightarrow ^7F_3$ (λ = 620 нм), найбільш інтенсивною є смуга, яка відповідає електро-дипольному переходу $^5D_4 \rightarrow ^7F_5$ з максимумом люмінесценції при λ = 545 нм. У присутності катіонного ПАР Етонія інтенсивність люмінесценції цієї смуги зростає в 2,5 рази (рис.1).

В спектрі збудження люмінесценції Tb (III) в комплексі з оротовою кислотою спостерігається одна смуга з максимумом при 324 нм (рис.2). У присутності ПАР інтенсивність смуги збільшується і спостерінається батохромний зсув максимуму поглинання. Зростання $I_{люм}$ спектрів збудження і люмінесценції відбувається в результаті витіснення молекул води з внутрішньої координаційної сфери комплексу, в результаті чого зменшується безвипромінювальна дезактивація енергії збудження і відбувається більш ефективне перенесення її до йону лантаніду. Підтвердженням цього факту також є збільшення часу життя збудженого стану комплексу Tb (III) з оротовою кислотою в присутності Етонію на 28% (τ = 1233μс, за відсутностю ПАР τ= 965 μс).

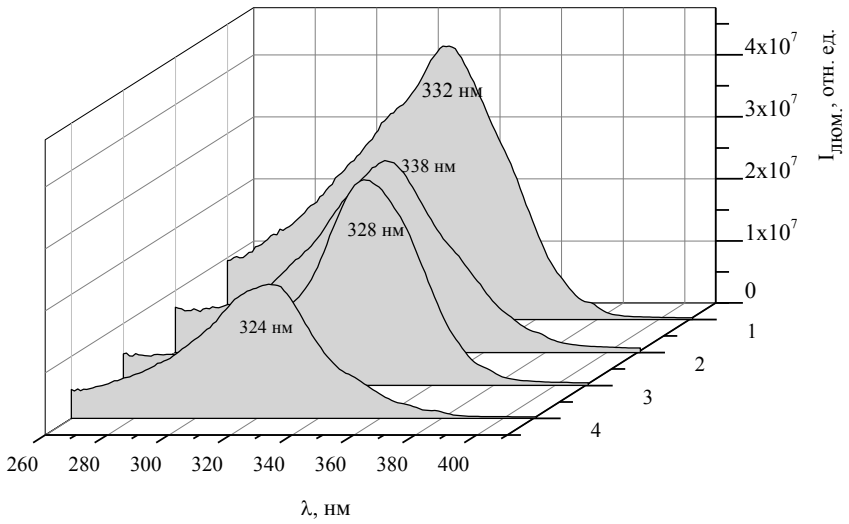


Рисунок 2 – Спектри збудження люмінесценції йона Tb(III) в комплексі з оротовою кислотою:

1- у відсутності ПАР; у присутності: 2-Тритон Х-100; 3-Неонол 9-12; 4-Етонія; ($C_{Tb(III)}=1\times10^{-2}$ моль/л, $C_{ПАР}=5\times10^{-5}$ моль/л)

Інтенсивність люмінесценції тербія оротату суттєво зростає при сорбції на твердій матриці як результат поєднання функцій концентрування та підвищенні кінетичної стабільності комплексу. Це обумовлює зростання жорсткості молекули комплексу внаслідок її фіксації у твердій фазі, що сприяє ефективнішому переносу енергії збудження та зростанню $I_{люм}$. Найбільше значення $I_{люм}$ спостерігається на силікагелі Merck L100/160, при використанні якого повнота вилучення комплексу з розчину досягає 97%. Сорбція комплексу тербія (III) на поверхні силікагелю відбувається в області pH 4,5 – 9 з максимумом $I_{люм}$ сорбату при pH 7,0. Так само як і в розчинах, при сорбції в присутності катіонного димерного ПАР Етонія $I_{люм}$ сорбату комплексу зростає у 2,5 рази. Максимальне значення інтенсивності люмінесценції досягається при проведенні сорбції протягом 10-15 хвилин.

На підставі отриманих результатів розроблено методику сорбційно-люмінесцентного визначення оротової кислоти в молочній продукції та дитячому харчуванні, що містить молоко.

Методика визначення

Визначення оротової кислоти у молочній продукції проводили методом добавок, попередньо осадивши білкові компоненти.

Осадження білкових компонентів.

Наважку порошку молочної суміші або йогурту (500 мг) вносили у пробірку об'ємом 10 мл та додавали дистильовану воду (37°С) до мірки та перемішували. Заважаючий вплив білкових компонентів молочної продукції усували їх попереднім осадженням. Для цього проби досліджуваного зразку об'ємом 10 мл вносили у мірні колби на 100 мл, додавали 1 мл (1,7 моль/л) розчину оцтової кислоти та 1 мл (1 моль/л) розчину натрію ацетату, додавали 60 мл дистильованої води та нагрівали на водяній бані (40º С) протягом 5

хвилин при перемішуванні. Потім охолоджували до кімнатної температури і доводили до мітки дистильованою водою, масу відфільтровували через подвійний фільтр «синя стрічка», попередньо оброблений гарячою водою. Отриману сироватку розбавляли дистильованою водою (1:4). Для цього до 2 мл сироватки додавали 8 мл дистильованої води.

У три пробірки або склянки вносили по 60 мг силікагелю Merk L100/160, вносили по 1,0 мл досліджуваного розчину, у дві з них додавали стандартний розчин оротової кислоти в такій кількості, щоб інтенсивність люмінесценції проби зросла в 2 та 3-4 рази відповідно. Далі у кожну склянку додавали по 1 мл розчину тербію хлориду (0,01 моль/л), 0,4 мл розчину Етонію (0,01 моль /л), 0,2 мл 4%-ного водного розчину уротропіну. Об'єм розчинів доводили до 5 мл дистильованою водою і при перемішуванні проводили сорбцію протягом 10 хв. Потім відфільтровували і висушували протягом 15 хв. при температурі 80° - 100°С у сушильній шафі.

Паралельно готували розчин «холостої» проби, яка містить всі компоненти окрім досліджуваного розчину. Інтенсивність люмінесценції сорбату Tb(III) вимірювали при $\lambda_{люм}$=545 нм ($\lambda_{збудж}$=365 нм). Ідентифікацію ОК на сорбенті проводили за появою зеленої люмінесценції йону Tb(III) під люмінесцентною лампою, візуально порівнюючи $I_{люм}$ проби та стандарту.

Кількісне визначення оротової кислоти проводили за формулою методу добавок.

$$C_x = \frac{I_x}{I_{x+доб.} - I_x} \cdot C_1, мг/мл \quad (1)$$

де C_x – знайдена концентрація оротової кислоти у пробі, мг/л;

C_1 – концентрація стандартного розчину оротової кислоти, мг/л;

I_x – інтенсивність люмінесценції досліджуваного зразку проби;

$I_{x+доб.}$ - інтенсивність люмінесценції проби досліджуваного розчину з добавкою стандартного розчину оротової кислоти.

Визначений вміст оротової кислоти в молочній продукції наведений у таблиці 1.

Таблиця 1 – Визначення вмісту оротової кислоти у молочній продукції дитячого харчування (n = 5; P = 0,95)

Зразок	Знайдено у пробі, мг/л	Sr
Молоко пастеризоване 2,6% (ГМЗ №1)	41,3±1,89	0,037
Молоко органічне 2,5% «Лавка Традицій»	48,8 ±1,70	0,028
Суміш молочна суха Nestogen Nestle	30,4±1,85	0,049
Суміш суха молочна Frisolac Gold Pep AC	29,4±1,86	0,051
Дитяча суха молочна суміш Hipp Combiotic	31,5±2,03	0,052
Дитяча суха молочна суміш NAN ExpertPro	35,2±1,92	0,044
Йогурт «Растішка» ПрАГ «Данон Кремез»	52,4±1,69	0,026
Йогурт для детей Агуня ТМ PepsiCo	61,3±1,67	0,022

Точність та відтворюваність визначення перевірена методом статистичної обробки результатів. При n=5 та P = 0,95 величина відносного

стандартного відхилення (Sr) становить 0,022-0,052. Межа виявлення ОК становила 1×10^{-3} мкг/мл. Відтворюваність результатів визначення ОК в молочній продукції дитячого харчування (Суміш молочна суха Nestogen Nestle**)** перевірено методом «введено-знайдено» .

Таблиця 2 - Результати визначення оротової кислоти в молочній продукції методом «введено-знайдено» (мг/л) (n=5; P = 0,95)

Введено	Знайдено	Sr
-	30,4±1,85	0,049
10	40,3±2,10	0,042
15	45,1±2,18	0,039

Запропонована методика характеризується задовільними метрологічними характеристиками і досить проста у виконанні.

Висновки:

1. Досліджено можливісто застосування сенсибілізованої люмінесценції Tb(III) на твердих матрицях для визначення оротової кислоти як маркера якості молочної продукції.
2. На підставі проведених досліджень розроблено методику твердофазного люмінесцентного визначення оротової кислоти в молочній продукції дитячого харчування.

Посилання

1. Цехмістренко С.І. Біохімія молока та молокопродуктів:/С.І. Цехмістренко, О.І. Кононський. – Біла Церква, 2014. –168 с.
2. Evans J.E., Tieckelimann H. Measurement of urinary pyrimidine bases and nucleosides by high-performance liquid chromatography. //J. Chromatogr. - Diomed app. – 1979. - V. 163, № 1. - P. 29-36. https://doi.org/10.1016/s0378-4347(00)81165-2
3. Backmann C., Colombo J. Determination of orotic acid in children’s urinae. //Z. Klin. Chem. Und Klin. Biochem. – 1980. - V. 18, №5. - P. 293 - 295. https://doi.org/10.1515/cclm.1980.18.5.293
4. Kumar T., Jhanavi D, Rao K. [et al.] RP-HPLC method for quantification of orotic acid in capsule formulation. //Int. J. Pharm. Sci. Res.- 2019. - V.10(5). - P. 2343-2347. DOI: 10.13040/IJPSR.0975-8232.10(5).2343-47
5. Destanoğlu O., Zeydanlı, D., Cansever, M., [et al.] Ion chromatographic method for the determination of orotic acid in urine. //Anal. Biochem. - 2018.- V.563. – P. 9–14. https://doi.org/10.1016/j.ab. 2018.09.016
6. Palecek O., Jelen F., Manousek O. Reaction of based of nuclear acid with mercuri electrode.Collect.// Czech. Chem. Commun. – 1980. – V. 45, № 12. - P. 3460-3461. https://doi.org/10.1135/cccc19803460
7. Kravchenko T.B., Bel'tyukova S.V., Gritsay T.L. Lyuminestsentnyye svoystva orotata terbiya i ispol'zovaniye yego v analize. //Ukr. khim. zhurn.- 1982.- V. 48, №9. - P. 972-975. (in Russian)

8. Arnaud N., Georges J. Effect of surfactants in the determination of orotic acid in aqueous solutions by sensitized terbium fluorescence. //Analyst. – 1994. - V. 119. - P. 2453–2456. https://doi.org/10.1039/AN9941902453
9. Бельтюкова С. В., Теслюк О. І., Лівенцова О. О. Сорбційно-люмінесцентне визначення оротової кислоти в лікарських препаратах. //Вісник ОНУ.Хімія.-2021.-Т. 26, вип. 1(7). - С.53-73. DOI: https://doi.org/10.18524/2304-0947.2021.1(77).226138
10. Milofsky R., Spaeth S. Determination of orotic acid in aqueous solutions by micellar electrokinetic capillary chromatography using sensitized lanthanide ion luminescence detection. //Chromatogr. – 1996.- V. 4, №2. - P. 12–16. https://doi.org/10.1016/0378-4347(93)e0409-j
11. Anastasi G., Antonelli M., Biordi A., Vinci G. Orotic acid: a milk constituent: Enzymatic determination by means of a new microcalorimetric method. //Talanta – 2000. - V. 52, №5. - P. 947-952. https://doi.org/10.1016/s0039-9140(00)00433-1

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПЛОДІВ ДУБА У ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВИХ ЕМУЛЬСІЙНИХ ПРОДУКТІВ

Доц., канд. техн. наук Т.Г. Філінська, ст. викладач А.О. Філінська,
доц., канд. техн. наук І.В. Суха, аспірант С.К. Павлюк
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна

Дуби (*Quercus)* є домінуючими деревами у більшості європейських, північноафриканських, американських та азіатських лісів, від прохолодних помірних до тропічних середовищ. У світі налічується за різними даними від 450 до 500 видів *Quercus*, з яких близько 45% вважаються такими, що знаходяться під загрозою, оскільки вони страждають від руйнування довкілля або хвороб і шкідників. Дуби мають довгу історію вирощування як у Європі, так і на інших континентах. Практика вирощування дуба включає природні лісові масиви і штучне лісонасадження, створене людиною. Площі дубових насаджень в країнах різняться. Наприклад, у Польщі дубові насадження становлять близько 6% від загальної площі лісів, у Китаї – близько 13%, в Португалії – 34%, а в Алжирі дуби становлять близько 40% лісових насаджень. У природних насадженнях рівнинної частини України зростають дуби звичайний або черешчатий (*Quercus robur*), скельний (*Quercus petraea*) і пухнастий (*Quercus pubescens*). Насадження дуба звичайного займають приблизно 95 %, він є найпоширенішим і найціннішим [1-7].

Продукти перероблення дуба, включаючи жолуді, кору, деревину та листя, мають безліч застосувань. Дуби широко використовуються у промисловій заготівлі і виробництві деревини, в енергетиці, вирощуванні їстівних грибів, розведенні комах (дубового шовкопряда *Antheraea pernyi*), а також у промисловому виробництві фармацевтичних, харчових продуктів та виробів технічного призначення [8]. Всі його морфологічні частини знаходять застосування, і це дає можливість комплексного перероблення та сприяє екологізації процесу.

Плоди дуба (жолуді) є найважливішим диким деревним харчовим ресурсом і були основним джерелом їжі з доісторичних часів В них присутні харчові волокна, біоактивні фітохімічні речовини, цінні жири, вуглеводи і білки, що вказує на перспективність використання їх у харчових цілях [9, 10]. Продукти перероблення жолудів (борошно, крохмаль, білки і жири) мають високий потенціал щодо використання у виробництві харчових емульсійних продуктів.

Жолудеве борошно містить близько 60% вуглеводів, більше 15% харчових волокон та характеризується високим показником вологоутримуючої здатності [11]. До того ж воно є безглютеновим, що важливо при виготовленні продукції для особливих категорій споживачів, яким заборонено вживання глютенвмісних продуктів.

Жолудевий крохмаль може бути ефективним замінником картопляного та кукурудзяного, які в нативному або модифікованому вигляді вводяться до рецептурного складу харчових емульсійних продуктів. Дослідження таких технологічно важливих властивостей жолудевого крохмалю як набухання, розчинність та водопоглинання показали їх збільшення з підвищенням температури від 60 до 90°С [12]. Це дозволяє припустити можливість використання жолудевого крохмалю і при гарячому способі виробництва харчових емульсій.

Вміст олії в жолудях коливається в широкому діапазоні від 5 до 20%, а за деякими даними може досягати 30%. Вміст і склад жирних кислот залежать від генетичних факторів, виду рослин, абіотичних чинників (таких як ступінь дозрівання), клімату та географічного походження. Олеїнова та лінолева кислоти є основними ненасиченими жирними кислотами, а основною насиченою є пальмітинова кислота [10]. Жолудева олія має високу поживну цінність, а її смак можна порівняти зі смаком оливкової олії. Вона може бути використана, як компонент жирової фази харчових емульсійних продуктів.

Для забезпечення стабільності харчових емульсійних систем, зниження поверхневого натяжіння на межі розподілу водної і жирової фаз, використовують поверхнево-активні речовини. Таким можуть слугувати білкові ізоляти, отримувані з жолудів. Вони як самостійно, так і в суміші з гуміарабіком сприяють формування стійких емульсій, властивості яких залежать від способу приготування і послідовності змішування компонентів [13].

Використання в харчових цілях більшості видів жолудів обмежується присутністю великої кількості дубильних речовин (танінів), які попередньо

мають бути вилучені. Пропонуються різноманітні схеми перероблення жолудів, з різною послідовністю технологічних операцій. Різні техніки оброблення жолудів можуть виконувати одну і ту ж кулінарну мету, як, наприклад, екстракція крохмалю може здійснюватися різними способами [14].

Результати вивчення впливу термічного оброблення жолудів вказують не відмінності у властивостях отримуваних продуктів, у тому числі і на ступінь вилучення дубильних речовин, що придають продуктам гіркого терпкого присмаку. Для дослідження були використані плоди поширеного в Україні дуба черешчатого або звичайного (*Quercus robur*). Очищені жолуді обробляли з використанням таких процесів, як обжарювання і варіння. Причому останній виконували при різних температурах – при 100°С (кип'ятіння) і при 85-90°С. Продукти, отриманні варінням відрізнялися світлішим кольором у порівнянні з обжареними. Варіння при 85-90°С дало кращий результат у порівнянні з кип'ятінням щодо гіркого присмаку. Більша гіркота і терпкість, притаманна для зразків після оброблення кип'ятінням у порівнянні з варінням при 85-90°С, ймовірно може бути результатом взаємодії (зв'язуванням) гірких на смак дубильних речовин з крохмалем жолудів при температурі кипіння. При дії високих температур і води, крохмалі поглинають воду, що призводить до постійної та незворотної желатинізації і зв'язування дубильних речовин та крохмалю. Тож вилучення танінів кип'ятінням, ймовірно, є менш ефективним методом вилуговування дубильних речовини у порівнянні з варінням за нижчих температур.

Висновки

1. Плоди дуба (жолуді) є цінною відновлюваною цінною сировиною для харчових виробництв.
2. Продукти перероблення жолудів (крохмаль, жири, білки), що мають високу поживну цінність, можуть бути введені як функціональні інгредієнти до рецептурного складу харчових емульсійних продуктів.
3. Дослідження процесів перероблення плодів дуба для використання в харчовому виробництві мають бути спрямовані на одержання безпечних харчових продуктів, без будь-яких потенційних ризиків для здоров'я споживачів.

Посилання

1. Ballesteros D., Pritchard H.W. (2020) The Cryobiotechnology of Oaks: An Integration of Approaches for the Long-Term Ex Situ Conservation of Quercus Species. *Forests*, Vol. 11(12), 1281. https://doi.org/10.3390/f11121281.
2. Szabłowska E., Tańska M. (2024) Acorns as a Source of Valuable Compounds for Food and Medical Applications: A Review of Quercus Species Diversity and Laboratory Studies. *Appl. Sci.*, Vol. 14(7), 2799. https://doi.org/10.3390/app14072799.
3. Wang Y, Xu C, Wang Q, Jiang Y, Qin L. (2023) Germplasm Resources of Oaks (Quercus L.) in China: Utilization and Prospects. *Biology* , Vol. 12(1), 76. https://doi.org/10.3390/biology12010076.

4. Castro L.M.G., Ribeiro T.B., Machado M., Alexandre E.M.C., Saraiva J.A., Pintado M. (2022) Unraveling the Effect of Dehulling Methods on the Nutritional Composition of Acorn Quercus spp., *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol.106, 104354. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104354.
5. Fatima Z. Makhlouf, Giacomo Squeo, Malika Barkat, Antonio Trani, Francesco Caponio. (2018) Antioxidant activity, tocopherols and polyphenols of acornoil obtained from Quercus species grown in Algeria. *Food Research International*, Vol.114, p.208-213. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.010.
6. Rabeb Lassoued, Manef Abderrabba, Jamel Mejri. (2022) Comparative chemical composition of two Quercus species seeds growing in Tunisia, *South African Journal of Botany*, Vol. 146, p.71-76. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.10.003.
7. Гордієнко М. І., Гузь М. М., Дебринюк Ю. М., Маурер В. М. Лісові культури. Підручник. – Львів: Камула, 2005 – 608 с. https://shron1.chtyvo.org.ua/Hordiienko_Mykhailo_Ivanovych/Lisovi_kultury.pdf.
8. Youssef Najib Sassine, Stephanie Nabhan, Elina Rachkidy, Zeina El Sebaaly (2024) Valorization of agro-forest wastes (oak acorns, vineyard pruning, and olive pruning) through the cultivation of shiitake (*Lentinula edodes*) mushrooms. *Heliyon*, Vol.10, Issue 12, Page: e32562. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32562.
9. Özdikicierler, O., Akcan, T. (2023). Bioactive Phytochemicals from Acorn (*Quercus* spp.) Oil Processing By-products. In: Ramadan Hassanien, M.F. (eds) Bioactive Phytochemicals from Vegetable Oil and Oilseed Processing By-products. Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham. p.739–752. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91381-6_35.
10. Taib, Mehdi, Bouyazza, Lahboub, Lyoussi, Badiaa, Acorn Oil: Chemistry and Functionality, *Journal of Food Quality*, 2020, 8898370, 11 pages, 2020. https://doi.org/10.1155/2020/8898370.
11. Szabłowska E., Tańska M. (2025) Effects of Acorn Flour Addition on Baking Characteristics of Wheat Flour. *Foods*, Vol. 14(2), 190, 17 pages. https://doi.org/10.3390/foods14020190.
12. Zarroug Y., Boulares M., Mejri J., Slimi B., Hamdaoui G., Djebi S., Saidi F., Nasri H., Sfayhi D.T., Kharrat M. (2020) Extraction and Characterization of Tunisian *Quercus ilex* Starch and Its Effect on Fermented Dairy Product Quality, *International Journal of Analytical Chemistry* 8868673, 9 pages. https://doi.org/10.1155/2020/8868673.
13. Naderi, B., Keramat, J., Nasirpour, A., & Aminifar, M. (2020). Complex coacervation between oak protein isolate and gum Arabic: optimization & functional characterization. *International Journal of Food Properties*, *23*(1), 1854–1873. https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1825484.
14. An T, Tang M, An J. (2022) Ethnological approach to acorn utilization in prehistory: A case study of acorn mook making in South Korea. *Front Plant Sci*. Vol.13. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.996649.

ЗМІСТ ◊ CONTENTS ◊ СЪДЪРЖАНИЕ

(прізвища авторів і назви доповідей наведені мовою оригіналу)
(authors surename and the list of reports correspond to originals)
(имената на авторите и заглавията на докладите са дадени на оригиналния език)

Христо Ненов Вітання учасникам конференції …….…….. 6
Олександр Величко Вітання учасникам конференції ……..…. 7
Александър Величко Поздрави към участниците в конференцията ……..…. 8
Тетяна Хохлова, Іван Іванов Міжнародна конференція як важлива складова інтеграції українських університетів до європейського освітнього простору 9
Мария Маринова, Марияна Тодорова Съвременни аспекти в обучението на студентите от ТУ – Варна ……..…….. 13
Сергей Димитров Академична мобилност на студентите, преподавателите и административния персонал, осъществена в ТУ-Варна по програма „Еразъм“ на Европейската Комисия …….. 20
Биляна Филчева Ролята на кариерния център в стратегиите за повишаване на качеството на висшето образование чрез партньорство с индустрията ... 22

СЕКЦІЯ 1: ЯКІСТЬ В ПРОМИСЛОВОСТІ
SECTION 1: QUALITY IN INDUSTRY
СЕКЦИЯ 1: КАЧЕСТВО В ИНДУСТРИЯТА

Балакін В.Ф., Угрюмов Ю.Д., Николаєнко Ю.М., Угрюмов Д.Ю. Модульна технологія виробництва труб на ТПА 200 з тривалковим розкатним станом 26
Візняк Р.І., Бондаренко В.В. Вивантаження насипних вантажів у змішаному залізнично–водному сполученні, - у спосіб удосконаленого перекидання 30
Vodin Ihor Analysis of rational ratios of electrical parameters in the ferrosilicon smelting process in submerged arc furnaces …….. 34
Gubenko S., Parusov E., Parusov O. Non-metallic inclusions and crack resistance of steels …….. 39
Єгоров Є.А., Івченко Ю.В., Нікіфоров М.С., Івченко О.М. Граничні стани сталевих вертикальних циліндричних резервуарів: аналіз та моделювання 46
Кисляков В.Г., Маначин І.О., Руденко О.Л. Сучасний технологічний процес вдування зернистого магнію в ківш з рідким чавуном …… 48
Кривчик Л.С., Пінчук В.Л., Дейнеко Л.М., Тараненко А.О., Столбовий В.О. Удосконалення технології терозміцнення трубного інструменту з штампових сталей з використанням іонно-плазмового азотування з подальшим нанесенням багатошарових покриттів в єдиному технологічному процесі …….. 53
Крячко Г.Ю., Сігарьов Є.М., Матина І.М., Філіп'єв В.В. До методики оцінки граничних витрат пиловугільного палива …… 66

Манько Т.А., Мурашко В.В. Дослідження характеристик композиційних матеріалів в кріогенному середовищі …… 69

Миронова Т.М., Ремез О.А., Комеристий І.В. Вплив легування на рекристалізацію евтектичного цементиту в процесі післядеформаційного відпалу …….. 76

Молчанов Л.С., Чернятевич А.Г., Голуб Т.С. Порівняльний аналіз візуальної картини низькотемпературного та високотемпературного моделювання продувки конвертерної ванни з використанням верхньої односоплової фурми 81

Пантейков С.П. Термодинамічний аналіз умов перебігу хімічних реакцій відновлення кремнію з кремнезему за літературними даними ……... 85

Пантейков С.П. Термодинамічний аналіз умов перебігу хімічних реакцій відновлення кремнію з кремнезему за хімічною спорідненістю речовин до кисню (літературні дані) …… 90

Перчун Г.І., Якушев О.С. Аналітичне дослідження методик оцінки здатності вуглецевої катанки до волочіння …… 94

Рижков Ю.В. Контактні температури при фінішному алмазному шліфуванні композитних деталей на основі відходів легованих сталей ……. 97

Selegei A.M., Khokhlova T.S., Krekoten M.A., Revenko O.O., Petrenko V.O. Control of burden charging in the blast furnace process ……... 103

Сиротенко А.Л., Балакін В.Ф., Зінченко С.М. Металографічне дослідження впливу інтенсивної пластичної деформації на фізико-механічні властивості труб зі сплавів титану та нержавіючих сталей …….. 107

Сігарьов Є.М., Єськов Д.В., Руденко М.Р., Касьян Д.В. Вплив конфігурації робочого простору Т-подібного наконечника фурми на швидкість газопорошкового потоку ……. 111

Сімонов М.Р., Сусол Н.Я. Ефект реалізації вимог міжнародної схеми сертифікації FSSC 22000 Version 6.0: досвід українських підприємств ……. 117

Часов Д.П., Бейгул В.О., Ващенко С.О., Глущенко О.О., Сьоміч А.В. До питання впливу коефіцієнту динамічності на енергоефективність гвинтових конвєрів … 122

Чернова М.Є. Суть дифузії у неоднорідній тривимірній системі ……... 124

Чорноіваненко К.О., Повзло Є.Л. Формування композитних структур при насиченні хромових сталей вуглецем …… 131

Юшкевич О.П., Мішин М.О. Розрахункова модель колони промислового робота-маніпулятора …… 139

Величко К.О. Дослідження можливостей виплавки сплавів марганцю в індукційній печі ……..…….. 143

Грек О.С. Розвиток технології прямого відновлення заліза з використанням індукційної печі як єдиного агрегату для відновлення заліза та виплавляння сталі …… 147

Скрипченко Р.Д., Грек О.С. Газове твердофазне відновлення заліза. Дослідження факторів інтенсифікації процесу ……. 151

СЕКЦІЯ 2: ЯКІСТЬ В ОСВІТІ
SECTION 2: QUALITY IN EDUCATION
СЕКЦИЯ 2: КАЧЕСТВО В ОБРАЗОВАНИЕТО

Балакін В.Ф., Ступак Ю.О., Николаєнко Ю.М. Штучний інтелект в освітній програмі: відповідь на виклики сучасності та ключова компетенція для майбутніх фахівців 157
Bandurka L.V., Moskalenko O.L., Nechai A.M. The formation of professional competences of students by means of interactive technologies 160
Білик В.В., Крижанівський Ю.В. Лідерство як основа ефективного управління в освіті 164
Волощук І.Б., Житарюк І.В. Функціональна пропедевтика в курсі математики 5-6 класів НУШ: теоретичні засади та практична реалізація 166
Голуб Т.С., Молчанов Л.С. Аспекти якісного формування сучасного дослідника науково-технічного спрямування на третьому освітньому рівні на базі науково-дослідної установи 168
Гуцалова В.І., Савченко Г.Г., Іваненко А.Г. Причини та шляхи подолання управлінських конфліктів (на прикладі ВО «Оскар») 178
Десятов Т.М., Сапіян А.А. Сутнісна характеристика змісту "якість освіти" ... 183
Димитрова Елица Т. Лидерството на директора като двигател на промяната в образователната институция: добри управленски практики от реален казус ... 185
Дюженкова О.Ю., Степахно І.В. Побудова математичних моделей при вивченні диференціальних рівнянь студентами інженерних спеціальностей 192
Єльникова Г.В., Скороходова І.Є. Бінарний урок як адаптаційний інструмент при засвоєнні ветеринарних дисциплін 194
Зимовець О.А., Кравець О.Є. Використання цифрових інструментів Google у професійно-методичній підготовці вчителів іноземних мов у початкових класах 200
Зінченко А.Л., Зінченко С.М. Дослідницько-творчий підхід при вивченні фізики у формуванні професійних якостей здобувача освіти в умовах освітнього партнерства 208
Кирпита Т.В., Давидова Т.А., Левицька С.І. Використання штучного інтелекту у підготовці та проведенні занять з іноземної мови за професійним спрямуванням 211
Ковачева Елена, Георгиева Тодорка, Георгиева Севдалина, Дукова Вяра Интелигентни агенти в училищната администрация 221
Kolomiiets Leonid Integrating international anti-corruption standards into higher education practice: an analysis of the opportunities of ISO 37001:2025 229
Кондрашкін М.Ю., Черненко Ю.Ю. Впровадження нових методів військово-патріотичного навчання в умовах викликів сучасності 239
Кузнецов О.А. Україна на шляху до демократії у 60-х – початку 90-х років XX століття 251

Огоренко В.В., Шустерман Т.Й., Ніколенко А.Є. Досвід розробки освітньо-професійної програми «Медична психологія» другого (магістерського) рівня вищої освіти …… 261
Подласов С.О. Деякі домашні експерименти при дистанційному навчанні фізики в технічному університеті …….. 263
Romashkina Olena A. The use of standardized testing technology using closed-type test tasks at the department of prosthetic stomatology …….. 269
Стельмащук О.А., Стельмащук П.О. Застосування порад як складників ефективної комунікації в науково-педагогічному колективі закладів вищої освіти …… 271
Ступак Ю.О. Деякі особливості проектування та застосування навчального відео для здобувачів освіти інженерних спеціальностей …… 278
Tkachuk V.V., Yechkalo Yu.V. Leveraging ai in digital learning environments for war veterans' professional retraining …….. 281
Фріман Є.М., Радкевич Т.О. Правові аспекти кадрового менеджменту …….... 285
Фріман Є.М., Радкевич Т.О. Стан та перспективи розвитку правової підготовки спеціалістів з менеджменту…….. 289
Shvachych H.H., B.I. Moroz, Monastyrov H.V., Khokhlova T.S. Mobile model of adaptive informal education in the light of digital transformation of society …… 292
Шпильова В.О., Слюсар М.А. Мотивація як рушійна сила якісної праці ……. 300

СЕКЦІЯ 3: ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ОСВІТІ

SECTION 3: INFORMATION TECHNOLOGIES IN INDUSTRY AND EDUCATION

СЕКЦИЯ 3: ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМИШЛЕНОСТТА И ОБРАЗОВАНИЕТО

Богуцький Д.В., Горбова О.В. Метрики читабельності як інструмент оптимізації документації API: порівняльний аналіз показників FLESCH-KINCAID, SMOG, GUNNING FOG та DALE-CHALL ……..... 304
Булєєв Ю.С. Концепція створення кастомізованих ШІ-агентів для підвищення ефективності навчального процесу в зво ……. 308
Busarova T.M., Hryshechkina T.S. Application of maple computer algebra system for modelling results visualisation …… 315
Івчанська Н.В., Лисенко М.В. Комплексна інтегральна оцінка стану переробної промисловості України засобами математичного моделювання як основа для стратегічного планування розвитку галузі …… 317
Кошкіна О.Ф., Бігун Л.О. Штучний інтелект як ключовий інструмент енергозбереження в сучасному енергетичному секторі …….... 323

Kravets V.V., Hryshechkina T.S., Kravets Vl.V. Analytical method for estimating the temporal reliability of an alternative energy system …… 326

Модзалевський Є.О., Журба А.О. Автоматизація систем складського обліку за допомогою штучного інтелекту ……. 328

Остапець Д.О., Опрятний А.О. Вибір джерела ентропії для розробки апаратно-програмного комплексу генерації випадкових чисел на базі мобільного пристрою …….. 332

Остапець Д.О., Опрятний А.О. Розробка протоколу взаємодії між елементами апаратно-програмного комплексу генерації випадкових чисел на базі мобільного пристрою …….. 334

Пожуєв А.В., Міхайлуца О.М., Пожуєв В.І. Оцінка впливу неоднорідності основи в стаціонарних задачах динаміки пластин і оболонок, які взаємодіють з пружним середовищем ……... 336

Рассоха І.В., Рендюк С.П., Рассоха О.В. Практичні аспекти застосування віконних функцій при роботі з базами даних …… 341

Рендюк С.П., Рассоха І.В. Можливості використання штучного інтелекту при вивченні вищої математики ……. 346

Solovyova I.A., Nykolaienko Yu.M., Balakin V.F. Development of software for technological design of cold roller rolling sections ……... 349

Сухінський Р.К., Верба Р.В., Садова Н.І., Сухінська Н.В., Стефанчук О.Р. Тестові завдання moodle: якість, кількість, персоналізація - аналітична достовірнсть за 2023-2025 роки у Чортківському медичному фаховому коледжі …….. 352

Третяк Т.Є., Клочко О.О., Літовченко П.І., Мироненко О.Л., Мироненко С.О. Дослідження коефіцієнтів тиску та перекриття неевольвентних зубчастих передач …….. 356

Фісуненко П.А., Булєєв Ю.С. Інформаційні системи та захист інформації як чинники економічної безпеки підприємств в умовах цифрової трансформації …. 365

Shvachych H.H., Moroz B.I., Meshcheriakov L.I., Myronov D.O., Khokhlova T.S. Automated software testing: theoretical foundations, features implementations and modern challenges ……... 377

Швачич Г.Г., Мороз Д.М., Гуліна І.Г., Хохлова Т.С., Іваненко А.Г. Аналіз особливостей використання фреймворку LARAVEL у розробці систем електронної комерції ……... 385

СЕКЦІЯ 4: СТАЛИЙ РОЗВИТОК І ЯКІСТЬ ЖИТТЯ ЯК СИНЕРГІЯ ЕКОНОМІКИ ТА ІННОВАЦІЙ. ЯКІСТЬ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ, ПРОДУКТІВ, ДОВКІЛЛЯ, ПОСЛУГ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ

SECTION 4: SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND QUALITY OF LIFE AS A SYNERGY OF ECONOMY AND INNOVATION. QUALITY OF FOOD RAW MATERIALS, PRODUCTS, ENVIRONMENT, SERVICES AND INFRASTRUCTURE

СЕКЦИЯ 4: ИКОНОМИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОТО РАЗВИТИЕ И КАЧЕСТВОТО НА ЖИВОТ КАТО СИНЕРГИЯ ОТ ИКОНОМИКА И ИНОВАЦИИ. КАЧЕСТВО НА ХРАНИТЕЛНИТЕ СУРОВИНИ, ПРОДУКТИ, ОКОЛНА СРЕДА, УСЛУГИ И ИНФРАСТРУКТУРА

Аксьонова І.М., Шимченко П.В. Використання методики паспортизації споруд водогосподарського комплексу для визначення екологічної безпеки при експлуатації та будівництві ……. 391

Брикова Т.М. Стійкий розвиток готельно-ресторанної сфери: поєднання міжнародних практик з існуючими підходами ……. 395

Губа С.О., Демидова Є.В. Розробка напою для школярів на основі молочної сироватки з додаванням овочевих інгредієнтів …… 398

Клименко Л.В., Халахур Ю.Л., Мусієнко С.І. Управління зовнішньоекономічним потенціалом національного виробництва в умовах впливу технологічних факторів конкурентоспроможності на локальних і глобальних ринках …… 403

Ковачева Елена, Георгиева Янка, Дукова Вяра Екранната зависимост: анализ на въздействието върху физическото и психическото здраве …… 410

Korniienko T.O., Vinnytska O.A. Adaptive marketing approaches for maintaining the financial stability of enterprises in conditions of economic turbulence …….. 419

Коцев Денислав, Стоянов Стефан, Ботева Саша, Иванов Виктор, Калева Стелиана Изследване на отношението на студентите към пушенето на вейп и здравословните навици …… 422

Мироненко М.А., Лисенко А.С. Розвиток автоматизації від доби античності до сьогодення ……... 432

Мудрик Ю.Г. Публічне управління інноваціями в територіальних громадах .. 436

Несевря П.І., Лагутчев Д.М. Системний аналіз взаємозв'язку об'ємно-планувальних, конструктивних та організаційно-технологічних факторів у будівництві логістичних центрів в Україні …….. 439

Нікуліна А.В. Управління текстильними відходами в контексті сталого розвитку легкої промисловості …….. 441

Пантелеєв В.П. Шляхи забезпечення якості послуг з подачі води на зрошення 446

Пірогова І.М., Бєлоконь К.В. Проблемні питання нормативно-правової бази функціонування регіональних центрів моніторингу довкілля у повоєнний період …… 449

Synenko T.P., Bolhova N.V., Popova A.O. Innovative approaches to the production of healthy organic berry snacks …….. 453
Стоянов Свилен Х., Атанасов Аспарух И., Михайлова Десислава П. Измерване на електрически и магнитни полета при обучение на студенти в ДТК-Добрич …….. 463
Теслюк О.І., Циганкова С.В., Лівенцова О.О. Застосування люмінесцентного методу в експертизі продукції дитячого харчування ……... 471
Філінська Т.Г., Філінська А.О., Суха І.В., Павлюк С.К. Перспективи використання плодів дуба у виробництві харчових емульсійних продуктів ……. 476

Наукове видання

XIX Міжнародна конференція «Стратегія якості у промисловості і освіті» 2 – 5 червня 2025 р., Варна, Болгарія

МАТЕРІАЛИ

/статті, доповіді, тези доповідей, аналітичні матеріали/

Українською, англійською та болгарською мовами

Відповідальні за випуск: Хохлова Т. С., Ступак Ю. О.
Укладачі: Хохлова Т. С., Ступак Ю. О.
Комп'ютерна верстка Ступак Ю. О.
Технічний редактор Ступак Ю. О.

Здано на складання 12.06.25. Підписано до друку 20.06.25. Електронне видання.
Обл-від.арк. 61,0. Умовн. друк. арк. 57,2

Видавництво «Журфонд»
49001, м. Дніпро, вул. Старокозацька, 8
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
ДК № 684 від 21.11.2001 р.

ТОВ «Дніпровський освітній центр»
49000, Україна, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 1/2

Укладачі: Т.С. Хохлова, Ю.О. Ступак

М58 XIX Міжнародна конференція «**Стратегія якості у промисловості і освіті»:** Матеріали. Електронне видання. – Дніпро, Журфонд, 2025. – 487 с.

ISBN 978-966-934-690-2

Збірник містить матеріали у вигляді статей, доповідей та тез доповідей (91 назва), які надійшли до Оргкомітету XIX Міжнародної конференції «Стратегія якості у промисловості і освіті» до 02 червня 2025 р. та прийняті до опублікування.

УДК 658.562.012.7