

Міністерство освіти і науки України  
Національне агентство з акредитації України  
Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти»  
Технічний університет –ТУ Варна /Болгарія/  
Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)  
ННІ Інститут промислових та бізнес технологій 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  
State Scientific Organization "Institute of Education Content Modernization"  
Technical University – Varna /Bulgaria/  
Ukrainian State University of Science and Technology (USUST)  
ESI Institute of Industrial and Business Technologies of USUST  
National Aviation University /Ukraine/  
Aalto University - Helsinki / Finland /  
Dnipro Education Center /Ukraine/  
Nikopol faculty of USUST

*XVIII Міжнародна конференція*  
**«Стратегія якості  
в промисловості і освіті»**  
03–06 червня 2024 р., Варна, Болгарія

**МАТЕРІАЛИ**

*XVIII International Conference*  
**«Strategy of Quality in Industry and Education»**  
June 3 - June 6, 2024, Varna, Bulgaria

**PROCEEDINGS**

Дніпро  
Dnipro  
**2024**  
Журфонд  
Jourfond

УДК 658.562.012.7  
М58

Схвалено Вченою радою навчально-наукового Інституту промислових та бізнес технологій УДУНТ і редакційною радою конференції

Укладачі: Т.С. Хохлова, Ю.О. Ступак

XVIII Міжнародна конференція «Стратегія якості в промисловості і освіті»: Матеріали. Електронне видання. – Дніпро, Журфонд, 2024. – 416 с.

ISBN 978-966-934-562-2

До збірника матеріалів XVIII Міжнародної конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» (3–6 червня 2024 р., Варна, Болгарія)\* увійшли 82 публікації (статті, тези), що надійшли до оргкомітету і були прийняті до опублікування.

Proceedings of the XVIII International Conference «Strategy of Quality in Industry and Education» (June 3 - June 6, 2024, Varna, Bulgaria) includes 82 reports (articles, theses) received by the organizing committee and accepted for publication.

*\* конференцію включено до Переліку наукових конференцій з проблем вищої освіти та науки на 2024 рік (розділ I Міжнародні конференції, поз. 327)*

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 978-966-934-562-2

© УДУНТ, 2024

© ТУ-Варна, 2024

© Хохлова Т.С.,

Ступак Ю.О., упорядкування, 2024

**РЕДАКЦІЙНА РАДА**  
**EDITORIAL BOARD**

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

**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 / Інститут промислових та бізнес-технологій)

**Тетяна Хохлова**, к.т.н., проф. (Український державний університет науки і технологій / Інститут промислових та бізнес-технологій)

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

**Валерій Іващенко**, д.т.н., проф. (Український державний університет науки і технологій / Інститут промислових та бізнес-технологій)

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

**Олександр Учитель**, д.т.н., проф. (Державний університет економіки і технологій, 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, Гельсінкі, 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 / Придніпровська державна академія будівництва і архітектури, Україна)

**Леонід Дейнеко**, д.т.н., проф. (Український державний університет науки і технологій / Інститут промислових та бізнес-технологій, Україна)

**Юрій Ступак**, к.т.н., доц. (Український державний університет науки і технологій / Інститут промислових та бізнес-технологій)

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

**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 / Institute of Industrial and Business Technologies)

**Tatyana Khokhlova**, Dr. Eng., Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies / Institute of Industrial and Business Technologies)

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

**Valery Ivashchenko**, Dr. Sc., Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies / Institute of Industrial and Business Technologies)

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

**Alexander Uchitel**, Dr. Sc., Prof. (State University of Economics and Technology, 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 / Dnieper State Academy of Construction and Architecture, Ukraine)

**Leonid Deineko**, Dr. Sc., Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies / Institute of Industrial and Business Technologies)

**Yurii Stupak**, Candidate of Technical Sc., Assoc. Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies / Institute of Industrial and Business Technologies)

## **НАПРЯМИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

## **SUBJECTS OF CONFERENCE WORK**

### **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.

### **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.

### **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.

### **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.

### 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 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.

### 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.

**КОНФЕРЕНЦІЯ «СТРАТЕГІЯ ЯКОСТІ...» –  
ІСТОРІЯ СПІВПРАЦІ ТУ-ВАРНА  
ТА УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**

*Співголова оргкомітету конференції*

*Т.С. Хохлова*

*декан ф-ту<sup>1</sup>, проф., канд. техн. наук*

<sup>1</sup> Нікопольський факультет (НФ) УДУНТ

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



Я рада вітати на гостинній болгарській землі всіх учасників чергової XVIII Міжнародної конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті», що попри надзвичайно складні умови, які склалися, завдяки зусиллям оргкомітету та її учасникам таки відбувається **ЩОРІЧНО!**

До речі, наша конференція – можливо, єдина у 2024 році українська конференція з міжнародним статусом, яка «наживо» проводиться за межами України.

Нашу конференцію вперше було організовано і проведено майже 20 років тому – у 2005 році. Ініціатором та ідейним натхненником конференції був її виконавчий директор В'ячеслав Хохлов (з 2005 по 2016 рр.), який за підтримки ректора Державного інституту підготовки та перепідготовки кадрів промисловості академіка Станіслава Пліскановського започаткував основні традиції нашої співпраці з Ту-Варна, що збереглися й до цього часу.

За роки, що минули, конференцію відвідали близько 500 учасників з 16 країн Європи, а з урахуванням так званих «заочних» учасників (тільки публікація доповідей), загальна кількість учасників вже перевищила 6000.

Не менш важливою була й багаторічна підтримка Національної металургійної академії України, ректор якої – член-кор. НАН України Олександр Величко завжди приділяв організації і проведенню конференції особливу увагу.

У 2021 році Національну металургійну академію України було реорганізовано шляхом приєднання до Українського державного університету науки та технологій (УДУНТ), який є співорганізатором нинішньої конференції. Керівництво УДУНТ висловило повну підтримку конференції та готовність до розвитку взаємовигідної співпраці з Ту-Варна.

За змістом наша конференція має широкий профіль. Це вже давно не тільки промисловість та освіта. Вчені та виробничники пропонують до розгляду останні досягнення в металургії, механіці, енергетиці, економіці та багатьох суміжних областях науки й техніки, включно із сільським господарством та харчовою

промисловістю. В останні роки дуже актуальними стають напрями, що пов'язані з ІТ-технологіями та підготовкою відповідних фахівців, штучним інтелектом та його чисельними застосуваннями, новими матеріалами, нанотехнологіями, робототехнікою тощо.

Європейський шлях розвитку України визначає головні орієнтири національної системи освіти на найближчу перспективу, ставлячи нові завдання й вимоги щодо організації навчального процесу, змісту і якості навчальних програм, рівня професіоналізму професорсько-викладацького складу і його готовності до роботи в умовах, що постійно змінюються. Тому й завданнями нашої конференції є розгляд актуальних питань навчальної і методичної роботи, вдосконалення педагогічної майстерності.

Серед заходів конференції є і науково-педагогічне стажування, в ході якого учасники можуть перейняти цінний досвід щодо організації освітнього процесу в Технічному університеті м. Варна та інших провідних університетах, акредитації освітніх програм і забезпечення якості освітнього процесу, започаткування спільних освітніх програм та проектів. Важливими компонентами (модулями) в програмі стажування є психолого-педагогічні аспекти організації навчального процесу з урахуванням розширення міжнародного обміну викладачами і студентами, особливості фінансування освіти і наукових досліджень, підвищення ефективності наукової діяльності викладачів, методи оцінювання їхньої наукової активності та багато інших.

Вкотре від імені оргкомітету висловлюю щире вдячність тим, хто стояв у витоків конференції та доклав чимало зусиль для формування її іміджу в Україні, Болгарії та Східній Європі – **проф. Стефан Барудов, проф. Овід Фархі, проф. Росен Василев, проф. Венцислав Валчев, проф. Іван Іванов та ін.** (Технічний університет м. Варна), **проф. Станіслав Пліскановський, доц. В'ячеслав Хохлов, доц. Олександр Янішевський, проф. Олександр Величко, доц. Юрій Ступак, проф. Ельвіра Лузік, проф. Наталя Ладогубець та інші члени оргкомітету.**

На превеликий жаль, пандемія ковіда у 2019-2021 роках та розв'язана з 24 лютого 2022 р. війна на території України, дуже ускладнили організацію та проведення конференцій. Так, наприклад, 2022 року конференцію ми не проводили... Але ж – життя продовжується, ми знову в дружній Болгарії, у наших старих добрих друзів!

Розуміючи, що далеко не всі учасники можуть сьогодні приїхати з України до Болгарії на конференцію, оргкомітетом було підготовлено низку он-лайн зустрічей та трансляцій засідань конференції, зокрема – підсумкові заходи зі стажування, яке розпочалося ще у квітні.

**Бажаю нам усім плідної роботи, взаємовигідної співпраці, мирного щасливого європейського майбутнього!**

**КОНФЕРЕНЦІЯ „СТРАТЕГИЯ ЗА КАЧЕСТВО...” –  
ИСТОРИЯТА НА СЪТРУДНИЧЕСТВОТО  
МЕЖДУ УНИВЕРСИТЕТИТЕ НА ТУ-ВАРНА И УКРАИНСКИЯ  
ДЪРЖАВЕН УНИВЕРСИТЕТ ЗА НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ**

*Татяна Хохлова*

*Съпредседател на организационния комитет на конференцията  
декан на Факултета, проф., канд технически на науката*

*Украински държавен университет за наука и технологии (УДУНТ)  
Днепър, Украйна*

Радвам се да приветствам на гостоприемната българска земя всички участници в редовната XVIII Международна конференция „Стратегия за качество в индустрията и образованието“, която въпреки създадите се изключително трудни условия, благодарение на усилията на организационния комитет и участниците в нея, провежда се **ВСЯКА ГОДИНА!**

Между другото, нашата конференция е може би единствената украинска конференция с международен статут през 2024 г., която се провежда „на живо“ извън Украйна.

Нашата конференция беше организирана и проведена за първи път преди близо 20 години – през 2005 г. Инициатор и идеен вдъхновител на конференцията беше нейният изпълнителен директор Вячеслав Хохлов (от 2005 до 2016 г.), който с подкрепата на ректора на Държавния институт за подготовка и преквалификация на промишлени кадри академик Станислав Плискановски постави началото на основните традиции на сътрудничеството ни с ТУ-Варна, които са оцелели и до днес.

През изминалите години конференцията беше посетена от около 500 участници от 16 европейски страни, а като се вземат предвид така наречените „задочни“ участници (само публикуване на доклади), общият брой на участниците вече надхвърли 6000.

Не по-малко важна беше дългогодишната подкрепа на Националната металургична академия на Украйна, чийто ректор е член-кор. Александър Величко от Националната академия на науките на Украйна винаги е обръщал специално внимание на организацията и провеждането на конференцията.

През 2021 г. Националната металургична академия на Украйна беше реорганизирана чрез присъединяване към Украинския държавен университет за наука и технологии (USUNT), който е съорганизатор на настоящата конференция. Ръководството на УДУНТ изрази пълна подкрепа за конференцията и готовност за развитие на взаимноизгодно сътрудничество с ТУ-Варна.

По отношение на съдържанието нашата конференция има широк профил. То отдавна не е просто индустрия и образование. Учените и индустриалците предлагат за разглеждане най-новите постижения в металургията, механиката, енергетиката, икономиката и много свързани области на науката и технологиите, включително селското стопанство и хранително-вкусовата промишленост. През

последните години много актуални станаха областите, свързани с ИТ технологиите и обучението на съответните специалисти, изкуствения интелект и неговите многобройни приложения, новите материали, нанотехнологиите, роботиката и др.

Европейският път на развитие на Украйна определя основните насоки на националната образователна система за близко бъдеще, като поставя нови задачи и изисквания към организацията на образователния процес, съдържанието и качеството на образователните програми, нивото на професионализъм на преподавателския състав и тяхната готовност за работа в постоянно променящи се условия. Ето защо задачите на нашата конференция са разглеждане на актуални въпроси на образователната и методическа работа, подобряване на педагогическите умения.

Сред събитията на конференцията е научно-педагогически стаж, по време на който участниците могат да придобият ценен опит в организацията на учебния процес в Технически университет – Варна и други водещи университети, акредитация на образователни програми и осигуряване на качеството на учебния процес, инициране на съвместни образователни програми и проекти. Важни компоненти (модули) в стажантската програма са психологическите и педагогическите аспекти на организацията на учебния процес, като се отчита разширяването на международния обмен на преподаватели и студенти, особеностите на финансиране на образованието и научните изследвания, повишаване на ефективността на научната дейност на учителите, методи за оценка на тяхната научна дейност и много други.

Още веднъж от името на организационния комитет изказвам своята искрена благодарност на онези, които стояха в основата на конференцията и положиха много усилия за оформяне на нейния имидж в Украйна, България и Източна Европа – **проф. Стефан Барудов, проф. Овид Фархи, проф. Росен Василев, проф. Венцислав Вълчев, проф. Иван Иванов и др. (Технически университет Варна), проф. Станислав Плискановски, доц. Вячеслав Хохлов, ст.н.с. Александър Янишевски, проф. Александър Величко, ст.н.с. Юрий Ступак, проф. Елвира Лузик, проф. Наталия Ладогубец и други членове на организационния комитет.**

За съжаление ковид пандемията през 2019-2021г. и войната на територията на Украйна, която започна на 24 февруари 2022 г., затрудни много организирането и провеждането на конференции. Така например не проведохме конференцията през 2022 г.... Но животът продължава, отново сме в приятелска България, при нашите добри стари приятели!

Разбирайки, че не всички участници могат да дойдат от Украйна в България днес за конференцията, организационният комитет подготви редица онлайн срещи и излъчвания на сесиите на конференцията, по-специално заключителните събития от стажа, който започна през април.

**Пожелавам на всички ни ползотворна работа, взаимноизгодно сътрудничество, мирно и щастливо европейско бъдеще!**

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

## **ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПОТУЖНОСТЕЙ ПІДПРИЄМСТВ ГОРНО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА БУДІВНИЦТВА В ПЕРІОД ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ**

*Проф., докт. екон. наук В.Ю. Божанова, доц., докт. екон. наук О.Є. Кононова, доц., канд. екон. наук А.О. Черчата, ст. викладач В.І. Любушкін  
ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,  
м. Дніпро, Україна.*

Тривалість воєнно-політичного конфлікту починаючи з 2014 року з піковими періодами його ескалації у 2022-2024 роках на сході та південному сході України призвели до погіршення її внутрішньо-економічного стану. Втрати доходів у бюджет країни викликані фактами руйнувань, експропріації, розкрадання підприємств російськими загарбниками. Бойові дії та втрата контролю над територіями та активами країни значно вплинули на економічну та виробничу діяльність підприємств реального сектору економіки, зокрема це горно-металургійний комплекс, енергетика та об'єкти будівництва, такі, як соціальної інфраструктури та промисловості. Недоотримання українською економікою доходів, вплинуло, в свою чергу, на масові міграції населення, особливо з окупованих територій, та небажання повертатись навіть на території, що підконтрольні Збройним силам України.

Статистичні дані Урядового порталу України свідчать про зменшення виробництва сталі та чавуну на 70-85% внаслідок воєнних дій, зниження їх експорту на 50-70% через ускладнення роботи та частковою втратою контролю над логістикою морських портів. Відзначено, що 90% залізрудних активів, близько 50% сталеплавильних та близько 65% генеруючих потужностей знаходяться на підконтрольних ЗСУ територіях [1].

Дослідження квітневої публікації 2022 року лондонського Центру економічних досліджень «Нарис про відбудову України» дозволили з'ясувати про втрату Україною 30-50% своїх виробничих потужностей та руйнування великої кількості об'єктів інфраструктури, цивільного житла та соціальної сфери. Міграція частини підприємств країни внаслідок редисколації дозволила зберегти в Україні 30% своїх працівників. Результатом стало зниження економічної активності країни на 30-50% [6].

Але, не всі підприємства було можливо редислокувати. Зокрема, це стосується підприємств важкої промисловості через географічні фактори та масштабність їх виробничих активів. До того ж, додаються проблеми ресурсного забезпечення таких підприємств, використання застарілого обладнання та, відповідно, застосування неконкурентоспроможних технологій виробництва продукції.

Проблемами підприємств з добути сировини для металургії є: зношений парк гірничо-прохідницького та переробного обладнання, розробленого та виготовленого ще за проектами 50-60 років при Радянському Союзі, нестача

на сьогоднішній день, навчальних комплексів з підготовки відповідного кваліфікованого персоналу тощо.

Використання сировини цих підприємств для металургії сприяє викидам CO<sub>2</sub> сьогодні в 3-4 рази вище, ніж у Європі, і становить близько 2 тон CO<sub>2</sub> на тону виготовленої сталі. В країнах ЄС в середньому цей показник 700 кг на 1 тону сталі [3].

За Європейським зеленим курсом до 2050 року цей рівень повинен бути знижений до 250 кг на 1 тону сталі (на 80 %). А запаси залізних руд - це основні передумови до «зеленої металургії» і виробництва заліза прямого відновлення та гарячебрикетованого [1].

Виробничі потужності таких підприємств, як «Дніпросталь» (м. Дніпро), «Дніпроспецсталь» (м. Запоріжжя), «Електросталь» (м. Курахово) – прифронтна територія, «Енергомашспецсталь» (м. Краматорськ) – прифронтна територія та «Азовелектросталь» (м. Маріуполь) – тимчасово окупована територія, теоретично можуть впроваджувати у своєму виробництві зазначене екологічне виробництво [3].

Досвід роботи промислової групи «Інтерпайп» свідчить про те, що лише 40% обсягу споживання електроенергії потрапляє під потенційну дію пільги для «зеленої металургії». А 60% обсягу припадає на підприємства, що випускають сталеві труби, залізничні колеса та іншу продукцію з високою доданою вартістю [3].

До початку воєнного вторгнення для стратегічно важливої сфери ядерної енергетики України Російська Федерація постачала близько половини ядерного палива. Після повномасштабного вторгнення Росії Україна відмовилася від ядерного палива її виробництва і зараз використовує накопичені запаси, яких, за оцінками експертів, вистачить на найближчі 2 роки. Нині, за даними Держатомрегулювання, на російському паливі працюють усі енергоблоки на Рівненській та Хмельницькій АЕС, два на Запорізькій та один на Південноукраїнській станції. Інші шість – на паливі від «Westinghouse». Згідно з підписаною з «Westinghouse» угодою протягом двох років компанія розширить виробництво для покриття потреб України, а АТ НАЕК «Енергоатом» забезпечить модернізацію енергоблоків для використання американського палива [5]. До того ж, додаються проблеми, що вимагають термінового втручання, такі як періодичні руйнування, завдані збройними силами окупаційної влади.

Проблемами виробничих потужностей підприємств будівельного сектору на сьогоднішній день накопичені: внаслідок воєнного вторгнення в Україну це нестабільність бізнес-партнерських відносин, втрата деяких вітчизняних ринків сировини, нестача кваліфікованого виробничого персоналу внаслідок призову в Збройні сили України для необхідності боронити та звільняти країну, підвищення вартості будівельної продукції та відповідно нестабільність попиту.

Але це все ускладнюється причинно-наслідковою проблемою таких підприємств, як непрозорість українського законодавства, лобіювання інтересів окремих представників олігархічного клану (які є владниками таких



ресурсоутворюючих підприємств), непрозорість отримання та розподілу фінансових ресурсів, корупційна складова, непрацюючі механізми судової системи тощо.

В якості аргументації встановленого факту свідчить квітнева аналітика 2024 року лондонського Центру економічних досліджень «Реконструкція України: політичні варіанти будівництва ефективна фінансова архітектура», де наведено, що 2015 році лише двоє людей (Ігор Коломойський та Геннадій Боголюбов) контролювали 90% найбільшого приватного банку країни, що є надзвичайною концентрацією. Поширені конфлікти інтересів, непрозора мережа власності та пов'язаних сторін, слабе правління корпорації, відсутність персональної відповідальності директорів і слабкий нагляд з боку уряду – це деякі з ознак цієї справи. Судова експертиза Kroll задокументувала, що власники вивели кошти банку (5,5 мільярда доларів) через кредитування пов'язаними особами, шахрайство та інші способи (НБУ 2018). Станом на січень 2024 року тривають судові тяганини в українських та іноземних судах. Але незалежна, компетентна корпоративна рада та кваліфіковане керівництво, призначене урядом, перевернули банк і отримали приблизно 1,3 мільярда доларів прибутку у 2021 році [7].

Внаслідок наведеного вище, виникає необхідність як повністю змінити законодавчу систему, так й модернізувати виробниче обладнання підприємств зазначених секторів економіки. Отримання Україною статусу кандидата на вступ до Європейського Союзу (ЄС) відповідно вимагає досягнення цілей Європейської зеленої угоди з іншими країнами ЄС. Внаслідок зазначеного, необхідна модернізація виробничих потужностей зазначених підприємств, що відносяться до реального сектору економіки.

Сьогодні вже намічений курс на післявоєнної відбудови України з орієнтацією на «зелену трансформацію» - «Зелена енергетика для відновлення післявоєнної України» за участю українських та європейських колеґ високоадміністративного рівня з питань енергетики та міжнародних і українських галузевих експертів [4]. Також про це свідчить регулярність проведення міжнародних «круглих столів» Ukraine Industry Recovery Day за участю потенційних інвесторів, фінансових донорів, стратегічних гравців та стейкхолдерів індустрії [1] та запланована допомога міжнародних фінансових інститутів [2].

Модернізація підприємств горно-металургійного комплексу під час повоєнного відновлення України передбачатиме перехід цих підприємств на «зелену металургію» - виготовляти сталь електродуговим засобом, що надає низький обсяг шкідливих викидів CO<sub>2</sub>, що підвищить конкурентоспроможність підприємств. Раціональність переходу до «зеленої металургії» передбачає відповідні бізнес-партнерські відносини з підприємствами «зеленої енергетики» - це сонячні та вітряні електростанції, що працюють за пільговим «зеленим тарифом», що може бути доцільним при вкладанні інвестицій в підприємства горно-металургійного, які переходитимуть на екологічне виробництво.

Європейський підхід передбачає застосування різних варіантів надання

пільг підприємствам з мінімальними викидами CO<sub>2</sub>. Але в Україні така цінова політика «зеленого тарифу» не приваблива для підприємств-споживачів: НЕК «Укренерго» у тариф на транспортування заклав кошти на компенсацію «зеленим» енергетикам.

### **Висновки**

1. В даній дослідницько-науковій роботі в загальних рисах були зазначені стани виробничих потужностей підприємств горно-металургійного комплексу, енергетики та будівництва та обґрунтовано необхідність їх модернізації.

2. Шляхами модернізації виробничих потужностей підприємств горно-металургійного комплексу, енергетики та будівництва в період повоєнної відбудови України стане повне відновлення парку важкого обладнання, впровадження екологоорієнтованих технологій, підготовка кваліфікованих фахівців, орієнтація на європейський міжнародний досвід.

### **Посилання**

1. Грибан О. Індустрія «зеленої металургії» здатна генерувати десятки мільярдів доларів інвестицій. Урядовий портал. 16.03.2023. URL.: <https://www.kmu.gov.ua/news/industriia-zelenoi-metalurhii-zdatna-heneruvaty-desiatky-miliardiv-dolariv-investytsii-oleksandr-hryban> (дата звернення: 14.04.2024).
2. Допомога міжнародних фінансових інститутів Україні. Квітень 2024 року // Національний інститут стратегічних досліджень (НІСД). 15.05.2024. URL.: <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/dopomoha-mizhnarodnykh-finansovykh-instytutiv-ukrayini-kviten-2024-roku>
3. Морозов Д. «Зелена металургія» здорового глузду. *Економічна правда*. 23.10.2020. URL.: <https://www.epravda.com.ua/columns/2020/10/23/666559/> (дата звернення: 14.04.2024).
4. Павлиш О. В Україні планують побудувати 7,1 гігават нових потужностей зеленої енергетики – Міненерго. *Економічна правда*. 04.07.2022. URL.: <https://www.epravda.com.ua/news/2022/07/4/688826/>
5. Перспективи імпортозаміщення російських та білоруських товарів на внутрішньому ринку України // Національний інститут стратегічних досліджень (НІСД). 27.02.2023. URL.: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/perspektyvy-importozamishchennya-rosiyskykh-ta-biloruskykh-tovariv-na>
6. Becker T., Eichengreen B., Gorodnichenko Yu., Guriev S., Johnson S., Mylovanov T., Rogoff K., Weder di Mauro B. A Blueprint for the Reconstruction of Ukraine // Centre for Economic Policy Research (CRPR). London. 07.04.2022. URL.: <https://cepr.org/publications/books-and-reports/blueprint-reconstruction-ukraine>
7. Carletti E., Gorodnichenko Yu., James H., Krahn J.-P., Rashkovan V., Rodnyansky A., Sologoub I. Ukraine's Reconstruction: Policy Options for Building an Effective Financial Architecture // Centre for Economic Policy Research (CRPR). London. 17.04.2024. URL.: <https://cepr.org/publications/books-and-reports/ukraines-reconstruction-policy-options-building-effective-financial>

## TECHNOLOGICAL FEATURES OF FERROSILICOCHROME PRODUCTION

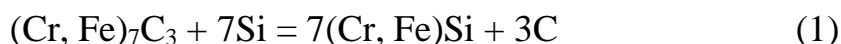
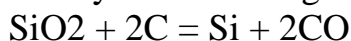
*Assoc. Prof., Cand. of Sc. (in Tech.) Ihor Vodin,  
student Oleksandr Frolov*

*Ukrainian State University of Science and Technology. Dnipro, Ukraine*

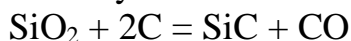
**Introduction.** In the practice of the world metallurgical industry there have been significant changes in the restructuring of steelmaking methods, out-of-furnace methods of alloying and deoxidizing of liquid metal, increase in the share of alloyed, highly complex-alloyed steel and alloys. At the same time, the steelmaking industry's requirements to the quality of chromium alloys have significantly increased.

**Presenting main material.** The process of silicochrome production by two-stage (slagless) method is based on the reduction of silicon from  $\text{SiO}_2$  in quartzite by coke carbon in the presence of ferrochrome conversion. The process is based on the reaction of destruction of chromium and iron carbides of high-carbon ferrochrome or Charge-chrome by reduced silicon [1].

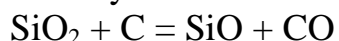
The process can be described by the following reactions:



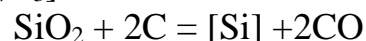
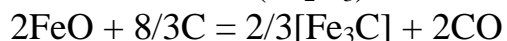
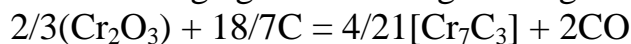
The reduction of silicon from silica quartzite by carbon involves an intermediate compound  $\text{SiC}$  formed by the reaction:



where carbon of porous coke actively participates in reactions with another integral component of the system in which silicon reduction takes place - gaseous  $\text{SiO}$  monoxide formed by reactions:



In the process of silicochrome smelting by one-stage (slag) method iron and chromium from oxides in chromite ore and silicon from quartzite are jointly reduced by carbonaceous reducing agent according to the given reactions:



The peculiarity of the process is the necessity of the reaction of silicon reduction from  $\text{SiO}_2$  in the quartzite composition by coke carbon. The mechanism of silicon reduction by carbon is quite complex and is associated with the formation of  $\text{CO}$ ,  $\text{SiO}$  and refractory silicon carbide  $\text{SiC}$  [3].

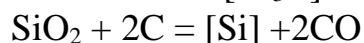
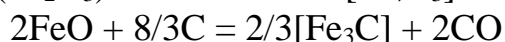
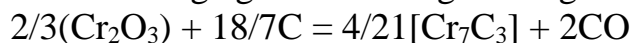
Thus, in the zone of high temperatures, as a result of interaction of liquid  $\text{SiO}_2$  with liquid silicon, in the presence of solid carbon, gaseous silicon monoxide is formed, which then interacts with silicon carbide. In the upper layers of the furnace, unreacted  $\text{SiO}$  interacts with coke carbon to form  $\text{SiC}$ . The equilibrium of these

reactions is affected by the presence of ferrochrome in the charge. As the charge descends downward, ferrochrome decarburization occurs according to reactions (1) and (2).

The production of ferrosilicochrome by slagless method can be described by the sum reaction [4]:



In the process of silicochrome smelting by one-stage (slag) method iron and chromium from oxides in chromite ore and silicon from quartzite are jointly reduced by carbonaceous reducing agent according to the given reactions:



The peculiarity of the process is the necessity of the reaction of silicon reduction from  $\text{SiO}_2$  in the quartzite composition by coke carbon. The mechanism of silicon reduction by carbon is quite complex and is associated with the formation of CO, SiO and refractory silicon carbide SiC.

Compared to the slagless method of silicochrome production, the mechanism of components recovery and alloy formation is more complicated in the slag method. A significant part of quartzite in the charge is spent on the formation of slag melt, which can provide a sufficient degree of silicon extraction into the alloy for the technology [4].

The reduction of silicon and chromium proceeds through the formation of a melt containing chromium carbides, iron carbides and refractory silicon carbide. It is the composition of the slag formed in the process that provides effective refining of the melt from carbon to form silicochrome [5].

Technological feature of silicochrome production by one-stage method is the need for significant overheating of the lower horizons of the furnace to reduce the chromium content in the final slag in order to reduce its viscosity and ensure normal release of the melt. Overheating can lead both to increased consumption of carbonaceous reducing agent and to an increase in the flight of reduced silicon, and as a consequence, to a decrease in chromium recovery and deterioration of the furnace lining durability due to an increase in the chromium content in the slag, which increases its melting point and viscosity [5].

For successful organization of single-stage silicochrome technology it is necessary to maintain the optimal ratio of aluminum and magnesium oxides in the slag, as well as sufficient heating of the slag, which is related to the electrical and geometric parameters of the furnace, i.e. specific power. It is advisable to organize the process so that the melting temperature of the slag was higher than the temperature of the beginning of the reduction of silicon from  $\text{SiO}_2$ , as well as the most complete reduction of chromium from the oxide took place before reaching the high-temperature zones of the furnace, otherwise the reaction of  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  with reduced silicon or its monoxide will lead to the formation of  $\text{SiO}_2$ , and hence to the formation of more viscous and acidic slag [3].

Slag viscosity depends on the  $\text{SiO}_2$  content and the ratio of  $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , which in turn depends on the nature of the ore, so it is necessary to talk about its rational value in close relationship with the type of chrome ore raw material. Simplified we can talk about variants of slag compositions with  $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3 = 1,0-1,2$  and  $\text{SiO}_2 = 45-50\%$ . The content of  $\text{SiO}_2$  with increasing the ratio of  $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$  increases. Addition of calcium oxides or fluorspar reduces slag viscosity (but is not usually used). Increasing the content of chromium oxides in slags increases viscosity [3].

Due to the decline in rich chromite ore reserves and the involvement of poor chromite ores in the carbon ferrochrome production process, the charge chrome technology has emerged, which has led to a number of unavoidable changes in furnace operation. One of the most important is the inability to obtain a chromium-rich ( $> 60\%$  Cr) ferroalloy due to the low chromium to iron ratio in the ore [2]. In this regard, along with high-carbon ferrochrome, charge-chrome, or charge chrome, with chromium content of 45-55 % is now widely available on the market (Table 1). Another peculiarity of this material is the necessity to have a higher silicon content in the alloy composition - at the level of 5-6 % instead of 1-2 % - typical for standard carbon ferrochrome, because the crushability of the alloy is reduced, and the strength is increased [5].

Charge chrome smelting is carried out similarly to the technology of high-carbon ferrochrome [6]. The peculiarity of the smelting technology of Charge-chrome is a higher specific consumption of charge materials, electricity as compared to standard carbon ferrochrome, as well as the need to have a higher silicon content in the alloy, which is regulated by the weight of quartzite or FSX slag.

Table 1.

Chemical composition, %, of ferrosilicochrome (GOST 11861-77)

Alloy grade	Si	Cr, not less	C	P	S
			no more		
FSX13	10-16	55	6,0	0,04	0,03
FSX20	16-23	48	4,5	0,04	0,02
FSX26	23-30	45	3,0	0,03	0,02
FSX33	30-37	40	0,9	0,03	0,02
FSX40	37-45	35	0,2	0,03	0,02
ΦCX48	Over 45	28	0,1	0,03	0,02

Speaking of the consumer properties of charge chrome, it should be mentioned that lowering the chromium content, compared to standard ferrochrome, slightly reduces its melting point.

The decrease in the melting temperature of ferroalloy is further promoted by increasing the silicon content in char chrome (up to 10%) by 2-3 times compared to ferrochrome with a slight decrease in the alloy density relative to the steel bath, which increases the degree of assimilation of chromium from the ferroalloy when alloying steel [3].

The charge for production of silicochrome by two-stage method includes high-carbon (remaking) ferrochrome or Charge-chrome, quartzite, carbonaceous reducing agent (coke, semi-coke, coal). In the production of silicochrome by one-stage (slag) method, the charge includes quartzite, chromite ore, carbonaceous reducing agent, and may also be added fluxes containing MgO or Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and fluorspar[1,6].

Table 2.

Specific consumption of materials and electricity during smelting of ferrosilicochrome by two-stage slagless (numerator) and one-stage slag (denominator) methods per one base ton of alloy with different silicon content

Indicators	Table of Contents Si, %				
	13	23	33	43	50
Material consumption, kg/t:					
quartzite	<u>298</u> 634	<u>520</u> 881	<u>742</u> 1134	<u>965</u> 1323	<u>1121</u> 1464
chrome ore	<u>-</u> 1908	<u>-</u> 1600	<u>-</u> 1420	<u>-</u> 1145	<u>-</u> 923
coxcomb	<u>117</u> 543	<u>220</u> 575	<u>312</u> 625	<u>424</u> 678	<u>308</u> 712
ferrochrome conversion	<u>1089</u> -	<u>911</u> -	<u>803</u> -	<u>648</u> -	<u>525</u> -
steel shavings	<u>8</u> 30	<u>41</u> 82	<u>62</u> 84	<u>93</u> 105	<u>115</u> 116
Electricity consumption, kWh/b.t.	<u>1500</u> 4770	<u>2450</u> 5660	<u>3390</u> 7040	<u>4350</u> 7770	<u>5110</u> 8870

### Conclusions

There are two methods of ferrosilicochrome production: one-stage (slag) and two-stage (slagless). In Kazakhstan, a two-stage method is used, which is based on the reduction of silicon from silica (quartzite) with carbon in the presence of reworked carbonaceous ferrochrome obtained at the first stage. In the single-stage (slag) method, chromite ore, quartzite and coke are used in the charge.

The single-stage (slag) method of smelting ferrosilicochrome is not used at ferroalloy plants. Pilot melting in a powerful furnace did not give positive results (Table 2)[6].

### References

1. Гасік М. І., Лякішев М. П. Фізикохімія і технологія електроферосплавів: навчальний посібник для вузів. Дніпропетровськ : Системні технології, 2005. 448 с.

2. Хром Казахстану. Гриненко В.І., Поляков О.І., Гасик М.І., Петлюх П.С., Шашкін В.Н., Вихідців В.М., Єлпішев Г.А., Аміралін К.А. – М.: Металургія, 2001. – 416 с.
3. Абдулабеков Е. Е., Каскін К. К., Нурумгалієв А. Х. Теорія і технологія виробництва хромистих сплавів : навчальний посібник. Алмати Республіканський видавничий кабінет з навчальної та методичної літератури, 2010. 280 с.
4. Бобкова О. Силікотермічне відновлення металів. 2-е вид., перероб. і доп. М.: Металургія, 1991. 174 с.
5. Карнаухов В.М., Воронов Ю.І., Зайко В.П., Жучков В.І. Технологія низьковуглецевого ферохрому. - Єкатеринбург: Вид-во УрВ РАН, 2001, 483 с.
6. Лякішев М. П., Гасик М. І. Металургія хрому. М. : ЭЛІЗ, 1999, 585 с.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАЯВНОСТІ СКЛАДОВИХ СЕЙСМОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ, ЩО ВІДПОВІДАЛЬНІ ЗА ІНІЦІУВАННЯ РОЗВИТКУ ГАЗОДИНАМІЧНИХ ЯВИЩ У ШАХТАХ**

*Доц., канд. ф.-мат. наук Ю.М. Головка, доц., канд. техн. наук Д.В. Клименко,  
проф., д-р техн. наук О.О. Сдвижкова  
НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна*

Газодинамічні явища на шахтах та рудниках відомі в світі вже близько 260 років. Проблема боротьби з цими явищами залишається актуальною задачею в Україні, зокрема при підземному відпрацюванні газонасичених вугільних пластів. Необхідність попереджати газодинамічні явища й запобігати їх негативним наслідкам призвели до розробки різних методів прогнозу викидонебезпеки на різних стадіях роботи в шахті.

Коливання певного частотного інтервалу (700-1400 Hz), діючі в гірських породах в околі виробок, можуть ініціювати розвиток газодинамічних явищ. Тому дослідження джерел коливань в гірських породах, особливостей їх поширення, реєстрації й частотного аналізу з метою виявлення «небезпечних» складових (700-1400 Hz), є важливим кроком в попередженні газодинамічних явищ [1, 2].

Механічні коливання в гірських породах мають хвильову природу. Хвильовий рух виникає в результаті динамічного збурення середовища. Як внутрішні джерела механічних хвильових процесів можуть виступати процеси, що обумовлені структурними змінами самого середовища, в якому поширюються збурення. Наприклад, процеси, що пов'язані з утворенням і розвитком тріщин, дислокацій, розривів, зсувів, деформаційних

неоднорідностей і якісних структурних перетворень. Залежно від масштабів такі зміни проявляються у вигляді землетрусів, мікросейсмів, гірських ударів, акустичної емісії. Для прогнозування гірських ударів проводяться акустичні спостереження. З позицій моніторингу стану вуглепородного масиву серед внутрішніх джерел найбільший інтерес представляють хвилі акустичної емісії [Ямщиков В.С. Хвильові процеси в масиві гірських порід, 1984].

Вуглепородний масив є неоднорідний за своєю структурою (наявність дислокацій, мікро- і макродефектів), як і будь-яка гірська порода. При тепловому або електромагнітному впливі, механічному навантаженні на гірські породи відбувається накопичення зародкових мікротріщин, розмір яких залежить від структури порід, а швидкість накопичення – від умов навантаження або впливу. Коли концентрація зародкових тріщин досягне критичної величини, йде процес взаємодії мікротріщин, що супроводжується злиттям і укрупненням мікротріщин в макротріщини, що є розривами суцільності в гірських породах. Процес утворення тріщин і процес подальшого розвитку тріщин призводить до дисипації механічної енергії, що виділяється у вигляді акустичного, теплового та електромагнітного випромінювань.

Характеристики акустичного випромінювання залежать від природи розриву суцільності середовища та динаміки його розвитку, від лінійних розмірів тріщини і умов на її берегах. Реальний розвиток тріщин відбувається переривчасто, у вигляді окремих одиничних стрибкоподібних збільшень довжин тріщин. Саме такий нестационарний розвиток тріщини виникає в результаті дискретної взаємодії поля динамічних напружень у вершині тріщини з полем статичних напружень в гірській породі. З ростом швидкості розвитку тріщини збільшується щільність потоку енергії навколо вершини тріщини. При малій швидкості дана щільність потоку енергії локалізується, що підтверджує той факт, що більша частина енергії потрібна, щоб розкрити тріщину. При зростанні темпів розкриття тріщини область, до якої підводиться енергія, розширюється, середня щільність енергії на одиницю приросту тріщини падає і виникає розворот векторів енергії [Ямщиков В.С. Хвильові процеси в масиві гірських порід, 1984]. В результаті змінюється сумарна щільність енергії у різних напрямках від вершини тріщини щодо різних швидкостей її зростання.

При утворенні тріщини виникає пружний імпульс, який характеризується параметрами: амплітудою, енергією, тривалістю, формою імпульсу і його частотним спектром. Дані параметри дають уявлення про масштаб події та інтенсивності утворення тріщин. Якщо швидкість росту тріщин мала, то випромінювання від тріщин має незначну амплітуду. Зміна характеру й темпу тріщиноутворення призводять до змін спектральної щільності акустичного сигналу і визначають форму імпульсу. Якщо швидкість росту тріщин збільшується, то у спектрі випромінювання з'являються більш високочастотні складові. Частотний спектр обумовлений



формою імпульсу. Пружний імпульс, поширюючись у породі, набуває вигляду затухаючого сигналу.

Акустичну емісію можна вважати нестационарним випадковим процесом (параметри цього процесу є функції часу). Легко реєстрованим і важливим параметром акустичної емісії є кількість імпульсів. Розгляд хвильових процесів у вуглепородному масиві вимагає введення певних модельних уявлень. Як правило, моделі, що приймаються, досить грубо описують реальні властивості й процеси, що обумовлено складністю та комплексним характером останніх [Ямщиков В.С. Хвильові процеси в масиві гірських порід, 1984].

З огляду на неоднорідність властивостей вуглепородному масиву і складність процесів, що мають місце в ньому, тим не менше, основні використовувані поняття базуються на моделі суцільного ідеального лінійно-пружного середовища. Основні рівняння, що описують рух такого середовища: рівняння руху (другий закон Ньютона, що записаний для деякого об'єму суцільного середовища; визначає зв'язок між тензором напруження і вектором переміщення), рівняння нерозривності (визначає зв'язок між тензором деформації і вектором переміщення) і закон пружності (визначає залежність між тензорами напруження і деформації). Дана система може бути зведена до одного векторного рівняння щодо переміщення  $\bar{u}$  (рівняння руху Ламе) [Седов Л.І., 1976]. Доведено [Новацкий В. Теория упругости], що будь-який хвильовий процес в кінцевому або нескінченному твердому пружному тілі може бути описаний, як суперпозиція двох принципово різних хвильових рухів: безвихрового ( $rot(\bar{u}) = 0$ ) і еквіволюмінального ( $div(\bar{u}) = 0$ ). Відповідні хвилі до будуть безвихровими (поздовжніми хвилями) і еквіволюмінальними (поперечними хвилями).

Так як вуглепородний масив має шарувату структуру, а при наявності виробок, звичайно, існують і вільні поверхні, то процеси, що пов'язані з відбиттям хвиль, набувають особливого значення в формуванні хвильового поля в околі виробок. На межі розділу двох середовищ при падінні на неї хвилі (виключаючи випадок нормальної хвилі і зсувної горизонтально поляризованої хвилі) можна спостерігати явище трансформації. Це явище полягає в перетворенні при відображенні – заломленні хвиль одного типу в хвилі іншого типу, наприклад, поздовжніх в поперечні й навпаки.

Наявність межі розділу може привести до зміни напрямку поширення хвилі, до передачі хвильового збурення з одного середовища в іншу й до зміни фізичної природи хвильового руху після відображення-заломлення. Характер зазначених процесів визначається граничними умовами, тобто специфікою передачі збурень на межі розділу [Ямщиков В.С. Хвильові процеси в масиві гірських порід, 1984].

Інтерференційні процеси можуть приводити до формування особливих видів хвиль: Релея, Лява, Стоунлі, Релея-Лемба, каналових хвиль, бокових (головних) хвиль. Пріоритет при виборі цієї або іншої моделі

інтерференційних процесів залежить від конкретних властивостей середовища, розташування, орієнтації і характеристик випромінювача і реєстратора. У той же час, взагалі, всі перераховані види хвильових процесів є ідеалізацією. Тому важливо знати, які саме з інтерференційних хвиль найбільшою мірою впливають на акустичні коливання в області їх реєстрації. При цьому слід аналізувати характеристики сигналів як в часовій, так і, що особливо важливо, в частотній області [1, 2].

Вимоги забезпечення неперервного моніторингу стану виробок природньо привели до необхідності спостереження сейсмоакустичних коливань, що обумовлені роботою породоруйнівних агрегатів. При цьому джерелом коливань в породному масиві (зондуючий сигнал) є не інструменти, що працюють, а результат їх взаємодії з масивом, тобто процес руйнування (тріщиноутворення і розвитку тріщин) вугілля та порід, що вміщують [Мирер С.В., Хмара О.І., Масленников Є.В., 1987].

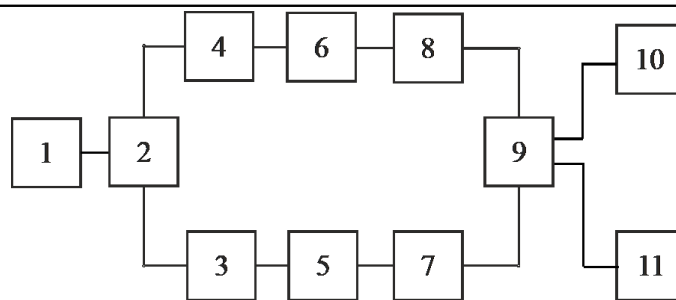
Пружні коливання в масиві слід контролювати, і визначати порядок з амплітудами коливань і діапазон частот. Аналіз впливу частот коливань на можливе зростання тріщин при зростанні амплітуди коливань показав «небезпечний» діапазон частот (700-1400 Hz). Таким чином, саме збільшення амплітуди коливань в зоні частот 700-1400 Hz супроводжується можливим розвитком тріщин в породі [1, 2].

Крім того, важливо встановити, чи можуть коливання з встановленими «небезпечними» частотами виникати в породному масиві при роботі зазвичай використовуваних в шахтних умовах машин і агрегатів. З зазначеними цілями були проведені сейсмоакустичні дослідження в шахтних умовах.

**Апаратура, місце й порядок проведення сейсмоакустичних досліджень.** Необхідними частинами виміральної системи є: геофон, лінія зв'язку, наземне обладнання та (можливо) програмне забезпечення для ПК.

При проведенні досліджень використовувалися сейсмоакустична апаратура АК-1м [3], що є розвитком апаратури АК-1 [Мирер С.В., Хмара О.І., Масленников Є.В., 1988], , застосування якої передбачено «Правилами ведення гірських робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ» [4]. Структурна схема наземного блоку апаратури показана на рис. 1. Використовувався геофон з п'єзоелектричним перетворювачем. Зв'язок геофону з наземною частиною обладнання здійснюється по штатній лінії зв'язку («відкрита пара») загальношахтної системи «АГЗ» (Автоматичний газовий захист) або всередині шахтного зв'язку. Вихідний сигнал, що подається на лінійний вхід звукової карти ПК і є обмеженою величиною 2 V. Частота зрізу фільтра низьких частот – 4 kHz. Максимальний коефіцієнт посилення сигналу 60 Db.

Реєстрація та аналіз сигналів проводився за допомогою спеціально розробленої програми в середовищі MatLab. Порівняльний аналіз сигналів проводився також з використанням аудіоредактора Adobe Audition. Частоти дискретизації – 11,025 і 41,1 kHz, довжина машинного слова – 16 bit.



**Рисунок 1 – Структурна схема наземного блоку апаратури АК-1:**

*1 – вхідний підсилювач з автоматичним регулюванням підсилення (АРП); 2 – режекторний фільтр; 3, 4 – фільтри верхніх і низьких частот; 5,6 – підсилювачі; 7,8 – детектори; 9 – аналоговий ділильний пристрій; 10 – пороговий пристрій з генератором звукової сигналізації; 11 – ПК*

Дослідження проводилися в умовах лави №1086 шахти «Дніпровська», умови цієї лави ретельно описані в [5]. Були виконані декілька видів сейсмоакустичних досліджень. При одному з них оцінювався вплив різних типів хвиль на характеристики сигналів, що реєструються.

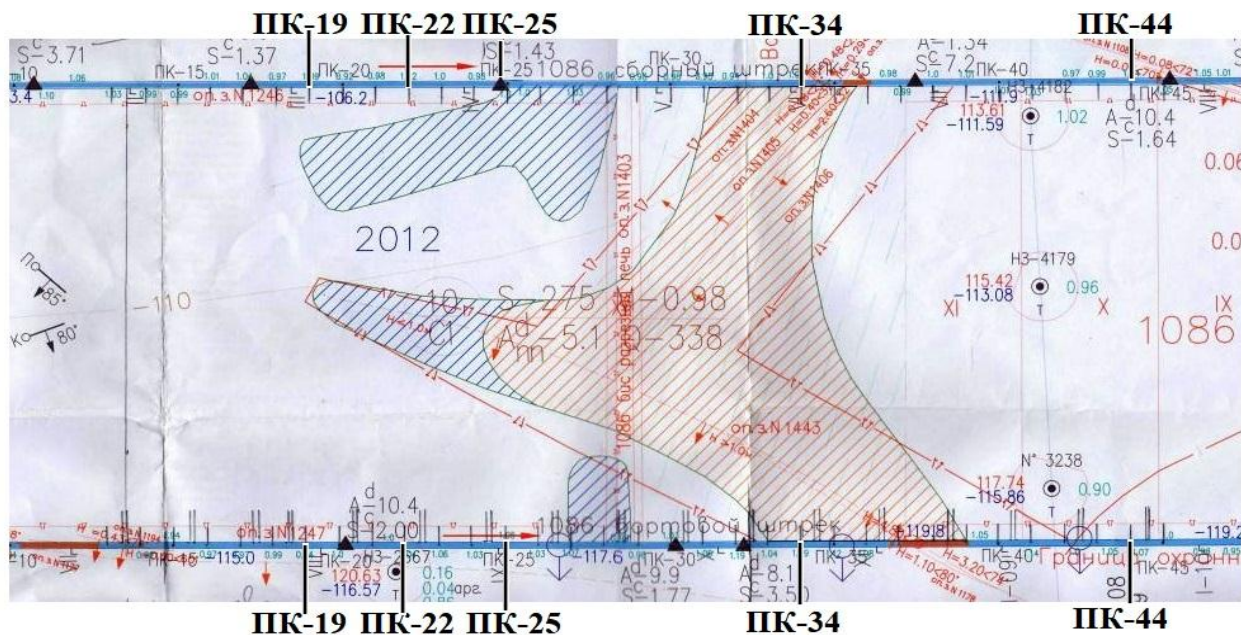
Для характеристики частотного складу вимірюваного сигналу використовуємо спектральний аналіз. [6].

Слід зазначити, що від параметрів перетворення аналогового сигналу (що безпосередньо знімається з датчика) в цифрову форму залежить якість цифрової обробки сигналу. До таких параметрів належать частота дискретизації і розрядність. Для коректного оцифрування сигналу потрібно, щоб частота дискретизації була не менше, ніж в 2 рази більшою максимального значення частоти спектра перетворюваного аналогового сигналу (теорема В.О. Котельникова) [7, 8]. Особливе значення в разі випадкових нестационарних сигналів, що містять шумові компоненти, випадкових сигналів, має довжина отриманого після дискретизації часового ряду [9].

**Дослідження впливу різних інтерференційних хвиль на характеристики коливань, що реєструються, в вугільному пласті.** Дослідження проводилися по підготовлених шпурах по пікетах 19, 22, 25, 34, 44 лави № 1086 шахти «Дніпровська». Акустичний сигнал штучно створювався на кожному пікеті з одного боку виїмкового стовпа, а приймався геофоном з іншого боку на однойменному пікеті (рис. 2).

Для проведення вимірювань на одному пікеті було потрібно три шпури. Два розташовувалися співвісно по різні боки лави. Один (з боку збірного штреку) використовувався для установки геофону №1, а другий (з боку бортового штреку) для закладки заряду вибухової речовини (ВР). Третій шпур був призначений для установки геофону №2 (необхідний для реєстрації моменту вибуху ВР) і розташовувався на відстані приблизно 3 м від гирла шпуру для ВР у вентиляційному штреку.

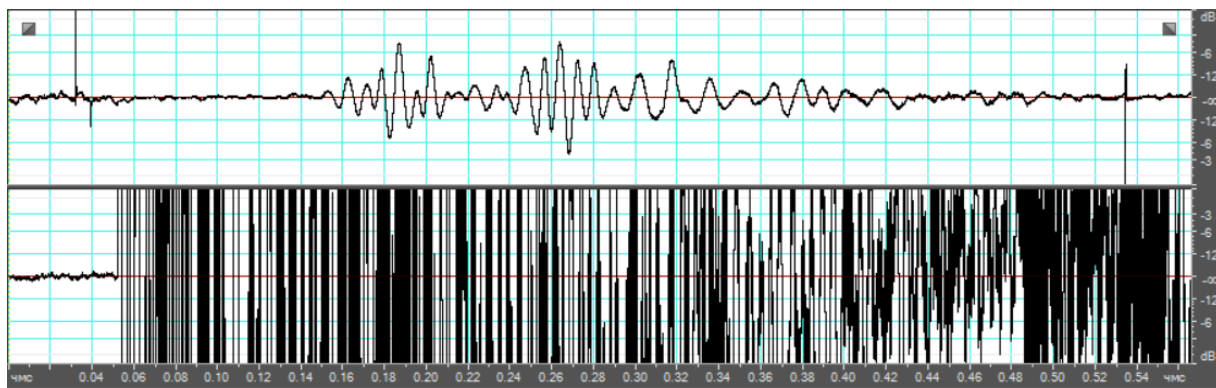
Всі шпури бурили горизонтально у вугільному пласті коронками діаметром 41 мм. Глибина перших двох шпурів (співвісних) приблизно 1,5 м, глибина третього (для геофону №2) 0,5 м.



**Рисунок 2 – Схема лави № 1086 шахти «Дніпровська» з позначенням пікетів, на яких були проведені дослідження**

Потужність масиву (ширина виїмкового стовпа) 287 м. Відповідно найкоротша відстань між джерелом (ВР) і приймачем коливань (Геофон №1) складає  $L = 284$  м. Відстань від джерела коливань до реєстратора моменту вибуху (Геофон №2) була приблизно рівно  $l = 3,16$  м.

Як ВР використовувався амоніт-Т19, маса заряду 200 гр. Вибух ВР ініціював хвильової імпульс, Геофон №2 фіксував момент виходу збурення в породне середовище, а Геофон №1 реєстрував коливання  $a(t)$ , які викликані хвилями, що пройшли через всю довжину вугільного стовпа. Реєстрований сигнал істотно нестационарний, імпульсний. На рисунку 3 приведений сигнал, що зареєстрований обома датчиками по пікету 34.



**Рисунок 3 – Сигнали, що зареєстровані по пікету 34**

Різниця між часом приходу сигналів на геофони у всіх випадках (для всіх пікетів) виявилася приблизно рівною  $t_0 = 90 \text{ мс}$ , відхилення по пікетах не більше  $2 \text{ мс}$ . Враховуючи, що до геофону №2 першими приходять поздовжні збурення зі швидкістю  $c_{py} = 2100 \text{ м/с}$  (швидкість поздовжніх звукових хвиль у вугіллі), при цьому пройшовши відстань від місця розташування заряду ВР приблизно  $l = 3,16 \text{ м}$ , неважко оцінити швидкість збурень, що першими досягли датчика, котрий розташований на протилежному боці вугільного стовпа:

$$V = \frac{L}{t_o + \frac{l}{c_{py}}} = \frac{284 \text{ м}}{0,09 \text{ с} + \frac{3,16 \text{ м}}{2100 \text{ м/с}}} = 3104 \text{ м/с}$$

Отримане значення значно перевершує швидкість поздовжніх хвиль у вугіллі і явно свідчить про те, що першими на вимірювальний геофон приходять бічні хвилі, що поширюються по межі з породами, що вміщують. Слід зауважити, що траєкторія поширення збурень при цьому не є прямою лінією і, крім того, частина свого шляху (на початковій ділянці і в зоні реєструючого геофону) вони проходять по вугіллю, тому знайдене значення ( $V = 3104 \text{ м/с}$ ) трохи нижче швидкості поздовжніх хвиль у породах, що вміщують (таблиця 1).

Видається важливим відокремити частину сигналу, що асоціюють з бічними хвилями, оскільки характеристики саме цієї частини сигналу визначаються насамперед станом контактної поверхні вугілля-порода.

**Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості порід на досліджувальній ділянці**

Порода	$c_p \cdot 10^3, \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$c_s \cdot 10^3, \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$\rho \cdot 10^3, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
Алевроліт	3,8	2,0	2,5
Аргіліт	3,2	1,7	2,3
Пісковик	4,2	2,2	2,65
Вугілля (марка Ж)	2,1	1,1	1,3

На рисунку 4 показані сейсмограми для всіх п'яти пікетів від моменту вступу (лінійний тренд вилучено). Там же вертикальними лініями відзначені моменти часу можливого приходу збурень:

$$t_{\text{Py}} = \frac{L}{c_{py}} - t_0 = \frac{284 \text{ м}}{2100 \text{ м/с}} - 0,09 \text{ с} = 45 \text{ мс},$$

$$t_{\text{сб}} = \frac{L}{c_{сб}} - t_0 = \frac{284 \text{ м}}{2000 \text{ м/с}} - 0,09 \text{ с} = 52 \text{ мс}, \quad (1)$$

$$t_{\text{sy}} = \frac{L}{c_{sy}} - t_0 = \frac{284 \text{ м}}{1100 \text{ м/с}} - 0,09 \text{ с} = 168 \text{ мс},$$

якби їх час пробігу визначалися прямою поздовжньою хвилею в вугіллі, поперечною хвилею у породі, що вміщує, і поперечною прямою хвилею в вугіллі відповідно. При обчисленнях в (1) взяті дані: швидкість прямої поздовжньої хвилі в вугіллі  $c_{py} = 2100 \text{ м/с}$ , швидкість поперечної хвилі у породі, що вміщує,  $c_{s\sigma} = 2000 \text{ м/с}$ , швидкість поперечної прямої хвилі в вугіллі  $c_{sy} = 1100 \text{ м/с}$  (таблиця 1). Очевидно, що дані оцінки моментів часу слід вважати заниженими.

В зареєстрованих сигналах можна виділити кілька ділянок (хвильових пакетів). При цьому логічно порівнювати часи приходу пакетів в точку реєстрації з обчисленими оцінками моментів часу, що зазначені в (1). На всіх сейсмограмах є досить великий проміжок часу (на рис. 4 від  $t = 0$  до  $t = t_{\Pi y}$ ), котрий сформований тільки бічними поздовжніми хвилями і, отже, характеристики цієї ділянки сейсмограм повинні визначатися станом контакту між вугіллям і породами, що вміщують, а також станом порід, що вміщують, в безпосередній близькості від вугільного пласта. Хоча значення часів  $t_{\Pi y}$  та  $t_{=\sigma}$  є близькими, слід врахувати, що поздовжні хвилі в вугіллі багаторазово відбиваються від меж шару як поздовжніми, так і поперечними хвилями. В результаті формуються, так звані, каналові хвилі. Це дисперсійні хвилі. Слідством дисперсії є сильне спотворення форми імпульсу, що поширюється в шарі, й швидкість поширення імпульсу вже визначається не фазовою швидкістю, а груповою, що, при нормальній дисперсії, не перевищує швидкості поперечних хвиль  $c_s$  [10]. Таким чином, крива сигналу від  $t_{=\sigma}$  до  $t_{=y}$  може формуватися, перш за все, в результаті впливу поперечної бічний хвилі, а також хвилі Лява (поперечної горизонтально поляризованій хвилі). Значення швидкості останньої, зазвичай, лежить між швидкостями поперечних хвиль в середовищах, що контактують [10]. Ділянку ж сейсмограми при  $t > t_{=y}$  можна асоціювати з приходом цугу каналових хвиль.

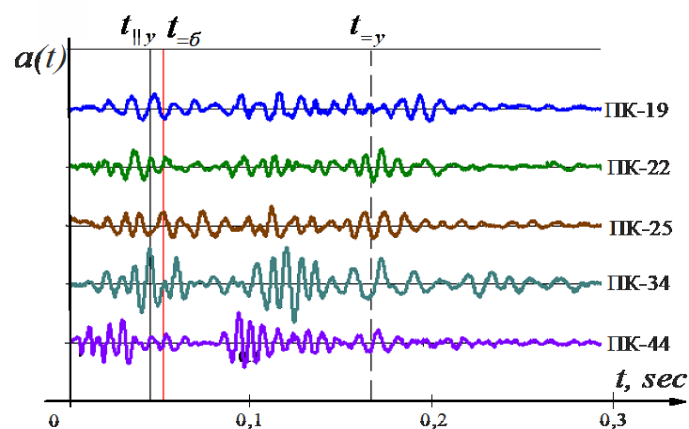
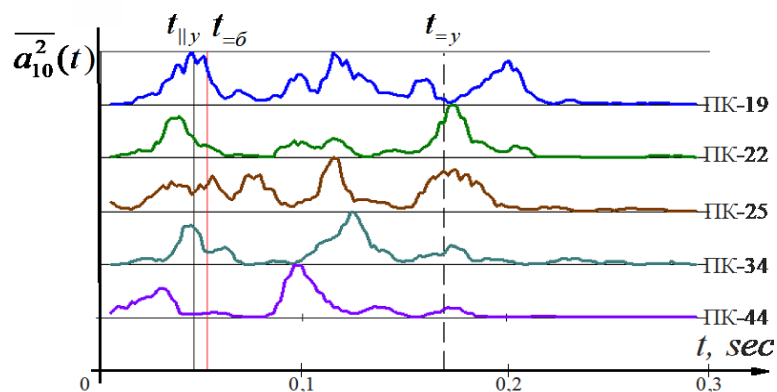


Рисунок 4 – Сукупність сейсмограм всіх пікетів, починаючи від моменту вступу



Для більш очевидної візуалізації структури сигналу були обчислені залежності середніх квадратів відліків  $\overline{a_{10}^2(t)}$  на часових відрізках, що обирають уздовж всієї реалізації. Дані залежності можна інтерпретувати як деяку енергетичну характеристику сигналу, що реєструється, якщо врахувати, що амплітуда сигналу  $a(t)$  прямо пропорційна напрузі, що приходить на звукову карту комп'ютера. Отримані нормовані криві при довжині відрізка осереднення 10 *мс* (441 відлік) і коефіцієнті перекриття – 0,8 показані на рисунку 5. Нормування кривих мало сенс в силу наступних обставин.

Розглянуті сейсмоакустичні дослідження проводилися в зоні істотних тектонічних порушень, що зумовило значні відмінності інтенсивності сигналів, що реєструються на різних пікетах. Так, для характеристики, що інтерпретується як енергетична, суми квадратів відліків по довжині сигналу, якій дорівнює 300 *мс*, найбільша величина отримана по пікету 34. Віднесені до даної величини значення, що отримані на пікетах 19, 22, 25 та 44 складають 0,251; 0,209; 0,289 і 0,416 відповідно. Слід зауважити, що між пікетами 19, 22, 25 за результатами відпрацювання пласта були виявлені найбільш суттєві тектонічні порушення [5, 11].



**Рисунок 5 – Сукупність середніх квадратів відліків сейсмограм ( $\overline{a_{10}^2(t)}$ ) всіх пікетів**

Дані, що наведені на рисунках 4 і 5, свідчать про наявність в кожному з розглянутих сигналів подібних ділянок. Ці ділянки відповідають хвилям, що приходять в точку реєстрації з істотно різними кінематичними та енергетичними характеристиками. Розглядаючи отримані залежності необхідно врахувати наступне.

Залежність коефіцієнта згасання від частоти в гірських породах, як для поздовжніх, так і для поперечних хвиль близька до квадратичної [11], внаслідок чого зі збільшенням пробігу амплітуди високочастотних складових суттєво зменшуються по відношенню до низькочастотних.

Відстань, що рівна майже 300 м, при даних дослідженнях практично обумовила відсутність в сигналі, що реєструється, частот з «небезпечного» інтервалу (700-1400 *Hz*). У той же час на настільки великій відстані різниця

моментів приходу різних видів хвиль дозволяє їх ідентифікувати, що не вдається, як правило, зробити на малих відстанях від збудника руху.

У той же час, з огляду на обмежений експериментальний матеріал, а також досить велику відстань між пунктами збудження і реєстрації в наших дослідженнях, слід з обережністю ставиться до твердження щодо величезного впливу бічних хвиль, коли довжина траси менше 100 м.

### **Висновки**

1. Проведений аналіз записів сейсмоакустичних сигналів, що отримані при акустичному «прозвучуванні» вугільного пласта у працюючій шахті. Акустичний сигнал штучно створювався вибухом ВР на кожному пікеті з одного боку виїмкового стовпа, а приймався двома геофонами, один з яких розташовувався з іншого боку виїмкового стовпа на однойменному пікеті. Відстань між штреками складала 287 м. З урахуванням реєстрованого часу пробігу на сейсмограмах ідентифікувалися моменти приходу бічних, головних і каналових хвиль.

2. В той же час частоти коливань вище 300 *Hz* не спостерігалися, що може бути обумовлено поглинанням на настільки довгій відстані між джерелом і приймачем.

3. Показано, що виявляти відрізки сигналу, які відносяться до різних видів хвиль зручніше, якщо використовувати енергетичний підхід.

### **Посилання**

1. Сдвижкова О.О., Головка Ю.М., Клименко Д.В. Узагальнена умова страгування тріщини, що ініційоване коливаннями в породному напружено-деформованому середовищі / Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2017. – № 1 (102). – С. 41-49.
2. Головка Ю.М., Сдвижкова О.О., Клименко Д.В. Theoretical substantiation of the rock outburst criterion in terms of amplitude-frequency characteristics of an acoustic signal / Geoinformatics: Proceedings of the 16th International conference. – Київ: КНУ ім. Т. Шевченко, 2017. – 5 с.
3. Масленников С.В. Обгрунтування параметрів прогнозу викидонебезпеки у вугільних шахтах на основі аналізу акустичного сигналу. Дис... канд. техн. наук: 05.15.11. - Дніпропетровськ, 2002.
4. «Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ». СОУ 10.1.00174088.011-2005, розділи 6.3.4, 6.3.5. – С. 34-38.
5. Дубицька М.С. Вдосконалення способу прогнозу диз'юнктивних порушень методом акустичної геолокації при відпрацювання пологозалягаючих вугільних пластів. Дис... канд. техн. наук: 05.15.09. - Дніпропетровськ, 2014.
6. Marple, S. Lawrence, Jr. Digital spectral analysis with applications. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1987.
7. Smith S.V. Digital signal processing: a practical guide for engineers and scientists, 1<sup>st</sup> ed. 2013. ISBN: 0080477321, 9780080477329.



8. Szolík I., Kováč K., Smieško V. Influence of Digital Signal Processing on Precision of Power Quality Parameters Measurement. MEASUREMENT SCIENCE REVIEW, Volume 3, Section 1, 2003. Режим доступу: <https://www.measurement.sk/2003/S1/Szolík.pdf>
9. Головка Ю.М. Спектральне оцінювання широкосмугового шумового сигналу обмеженої тривалості. Математичне моделювання. – Кам'янське: Дніпровський державний технічний університет. – 2023. – № 2 (49). – С. 51 – 63. Режим доступу: [https://doi.org/10.31319/2519-8106.1\(49\)2023.236123](https://doi.org/10.31319/2519-8106.1(49)2023.236123)
10. Анциферов А.В. Теорія та практика шахтної сейсморозвідки. Дис... д-ра техн. наук: 05.15.11. – Донецьк, 2003.
11. Глухов О.О. Використання дифрагованих хвиль для прогнозу тектонічних порушень вугільних пластів. – Наукові праці УкрНДМІ НАН України, №15, 2015. – С.79-87. Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/99572>

## **ВПЛИВ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ НА МЕХАНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СТАЛІ 04X14T3P1Ф РІЗНИХ СПОСОБІВ ВИПЛАВКИ**

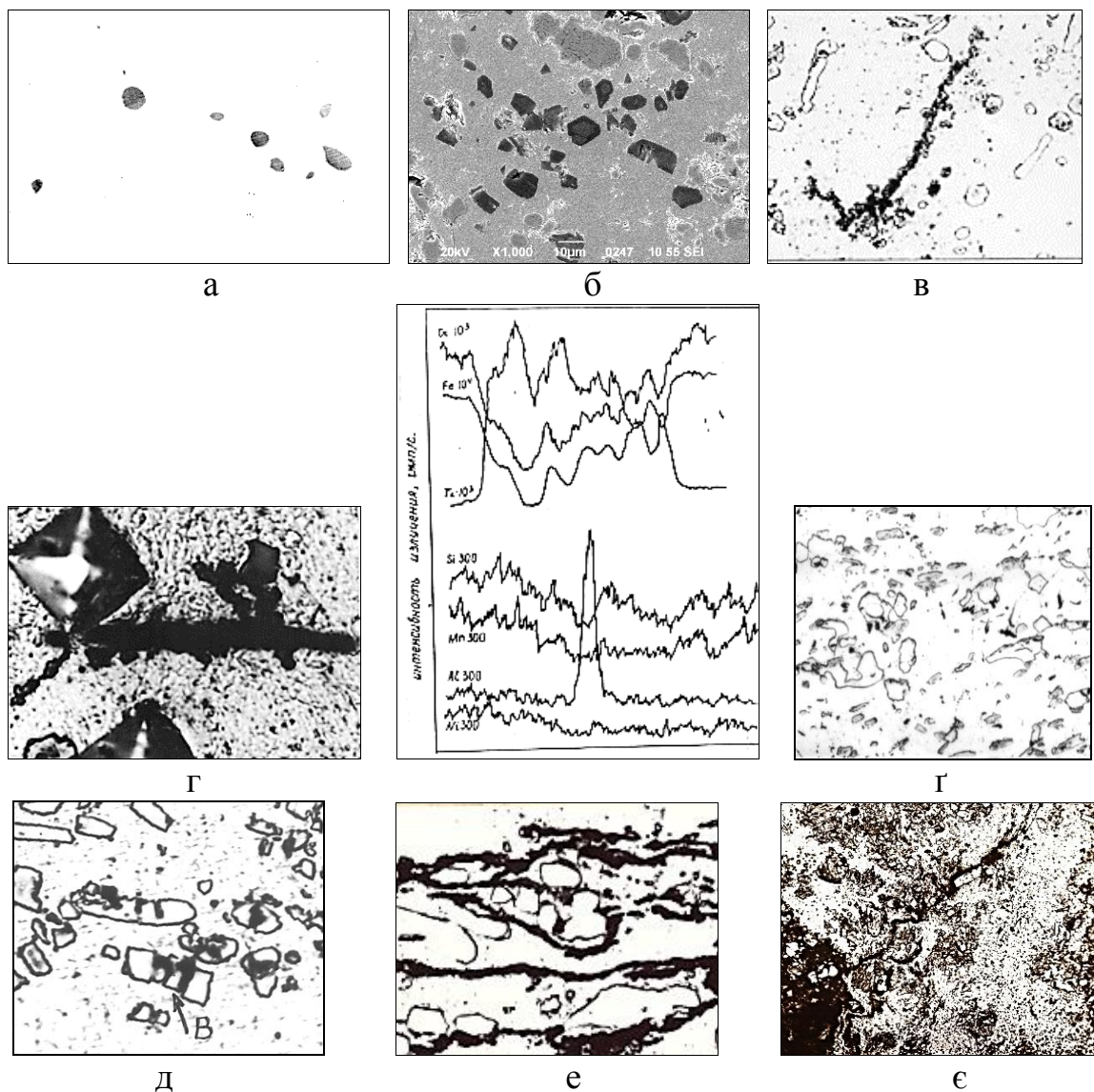
*Докт. техн. наук, проф. С.І. Губенко, канд. техн. наук В.М. Беспалько  
Інститут чорної металургії НАН України, УДУНТ: Придніпровська  
академія будівництва та архітектури, м. Дніпро, Україна*

**Вступ.** Роль конструкційних матеріалів полягає у забезпеченні стабільності експлуатації сховищ відпрацьованого ядерного палива (ВЯП) [1]. Для транспортування та зберігання ВЯП використовуються контейнери зі сталі 04X14T3P1Ф. Для цієї сталі характерно утворення великої кількості боридних фаз у вигляді включень різного фазового та хімічного складу, що негативно впливає на її механічні властивості, технологічну пластичність в процесі виробництва гарячекатаних труб, а також корозійну стійкість під час експлуатації [2 - 4)]. Основною операцією визначальною отримання безшовних труб є коса прокатка, при якій із суцільної заготовки одержують порожню заготовку - гільзу. Властивості труб багато в чому визначаються якістю, структурою вихідної трубної заготовки, а також вмістом неметалевих включень в сталі, які виникають на стадії сталеплавильного процесу [5]. Тому необхідно дослідити вплив содержания неметаллических включений в трубных заготовках из 04X14T3P1Ф, на структуру и технологические свойства труб. **Метою роботи** було вивчення впливу боридних включень в трубних заготовках із сталі 04X14T3P1Ф, що отримана різними способами виплавки, на структуру та технологічні властивості труб.

**Матеріали та методики досліджень.** Дослідження проводили на зразках, сталі 04X14T3P1Ф, отриманої у вакуумно-індукційній печі (плавка 1) та у вакуумно-дуговій печі (плавка 2). Зразки відібрані від трубної заготовки сталі 04X14T3P1Ф промислових плавкок, а також від гарячедеформованих труб, що вироблені на трубопрокатних автоматичних установках (деформація за температур 1100 і 1150°C). Ідентифікацію боридних включень проводили металографічним методом та рентгеноструктурним методом (ДРОН-2,0) [4, 5], а також за допомогою мікроаналізатора РЕММА 102-02. Об'ємну долю та розміри боридів визначали на установці «Епіквант». Мікроструктуру сталі досліджували на зразках, відібраних за радіальним перерізом заготовок, за допомогою оптичного мікроскопа «Neophot - 31» та растрового електронного мікроскопа JSM-35. Аналізували склад, розмір і розподіл включень у вихідній трубній заготовці, а також у гільзі після першої прошивки та готових гарячекатаних трубах. Фазовий склад сталі 04X14T3P1Ф визначали рентгеноструктурним методом (ДРОН-2,0). Випробування на розтягнення проводили за ГОСТ 1497.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Якість трубних заготовок, отриманих у різний спосіб виплавки сталі, істотно не відрізняється і знаходиться на досить високому рівні. Макроструктура заготовок характеризується наявністю точкової неоднорідності не більше 2-3б, центральної пористості до 1б, ліквіційного квадрату 1-2б. У заготовках виявлені неметалеві включення: оксиди та шпінелі ( $(\text{Al}_2\text{O}_3, (\text{Fe},\text{Mn})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3, (\text{Fe},\text{Mn})\text{O} \cdot (\text{Al},\text{Cr})_2\text{O}_3)$ ), силікати  $(\text{Fe},\text{Mn})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ , карбонітриди  $\text{TiCN}$ , нітриди  $\text{VN}$  (рис. 1, а). Розподіл цих включень по діаметру заготовки, переважно, рівномірний, вміст оксидів і карбонітридов дорівнює 1...1,5 балу, хоча зустрічаються скупчення не більше 2...3 балу (ГОСТ 1778). За наступної гарячої прокатки неметалеві включення перерозподіляються на рядки у напрямі деформації.

Наявність неметалевих включень негативно впливає на технологічні властивості гарячекатаних труб. Технологічна пластичність сталі залежить не тільки від температурно-деформаційних параметрів прокатки, але і багато в чому визначається природою, формою, розмірами та розподілом неметалевих включень та їх поведінкою за пластичної деформації [5, 6]. Неметалеві включення в сталі утворюються усіх етапах її виробництва, а їх склад визначається багатьма чинниками, але насамперед взаємодією компонентів сталі на стадії сталеплавильного процесу [5]. Легування високохромистої сталі бором призвело до появи боридної фази у вигляді включень двох типів: світлі та темні включення (рис. 1, б). Комплексний аналіз показав, що темні бориди є гетерофазними включеннями [4]: складний борид на основі  $\text{Fe}, \text{Ti} - (\text{Ti},\text{Fe},\text{Cr},\text{V})_2\text{B}$  з оболонкою  $(\text{Ti}, \text{Cr},\text{V})_2\text{B}$ . Аналіз вмісту легуючих елементів у світлих боридах показав, що вони є включеннями на основі  $\text{Fe}, \text{Cr} - (\text{Fe},\text{Cr})_2\text{B}$ .



**Рис. 1. Неметалеві включення у сталі 04X14T3P1Ф:**

а – х300; в – д, е – х500; є – х630;

г – розподіл елементів у зоні скупчення оксидів та боридів

Об'ємна частка темних і світлих боридів в структурі сталі відповідно 2,7 і 3,5 % (об.). Розміри боридів наведені в таблиці 1. В сталі 04X14T3P1Ф, отриманої різними способами виплавки, присутні бориди двох типів, проте розподіл їх по перерізу заготовок плавки 1 і 2 є різним. В центральній зоні заготовок кількість боридів на основі Fe-Cr більша, ніж боридів на основі Fe-Ti. У периферійній зоні кількість боридів обох типів у плавці 2 приблизно однакова, а для плавки 1 кількість боридів на основі Fe-Ti була значно меншою. Отримані дані свідчать про нерівномірний розподіл боридів на основі Fe-Ti за перерізом заготовки.

Слід зазначити, що часто спостерігали неметалеві включення оксидів, шпінелей, силікатів, карбонітридів поблизу боридних фаз, що свідчить про можливий їх вплив як осередків утворення боридів (рис. 1, в, г).

**Таблиця 1. Розмір боридів  $D_6$  (мкм) в сталі 04X14T3P1Ф**

Стан металу	Бориди на основі Fe-Cr	Бориди на основі Fe-Ti
вихідна заготовка	90...15	55...10
гарячекатана труба	45...10	20...52

Наявність боридів в сталі 04X14T3P1Ф значно впливає на її механічні та технологічні властивості в процесі виробництва гарячекатаних труб. За гарячої деформації неметалеві включення оксидів, шпінелей, карбонітридів і нітридів не пластичні і перерозподіляються в рядки у напрямі течії металевої матриці. Силікати є пластичними і витягуються в напрямку прокатки. Боридні включення обох типів за гарячої деформації не деформуються (рис. 1, г – гільза, д – труба). На поверхні розділу їх з матрицею концентруються стискаючі та зсувні напруження, які здатні зруйнувати включення, якщо вони перевищать межу міцності включень при стисканні, або руйнування відбувається на міжфазних границях включення-матриця сталі [5, 7 - 11]. Тому за гарячої деформації відбувається руйнування (дроблення) боридів, спостерігається їх рядкове розташування. Руйнування включень боридів відбувається на всіх стадіях прокатки. Прокатка із застосуванням оптимальних параметрів деформації сприяє більш рівномірному розподілу та подрібненню включень боридів (див. табл. 1).

У таблиці 2 наведено механічні характеристики зразків, відібраних після різних операцій виробництва гарячекатаних труб. Значна зміна механічних характеристик, особливо пластичності, відбувається в процесі прошивки трубної заготовки у гільзу, де здійснюється основна деформація металу. Відносне подовження зростає приблизно втричі. На наступних технологічних переділах при виробництві гарячекатаних труб підвищуються значення характеристик міцності, ударної в'язкості і незначно знижується пластичність.

**Таблиця 2. Механічні характеристики сталі 04X14T3P1Ф**

Операція виробництва труб	Плава ка	$\sigma_b$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta$ , %	КСУ, Дж/см <sup>2</sup>
вихідна заготовка	1	435...452	320...372	8...10	5...6
	2	415...453	360...402	8...10	4...6
гільза	1	480...510	310...330	16...18,5	6...7
	2	490...520	390...420	15,5...18,3	5...7
гарячекатана труба	1	550...586	410...445	13,0...15,5	10...19
	2	590...628	470...498	14...16,7	9...19

Технологічну пластичність сталі 04X14T3P1Ф оцінювали за величиною критичного обтиснення  $\epsilon_{кр}$  (сумарного ступеня деформації, необхідної для розвитку центрального руйнування). Величину  $\epsilon_{кр}$  визначали за прокатки конічних зразків розміром  $d_1$  30 мм,  $d_2$  35 мм,  $l$  100 мм на лабораторному прокатному стані в інтервалі температур 1000 ... 1200 °С (через 50 °С) при

куті подачі  $5^{\circ} 30'$ , число обертів валків 32 об /хв. Аналіз отриманих даних показав, що пластичність сталі різних плавок в інтервалі температур 1100 ... 1070 °С досить висока (табл. 3), проте вона знижується у разі підвищення температури до 1200 °С і вище. У деяких випадках прокатку конічних зразків здійснити не вдалося через їх руйнування. За результатами випробувань слід визначити, що оптимальним температурним інтервалом нагріву заготовок зі сталі 04X14T3P1Ф є 1030...1070 °С. Нагрівання до більш високих температур небажане через можливе підвищення температури до 1100...1150 °С в результаті розігріву металу за деформації, що призводить до руйнування заготовок в процесі прошивки труб (рис. 1, е). Крім того, зниження технологічної пластичності при температурах випробувань 1150...1200 °С свідчить про прояв червоноламкості внаслідок оплавлення боридів (боридних евтектик) (рис. 1, е), оскільки температура евтектичної рівноваги на діаграмі Fe-B становить 1177 °С. Таким чином, результати випробувань показали, що застосування підвищених температур за прошивки (1150 °С) та прокатки труб на автоматичному встановленні ТПА 350 (1050 °С) є небажаним.

**Таблиця 3. Вплив температури прокатки на технологічну пластичність сталі 04X14T3P1Ф.**

Температура прокатки, °С	критичний обтиск $\varepsilon_{кр}$ , %	
	Пл. 1	Пл. 2
1000	14,3	14,2
1050	14,4	14,2
1100	13,5	12,6
1150	10,3	руйнування
1200	руйнування	руйнування

**Висновки.** Розглянуто закономірності зміни розподілу неметалевих включень оксидів, шпинелей, силікатів, карбонітридів, нітридів, боридів за пластичної деформації та їх вплив на властивості сталі 04X14T3P1Ф різних способів виплавки. Показано, що отримання в ході гарячої деформації більш рівномірного розподілу та диспергування боридів значно покращує технологічні та механічні властивості гарячекатаних труб із сталі 04X14T3P1Ф. Визначено температури нагрівання заготовок із сталі 04X14T3P1Ф, що дозволяють підвищити її технологічну пластичність.

#### Посилання

1. Горынин И.В., Карзов Г.П., Филимонов Г.Н. Разработка и совершенствование конструкционных материалов для оборудования нового поколения АЭС повышенной безопасности и ресурса / В кн. Сучасне матеріалознавство ХХІ сторіччя. - Київ: Наукова думка, 1998. - с. 279-283.
2. Губенко С.И., Беспалько В.Н., Жиленкова Е.В. Исследование технологической пластичности бористой стали при разных режимах деформации /

- Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. науч. труд. ПГАСА. - вып. 32. - ч.1. - Днепропетровск: 2005, с. 231- 236.
3. Губенко С.И., Беспалько В.Н., Жиленкова Е.В., Сеницына Ю. П. Влияние боридов на технологические свойства высокохромистой стали / Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. науч. труд. ПГАСА. - вып. 58. – Днепропетровск: 2011. с. 207- 210.
  4. Губенко С.И., Беспалько В.Н. Особливості складу, структури та перетворень у боридних включеннях в сталі 04X14T3P1Ф / Матеріали VI International Conference «Innovative technologies in science and education. european experience» January 16-18, 2024, Dnipro, Ukraine PROCEEDINGS, Dnipro, Jourfond, 2024. - С. 118-123
  5. Губенко С.И., Ошкадеров С.П. Неметаллические включения в стали. - Киев: Наукова думка, 2016. - 528с.
  6. Губенко С.И. Неметаллические включения и пластичность сталей. Физические основы пластичности сталей. - Saarbrücken: LAP LAMBERT. Palmarium academic publishing, 2016. - 549 с.
  7. Gubenko, S.I., Parusov, E.V., Parusov, O.V. The role of inclusion-matrix boundaries in steels fracture processes. - Chernye Metally. -2021. - № 6. - p. 42–47.
  8. Gubenko S.I. Relaxation Processes near Inclusions and at Inclusion/Matrix Interfaces. - Russian Metallurgy (Metally), - v. 2021. - No. 5. - p. 611–620.
  9. Gubenko S. I. Plasticity Origin of Heterophase Inclusions at Steel Forming // Steel in Translation. – 2020. - v. 50. - No. 10. - p. 730-739.
  10. 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. № 5. P. 299–305.
  11. Губенко С.И. Влияние скорости и температуры деформации на развитие микроразрушений вблизи неметаллических включений // Металлы. – 1998. - № 6. - с.62-68.

## **ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ЦИНКОВМІСНИХ ВІДХОДІВ**

*Бакалавр Б.А. Донской, доц., канд. техн. наук С.М. Зибайло  
УДУНТ ННІ «Український державний хіміко-технологічний  
університет», м. Дніпро, Україна*

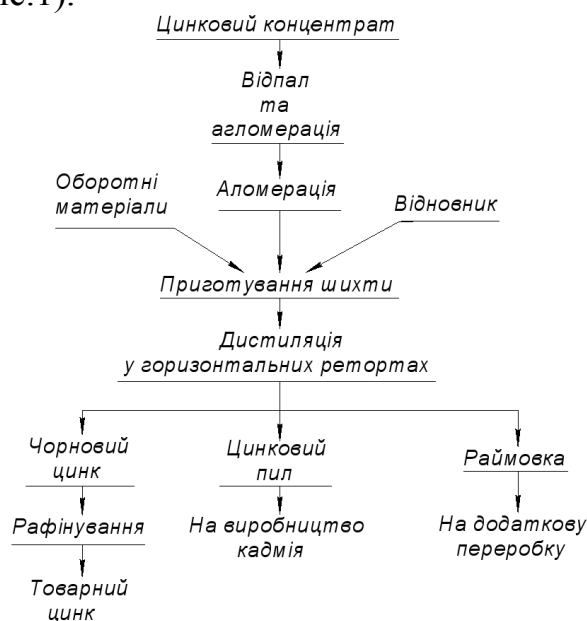
На сьогоднішній день цинковмісні відходи є серйозною проблемою у сучасній промисловості, оскільки їх неправильна утилізація, як і багато інших відходів різних типів хімічних та металургійних підприємств може призвести до забруднення навколишнього середовища, екологічної катастрофи та втрати цінних ресурсів. У зв'язку з цим, визначення ефективного способу переробки цих відходів стає все більш актуальною задачею у сучасних виробництвах по всьому світу. Тому зі зростанням уваги до проблем екології зі сталого

розвитку, дослідження галузі переробки відходів набуває все більшої актуальності. Вирішення проблеми переробки цинковмісних відходів через вибір технології та проектування відповідної печі для дистиляції цинку є важливим кроком у напрямку створення сталого виробництва.

Метою цього дослідження є обґрунтування та виявлення найбільш ефективного методу дистиляції цинку з цинковмісних відходів та проектування обладнання печі, яка б відповідала вимогам ефективності, надійності та економічної доцільності.

В даний час у промисловості цинк отримують двома способами пірометалургічним та гідрометалургічним [1]. В основі дистиляційного/пірометалургічного способу покладений процес відновлення оксиду цинку за температури вище точки кипіння цинку. Це забезпечує його виділення в процесі відновлення в газоподібному стані і подальшу сублимацію у вигляді парів з подальшою їх конденсацією.

Технологічна схема процесу дистиляції залишилася майже без змін донині, хоча техніка дистиляції зазнала значних змін і нині застосовується у кількох варіантах (рис.1).



**Рисунок 1 – Схема отримання цинку у горизонтальних ретортах**

Розрізняють прямі та непрямі пірометалургічні способи переробки оксиду цинку. Прямим пірометалургічним способом оксид цинку отримують з обпалених рудних концентратів, що містять домішки Pd, Cd, As, Fe, Mn, S, Si, силікатів, які супроводжують цинку в поліметалевих рудах [1].

Пари відігнаних металів в окислювальній камері при надлишку повітря окислюються. Отримані цинкові білила містять до 10% (мас.) домішок і мають сірий колір.

Непрямим пірометалургічним способом отримання оксиду цинку є окислення металевого цинку при температурі 1300–2500 °С. У роботах Фунахасі [2] було запропоновано методику синтезу оксиду цинку. Згідно з



проведеними дослідженнями [2], металевий цинк, завантажений у графітовий тигель, нагрівався в електричній печі до плавлення. Потім подавався азот, який змішувався з цинком, що випаровується, на металевій поверхні, нагрітій до необхідної температури. Газ, що виходить, спалювався в потоці кисню, при температурі 1300–1600 °С.

Оксид цинку, що утворюється, охолоджувався повітрям з отриманням дрібних частинок ZnO (0,1-0,7 мкм), що володіють високою питомою поверхнею (близько 25 м<sup>2</sup>/г).

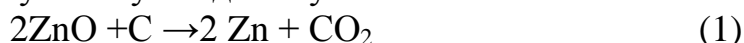
Незважаючи на всі переваги, цей спосіб має недоліки, пов'язані з запиленістю виробничих приміщень дрібнодисперсними реагентами та можливістю викиду в атмосферу парів металевого цинку [3].

У зв'язку з цим подальша робота буде пов'язана з розробкою методів удосконалення пірометалургійних процесів та зниження їх шкідливого на довкілля [4].

Паралельно розвитку техніки дистиляції цинку з 1915р. почали впроваджувати у виробництво гідрометалургійний метод. Тоді він був привабливий можливістю отримання дуже чистого цинку.

Гідрометалургійний спосіб використовується для вилучення цинку з концентратів сульфід цинку (обманки), оксиду, карбонату або силікату, а також для деяких вторинних матеріалів, таких як оксид процесу Вельца. Цей спосіб складає близько 90% від усього світового виробництва цинку [5,6]. Більшість виробничих підприємств ЄС використовують гідрометалургійний спосіб, який також називають RLE (випалювання – вилуговування – електровідновлення) із загальною виробничою потужністю 2,1 млн тонн у 2007 р. [7].

Для відновлення оксидів у шихту вводять вугілля чи кокс



Дистиляція цинку може здійснюватися в різних агрегатах: горизонтальних ретортах, вертикальних ретортах, електричній печі, шахтної печі [8]. В роботі визначені вимоги до проектування печі для переробки цинковмісних відходів, яка обігрівается газом.

Реторти горизонтального типу містять циліндр овального перерізу довжиною 1,8-1,9 м і діаметрами 340-370 і 230-260 мм з товщиною стінок і дна 30-40 мм, виготовлених з вогнетривкої глини, шамоту і коксика. Ці реторти у кількості 200-1000 прим. встановлюються у спеціальній печі, що опалюється газом.

У кожному реторту завантажують до 100 кг шихти, що складається з агломерату та оборотних продуктів (пил з конденсатора та продукт переробки конденсаторного брухту), а також вугілля (до 40 % у шихті). Дистиляція в горизонтальних ретортах – періодичний процес із добовою циклічністю.

В роботі запропоновано варіант дистиляції цинку шляхом пірометалургійного способу у печі із газовим підігрівом, у цієї категорії печей для дистиляції твердого цинку як і у електричних, є можливість видалити з твердого цинку всі речовини, температура кипіння яких вища за температуру



кипіння цинку (918 °С). У печі можна отримати 85 - 88% цинку зі ступенем чистоти 99,9%, пов'язаного у твердому цинку. Спроектowana піч передбачає рекуперацію тепла за рахунок уловлювання вихідних газів через пластинчасті рекуператори.

В запроєктованій печі твердий цинк в ретортній камері згорання заповнюється до 450 кг твердої шихти на партію, що обмежено технічними характеристиками самої печі та розмірів реторт камери згорання. Твердий цинк у ретортній камері згорання повільно нагрівається до температури плавлення й після до температури кипіння.

Після досягнутої температури кипіння пароподібний цинк переходить від реторти камери згорання до охолоджуючої реторти, що стоїть ззовні печі, і охолоджується там доти, поки не повернеться у рідкий стан.

Охолоджувальна реторта з певним часом проколюється в означеному місці, і чистий цинк перетікає у форму стрижня. Весь процес дистиляції займає близько 12 год після цього піч переводиться на процес продування та охолоджується до початкової температури.

Таким чином, промислова піч для дистиляції цинку з цинковмісних домішок є важливим компонентом сучасної металургії, що дозволяє ефективно виділяти чистий цинк. Під час процесу дистиляції, що включає випаровування домішок і їх виділення в атмосферу, виникають суттєві екологічні проблеми. Хоча цей пірометалургійний метод є економічно вигідним і широко застосовуваним завдяки дуже високим показникам чистоти цинку на виході та можливістю видалення всіх інших речовин з шихти, температура яких вища за температуру кипіння цинку, але проблематикою таких печей є в процесі дистиляції, відсутність фільтрів, які б знешкоджували викиди шкідливих речовин під час згорання, включаючи й сам цинк, залишається актуальною для навколишнього середовища [9].

Забруднення атмосфери випаровуваннями цинку та іншими домішками не лише шкодить екології, але й може негативно впливати на здоров'я людей. Тому необхідність удосконалення процесу дистиляції цинку є нагальною.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є впровадження ефективних систем фільтрації та знешкодження шкідливих парів. Прикладом таких технологій є системи, що використовуються на сучасних сміттєспалювальних заводах у розвинутих країнах, таких як Сінгапур, Японія, Швеція. Там, перед тим як випаровування потрапляють в атмосферу, вони проходять через багаторівневі системи очищення, які включають фільтри для уловлювання твердих частинок, абсорбери для зменшення концентрації газів та каталітичні реактори для розкладання токсичних сполук. [10,11]

Аналогічний підхід необхідно застосовувати і в промислових печах для дистиляції не тільки цинку, а й інших речовин, заради мінімізації викидів як фізичних так і газоподібних й впливання на навколишнє середовище.

### **Висновки.**

Таким чином, інтеграція сучасних технологій фільтрації і знешкодження парів може значно знизити викиди шкідливих речовин, тим

самим захищаючи навколишнє середовище та здоров'я людей. Впровадження таких технологій не лише допоможе зменшити екологічний вплив, але й відповідатиме міжнародним стандартам та регуляторним актам з охорони навколишнього середовища.

Отже, результати цього проекту можуть виявитися корисними для промислових підприємств, які займаються переробкою цинковмісних або інших відходів шляхом дистиляції, так як пірометалургійний метод дистиляції цинку є ефективним з точки зору видобутку чистого металу, хоча й потребує удосконалення процесу до сучасних системи фільтрації та знешкодження випаровувань, який наприкінці дозволить зробити цей процес екологічно безпечнішим і стійкішим, що є важливим кроком у розвитку промислових технологій та охорони навколишнього середовища.

### *Посилання*

1. Журавльова О.С. Структурні особливості тонких плівок, отриманих методом імпульсного лазерного напilenня / Журавльова О.С. // Вісник ІРДТУ. 2014. № 9 (92). С. 24–29.
2. Jin C.-G., Zhu W.-C., Fang D., Li H. Preparation of ZnO nanocrystalline particles // *Fine Chemistry*. 1999. V. 16. № 2. P. 26–28.
3. Журавльова А.С., Кузьмін М.П., Кузьміна М.Ю. Удосконалення гідрометалургійного способу одержання оксиду цинку // *Переробка природної сировини: збірник наук. праць студентів, магістрантів, аспірантів та молодих вчених Інституту металургії та хімічної технології ім. С.Б. Леонова*, груд. 2014. С. 58-60.
4. Перспективні технології отримання та обробки матеріалів: Навч. посібник/Л.І. Пупань, В.І. Кононенко. Харків: НТУ «ХПІ», 2008. 261 с.
5. Lijftogt, J.A. et al, Dutch Notes on BAT for the Production of Primary Zinc, V.R.O.M. (NL), 1998.
6. Nähre, S., Report on BAT in German Zinc and Lead Production (Draft), University Karlsruhe DFIU (D), 1998.
7. Brown et al., *European Mineral Statistics 2007.11*, 2013.
8. Дистиляційні процеси поділу сульфідних та металевих розплавів: теорія та технологія: монографія / В.М. Володін, Р.А. Ісакова. Караганда, 2015. 260 с.
9. Довідкова документація за найкращими доступними технологіями (НДТ) (BAT - Best Available Techniques) для підприємств кольорової металургії. Директива 2010/75/ЄС про промислові викиди (інтегрований підхід до запобігання забрудненню та його контролю) Джанлука Кузано, Мігель Родріго Гонсало, Френк Фаррелл, Райнер Ремус, Серж Рудьє, Луїс Дельгадо Санчо. 2017 р.
10. "Air Pollution Control Technology Handbook" by Karl B. Schnelle Jr. and Charles A. Brown // "Посібник з технології контролю забруднення повітря" // Schnelle K.B. Jr., Brown C.A., "Air Pollution Control Technology Handbook" / CRC Press, 2002. 408 p.
11. "Advanced Technologies for Air Pollution Control in Municipal Solid Waste Incineration" // "Передові технології контролю забруднення повітря при спалюванні твердих побутових відходів" // Yang Y., Buekens A., Li X., "Advanced Technologies for Air Pollution Control in Municipal Solid Waste Incineration" // *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 2017. V. 19. P. 405-412.

## ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАБИВАННЯ СІЯЧОЇ ПОВЕРХНІ ВІБРАЦІЙНИХ ГРОХОТІВ

*Проф., док., техн. наук В. Й. Засельський,  
доц., канд. техн. наук Д. В. Пополов*

*Державний університет економіки і технологій, м. Кривий Ріг,  
Україна*

Підчас експлуатації вібраційних грохотів відбувається зниження ефективності процесу розсіву через зменшення живого перетину сіячої поверхні внаслідок забивання отворів сита частинками матеріалу, що розсівається.

На підставі вивчення процесу забивання сіячої поверхні виділяють наступні умови заклинювання частинок матеріалу, що розсівається, в отворі сита:

- розмір частинок в 1...1,5 рази більше розміру отворів сита [1];
- при розгляді зв'язку частинок, що заклинили, з крайком отвору сита умова заклинювання має наступний вигляд:

$$\delta \leq 2 \cdot \mu, \quad (1)$$

де  $\delta$  – кут, що утворений дотичними до контурної лінії частинки в точках стикання її з крайком отворів;  $\mu$  – кут тертя частинки по крайку [2, 3];

- висота підкидання частинки над площиною сіячої поверхні менша за висоту сегмента, що відсікається у частинки площиною сіячої поверхні [44].

В роботах [1,1 5] запропонована модель процесу забиваності отворів сіячої поверхні частинками матеріалу виходячи з динамічних параметрів вібраційної машини, гранулометричного складу матеріалу, що розсівається, враховуючи стохастичність цього процесу. Для спрощення математичної моделі процесу самоочищення було прийняте допущення, що частинки матеріалу мають форму кулі, а процес самоочищення реалізується за рахунок викидання частинки матеріалу на певну висоту з отвору сіячої поверхні під дією сили інерції без врахування взаємодії частинки з крайком отвору та утворених підчас взаємодії кутів тертя.

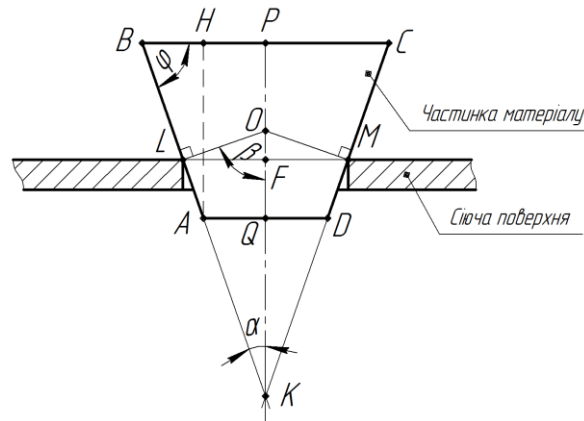
При теоретичному розгляді явища застрягання насіння в отворах сіячої поверхні, в дослідженні [2], цей процес пов'язується з їх деформацією, а умова самоочищення записується з рівності нулю проекцій усіх сил на вертикальну координатну вісь, при цьому автор враховує прикладені до частки не лише статичні, а й динамічні сили. В роботі [3] вивчаючи зв'язок насіння, що заклинилося, з крайком отвору, умови заклинювання отримувались з проекцій на вертикальну координатну вісь прикладених до частки сил. При цьому була розглянута статична задача: сили інерції застряглої частки в розрахунковій схемі не враховувались, тому умова заклинювання була отримана в найбільш простому виді.

Проте для виконання вібраційного переміщення матеріалу робочий орган здійснює рухи, відмінні від вертикальних, таким чином, прикладений до частинки вектор сили інерції змінюється в часі як за величиною, так і за напрямом. Виходячи з цього, при деяких режимах переміщення робочого органу насіння розклинюється не в результаті висмикування, а внаслідок перекидання. При вивченні явища було прийнято, що форма частинки — еліпсоїд [55].

Враховуючи особливості самоочищення сіячих поверхонь від частинок, які були утворені в наслідок дроблення спеченого матеріалу та мають шорстку поверхню низької міцності (агломерат, кокс), сформованих вище умов самоочищення недостатньо для повного вивчення цього явища.

При вивченні явища були прийняті наступні допущення:

- форма частинки — рівнобічна трапеція, сума основ котрої дорівнює подвоєній довжині її бічної сторони;
- якщо  $\alpha$  — кут нахилу бічної сторони трапеції до вертикальної площини (рис. 1), а  $\alpha_{\text{тер}}$  — кут тертя частинки о сіячу поверхню, то можливі наступні варіанти:  $\alpha_{\text{тер}} > \alpha$  — відбувається заклинювання частинки у отворі сіячої поверхні, але при русі сіячої поверхні вгору частинка може бути викинута з отвору під дією прикладеної до неї сили інерції за умови якщо її складова, яка перпендикулярна сіячій поверхні, буде перевищувати силу тертя, що утворилась при взаємодії поверхні частки з крайком отворів сіячої поверхні;  $\alpha_{\text{тер}} < \alpha$  — заклинювання не відбувається;  $\alpha_{\text{тер}} = \alpha$  — межний стан заклинювання.



**Рисунок 1 – Розрахункова схема до визначення розміру частинки, що заклинилась у отворі сіячої поверхні**

Визначимо геометричні розміри частинки в залежності від розміру отвору сіячої поверхні  $LM$ .

Визначимо кут  $\beta$  з трикутника  $LKO$

$$\beta = 180 - 90 - \alpha = 90 - \alpha. \quad (2)$$

Визначимо відстань від точки дотику бічної сторони трапеції до крайку отвору сіячої поверхні  $L$  до точки  $O$  з трикутника  $LFO$

$$\sin \beta = \frac{LF}{LO} \Rightarrow LO = \frac{LF}{\sin \beta} = \left\{ LF = \frac{LM}{2} \right\} = \frac{LM}{2 \cdot \sin \beta} =$$

$$= \frac{LM}{2 \cdot \sin(90 - \alpha)} = \frac{LM}{2 \cdot \cos \alpha} \quad (3)$$

Прийmemo, що  $LO = OQ = PO = OM$  тоді висота трапеції  $PQ$  дорівнює

$$PQ = 2 \cdot LO = 2 \cdot \frac{LM}{2 \cdot \cos \alpha} = \frac{LM}{\cos \alpha} \quad (4)$$

Визначаємо довжину бічних сторін  $AB$  та  $CD$  з трикутника  $BHA$  враховуючи (4)

$$AB = CD = \frac{LM}{\cos^2 \alpha} \quad (5)$$

Беручи до уваги прийняте вище допущення запишемо відповідний вираз

$$AB + CD = BC + AD \quad (6)$$

Враховуючи (5) вираз (6) прийме вид

$$2 \cdot \frac{LM}{\cos^2 \alpha} = BC + AD \quad (7)$$

Визначимо основу  $BC$  через висоту  $AH$  і кути  $\varphi$  при основі

$$BC = AD + AH \cdot (\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \varphi) = AD + 2 \cdot AH \cdot \operatorname{ctg} \varphi \quad (8)$$

З трикутника  $KBP$  визначаємо кут  $\varphi$

$$\varphi = 180 - 90 - \alpha = 90 - \alpha \quad (9)$$

Перетворимо вираз враховуючи (8), (4)

$$\frac{LM}{\cos^2 \alpha} = AD + \frac{LM \cdot \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \quad (10)$$

$$AD = \frac{LM - LM \cdot \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{LM \cdot (1 - \sin \alpha)}{\cos^2 \alpha} \quad (11)$$

Підставимо (11) в 8), враховуючи, (4)

$$BC = \frac{LM \cdot (1 - \sin \alpha) + 2 \cdot LM \cdot \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \quad (12)$$

$$BC = \frac{LM \cdot (1 + \sin \alpha)}{\cos^2 \alpha} \quad (13)$$

Отримані вирази (5), (11) та (13) визначають геометричні розміри частинки матеріалу в залежності від розміру отвору.

З метою врахування в подальших теоретичних дослідженнях процесу очищення сіячої поверхні допущення, обґрунтоване в роботах [5-7]: частинка не заклинюється в отворі сита, якщо висота її підкидання  $h_{\text{п}}$  над площиною

сіячої поверхні буде дорівнювати чи більше величини  $h_c$  – висота її сегменту, що відсікається у частинки площиною сіячої поверхні, знайдемо значення  $h_c$ , враховуючи прийняту форму частки.

$$FQ = OQ - OF. \quad (14)$$

З трикутника  $LFO$

$$\cos \beta = \frac{OF}{LO} \Rightarrow OF = LO \cdot \cos \beta. \quad (15)$$

Перетворимо вираз (14) з урахуванням (2), (3) та (15)

$$FQ = \frac{LM}{2 \cdot \cos \alpha} - \frac{LM}{2 \cdot \cos \alpha} \cdot \cos(90 - \alpha) = \frac{LM \cdot (1 - \sin \alpha)}{2 \cdot \cos \alpha}. \quad (16)$$

Отриманий вираз (16) визначає мінімально необхідну висоту підкидання  $h_{\pi}$  частинки над площиною сіячої поверхні для її не заклинювання.

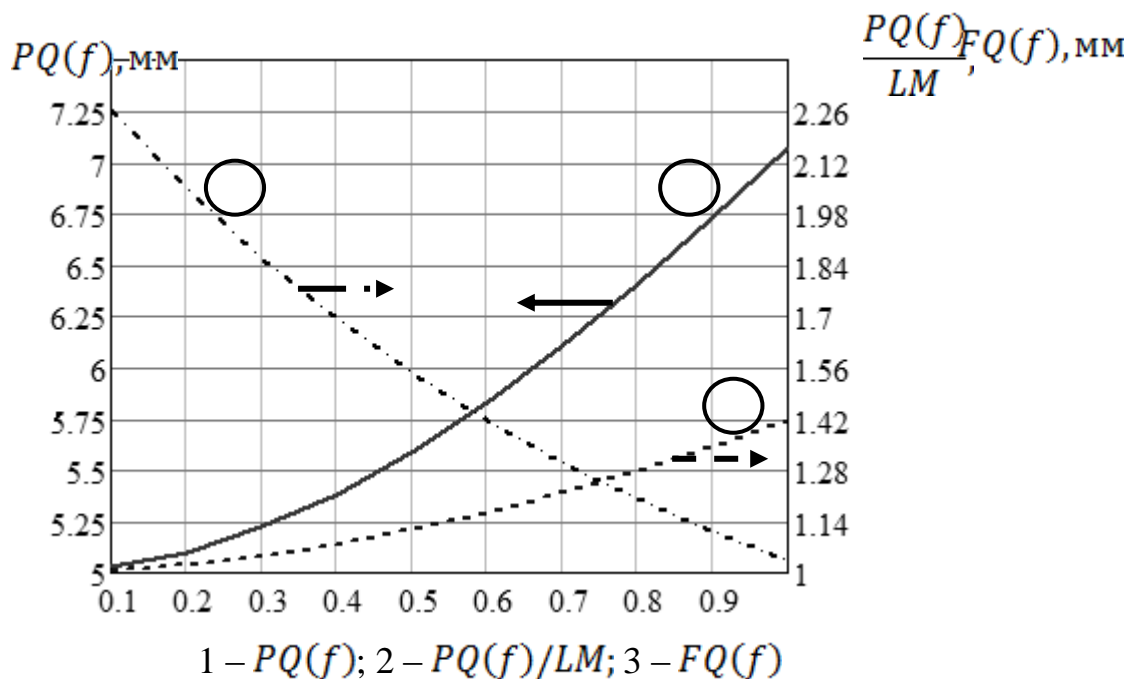
Якщо в вираз (4) та замість кута  $\alpha$  підставити кут тертя  $\alpha_{\text{тер}}$ , котрий виразити через коефіцієнт тертя матеріалу  $f$ , що розсівається, о сіячу поверхню, то отримуємо: межний розмір частинки матеріалу, більше котрого заклинювання не відбувається, таким чином умова заклинювання частинки має наступний вигляд

$$LM \lesssim PQ \leq \frac{LM}{\cos(\arctg f)}, \quad (17)$$

та межне значення висоти частки, що відсікається площиною сіячої поверхні, яке визначає висоту її підкидання, більше котрої частинка не заклинюється в отворі сита

$$\frac{LM \cdot (1 - \sin(\arctg f))}{2 \cdot \cos(\arctg f)} < h_{\pi}. \quad (18)$$

Аналіз зміни межного розміру частинки  $PQ$  та значення висоти частки  $FQ$ , що відсікається площиною сіячої поверхні з отвором, який дорівнює  $LM = 5$  мм, на всьому діапазоні зміни значення коефіцієнта тертя  $f$  (рис. 2) показав, що в отворі сита здатні заклинюватись частинки, розмір котрих в 1...1,4 рази більше розміру отвору, причому більше значення відповідає максимальному значенню коефіцієнта тертя, а мінімально необхідна висота підкидання частинки зі збільшенням коефіцієнту тертя зменшується.



**Рисунок 2 – Межний розмір частинки матеріалу, що розсівається, та висоти частки, що відсікається площиною сіячої поверхні, в залежності від її коефіцієнта тертя по сіячій поверхні**

### **Висновки**

В роботі отриманні залежності, які визначають межні значення розмірів частинки матеріалу, що розсівається, висоти її заглиблення в отворі сіячої поверхні з умову заклинювання, в залежності від геометричного розміру аперттури сіячої поверхні, механічних властивостей матеріалу, з якого вона виготовлена, кінематичних параметрів процесу розсіву.

### **Посилання**

1. Учитель А. Д. Создание высокоэффективных вибрационных машин для подготовки металлургических шихт: Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Днепропетровск, 1992. 511 с.
2. Листопад Г. Е. Вибросепарация зерновых смесей. Волгоград: Волгоградское книжное издательство, 1963. 116 с.
3. Файбушевич Г. З. Сепарация зерна на вибрационных решетках. Вестник сельскохозяйственной науки. 1966. № 10. С. 93–100.
4. Зелов Е. А. Разработка и внедрение высокопроизводительных шихтовых грохотов с неоднородным полем траекторий: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Кривой Рог, 1986. 208 с.
5. Заика П. М. Динамика вибрационных зерноочистительных машин. Москва: Машиностроение, 1977. 278 с.
6. Андреев С. Е., Перов В. А., Зверевич В. В. Дробление измельчение и грохочение полезных ископаемых. Москва: Недра, 1980. 415 с.
7. Бегагоен И. А., Учитель А. Д., Зелов Е. А. О засорении рабочей поверхности грохотов при расसेве агломерационных концентратов. Обогащение полезных ископаемых. 31-й вип. Киев, 1982. С. 80-83.



## **ІОННО-ПЛАЗМОВЕ АЗОТУВАННЯ ТРУБОПРЕСОВОГО ІНСТРУМЕНТУ З ШТАМПОВИХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ ТРУБ З МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

*PhD (Матеріалознавство), викладач<sup>1</sup> Л.С. Кривчик  
здобувач<sup>2</sup>, викладач-методист<sup>1</sup> В.Л. Пінчук  
Зав. каф.<sup>2</sup>, проф., докт. техн. наук Л.М. Дейнеко*

<sup>1</sup>ВСП «Нікопольський фаховий коледж

<sup>2</sup>Кафедра матеріалознавства і термічної обробки металів

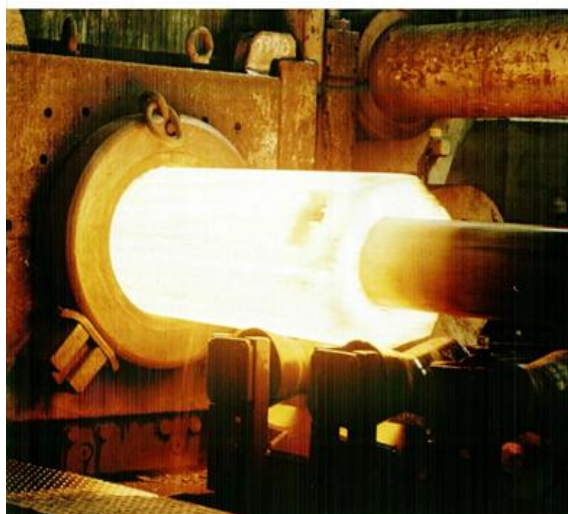
*Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна*

*Докт. техн. наук, нач. лаб. В.О. Столбовий*

*Лабораторія розробки і дослідження інтенсивних іонно-плазмених технологій  
Інститут фізики твердого тіла, матеріалознавства і технологій  
Національного центру ХФТІ НАН України ( м. Харків, Україна)*

Одним з видів гарячого деформування є гаряче пресування. Його широко використовують для виготовлення виробів із усіх сталей і сплавів, які важко деформуються. У зв'язку з розвитком енергетики та електротехнічної промисловості, бурхливим зростанням авіа-і суднобудування, з'явилася велика кількість різновидів процесу пресування, різко зросла кількість сплавів, що пресуються. Ще одна найважливіша перевага пресованих виробів полягає в тому, що їх можна зробити такої складної конфігурації, яку іншими способами обробки тиском або навіть різанням отримати неможливо. Найширше застосування пресування отримало для виробництва труб з низькопластичних сталей і сплавів.[4]

На горизонтальному гідравлічному пресі здійснюється тільки операція пресування труб з гільз, отриманих прошивкою на вертикальних пресах або свердлуванням і подальшим експандуванням.(Рис.1)



**Рисунок 1 – Горизонтальний гідравлічний прес, [5]**

Постійна швидкість пресування дозволяє одержувати на таких пресах труби майже з будь-яких сталей і сплавів, а застосування скломастила забезпечує високу якість.

Матриця є найбільш важливим інструментом, в якому змінюється форма заготовки, тому вона - найбільш зношена частина пресового інструменту. Основні причини руйнування матриць: втрата форми і розмірів каналу, крихке руйнування і розгарні тріщини [6](Рис.2). Стійкість матричних кілець 5-7 пресовок при пресуванні високолегованих корозійностійких сталей.



**Рисунок 2 - Дефекти матричних кілець**

Спосіб виготовлення безшовних труб з циліндрових заготовель з металів і сплавів, які важко деформуються, включає в себе свердління циліндричної заготовки, нанесення технологічного мастила, нагрів порожнистої заготовки, завантаження заготовки в контейнер, послідовні операції експандування заготовки в контейнері преса і пресування труби, відділення труби від прес-залишку. Експандування заготовки здійснюють експандером, діаметр якого виконаний відповідно з співвідношенням

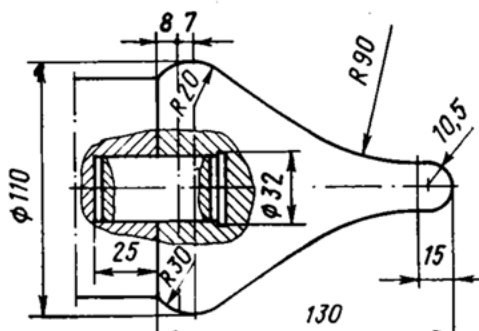
$$D_{\text{експ}} = D_{\text{внутр.заг}} * K_{\text{експ}}, \quad (1)$$

де  $D_{\text{експ}}$  - діаметр експандера, мм;  $D_{\text{внутр.заг}}$  - внутрішній діаметр заготовки, мм;  $K_{\text{експ}}$  - коефіцієнт експандування ( $K_{\text{експ}} = 1,5-3,5$ ).

При цьому на передньому кінці експандера співвісно закріплена прошивна голка довжиною, що становить 1,2-3,0 довжини свердління заготовки, і діаметром оправки, що становить 0,980-0,995 внутрішнього діаметра направляючого кільця, встановленого в тримачі інструментальної дошки. Після експандування контейнер з прес-штемпелем відводять у вихідне положення, а інструментальну дошку переміщують на наступну позицію з попередньо встановленою прес-матрицею, причому між прес- матрицею і заготовкою, що експандована, розміщують мастильну шайбу і подальшим ходом преса здійснюють пресування труби. Співвідношення розмірів оправок дозволяють отримувати високоякісні труби з низьким рівнем різновтовщинності готових труб.[7]

Експандування дозволяє використати заготовлі більшої довжини, ніж при прошивці (відношення довжини заготовки до її діаметра при експандуванні може досягати 10-11, а при прошивці не перевищує 6-8), що підвищує продуктивність пресів, однак збільшує трудомісткість виробництва за рахунок введення операції свердлування крізного отвору в заготовлі.

Для експандування свердлених гільз застосовують оправки спеціальної форми, одна з яких приведена на рис.2. Відношення діаметра оправки  $\delta_{оп}$  до діаметра носика  $\delta_n$  приймається для неіржавіючих сталей 3.5, а для важкодеформованих 2.5÷3.0.[8] (Рис.3)



**Рисунок 3 - Оправка для експандування свердлених гільз, [9]**

Умови роботи експандерів: нагрівання заготовки перед прошивкою в камерній печі, встановлення експандера на голку, прошивка заготовки.

Стійкість експандеру – 100 циклів.

Види поломок:

- Деформація зовнішньої поверхні;
- розтріскування;
- Поздовжні продири.

Якість труб, отриманих пресуванням, визначається значною мірою стійкістю інструмента. Робочий інструмент працює в умовах високих температур, інтенсивних швидкостей ковзання і значного питомого тиску, що зумовлює необхідність використати як матеріал високолеговані теплостійкі інструментальні сталі, що володіють підвищеною в'язкістю і міцністю.

Сталі для штамів гарячого пресування мають тривалий контакт із гарячим металом. Тому вони працюють за значно важчих умов, ніж молотові штампи. Для штамів гарячого пресування необхідно застосовувати сталі підвищеної теплостійкості. У деяких випадках для таких штамів застосовується сталь 3Х2В8Ф, теплостійкість якої зберігається до 650 °С. Але наявність значної кількості карбідів вольфраму у складі сталі знижує в'язкість сталі. Тому частіше використовують сталі 4Х5МФ1С, 5Х3В3МФС, 3Х3М3Ф, 4Х4ВМФС та ін., які характеризуються вищою теплостійкістю та міцністю при робочих температурах порівняно зі сталями помірної теплостійкості 5ХМН та 5ХМВ. Їх використовують для виробництва трубопресового інструменту для пресування корозійностійких сталей, які важко пресуються (матричні кільця, голки-оправки, експандери, штемпельні головки).[10]

Хімічний склад сталей наведений в таблицях 1,2,3.

**Таблиця 1- Хімічний склад сталі 4X5MФ1С, % по масі (ДСТУ 3953-2000), AISI 4140 (USA)**

C	Si	Mn	Cr	V	Mo	Ni	Cu	S	P
						не більше			
0,32	0,90	0,20	4,50	0,30	1,20	0,35	0,30	0,30	0,03
0,40	1,20	0,50	5,50	0,50	1,50				

**Таблиця 2- Хімічний склад сталі 5X3В3МФС, % по масі (ДСТУ 3953-2000) AISI H11 (USA)**

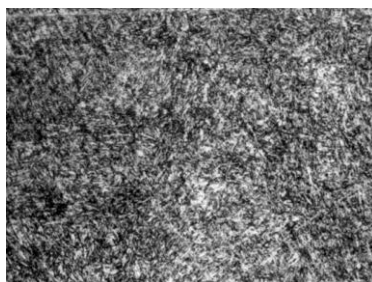
C	Si	W	Mn	Cr	V	Mo	Ni	Cu	S	P
							Не більше			
0,45-	0,8-	2,8-	0,15-	2,5-	0,3-	1,2-	0,35	0,30	0,03	0,03
0,55	1,1	3,3	0,45	3,5	0,5	1,5				

**Таблиця 3- Хімічний склад сталі 4X4ВМФС, % по масі (ДСТУ 3953-2000) AISI H11 (USA)**

C	Si	W	Mn	Cr	V	Mo	Ni	Cu	S	P
							Не більше			
0,37-	0,6-	0,8-	0,2-0,5	3,2-4	0,6-	1,2-	0,6	0,30	0,03	0,03
0,44	1,0	1,2			0,9	1,5				

Традиційна технологія термозміцнення інструменту з штампових сталей уявляє собою загартування з наступним відпуском. Загартування проводиться для розчинення значної частини карбідів і одержання високолегованого мартенситу [11].

Наступний відпуск викликає додаткове зміцнення внаслідок дисперсійного твердіння. Для підвищення в'язкості його виконують найчастіше при більш високих температурах на більш низьку твердість: 45 – 52 HRC і трооститну структуру ( рис. 4).



**Рисунок 4 - Мікроструктура сталі 4X5MФ1С після загартування від 1070°C і відпущеної при 550 – 570°C ( 1 відпуск), 530 –550°C ( 2 відпуск) (троостит відпуску), \* 500**

Але існуючі матеріали і методи зміцнення (загартування з відпуском) не забезпечують жорсткі умови роботи трубного інструменту. Тому певний інтерес представляє вибір сучасних матеріалів, розробка й коректування методів термічної обробки для підвищення зносостійкості інструменту.

## 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 шляхом утворення стійких у процесі нагрівання карбідів, нітридів, боридів і т.п. Для трубного інструменту найчастіше проводять азотування ( газове, іонне в плазмі ДВДР, в плазмі тліючого розряду, карбонітрацію в розплавах солів ціанатів і карбонатів).[12-15]

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 [16-18]. 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. Однією з перешкод для широкого впровадження методу іонно-плазмового азотування в промисловість є недостатність даних для оптимізації технологічних режимів. [19-20] У зв'язку з цим визначення ефективності застосування цього типу азотування для різних типів сталей і режимів експлуатації виробів є актуальним завданням. Вивчення взаємозв'язку між параметрами процесу, а також структурою і властивостями азотованих шарів дає можливість прискорити перехід до цих прогресивних технологій, які забезпечують підвищені якісні характеристики виробів, а також збільшення ресурсу при їх експлуатації.

Іонне азотування (в порівнянні з пічним) має наступні переваги: прискорює дифузійні процеси в 1,5 – 2 рази; дозволяє отримати дифузійний шар регульованого складу і будови; характеризується незначними деформаціями виробів і високим класом чистоти поверхні [21].

Після проведення азотування азотований шар на поверхні складається з нітридної зони  $Fe_{2-3}N$  ( $\epsilon$ -фаза) і  $Fe_4N$  ( $\gamma'$ -фаза) і підслою азотистого ферита ( $\alpha$ -фаза), в якому при охолодженні виділяються нітриди хрому, молібдену, алюмінія (рис. 5, 6).

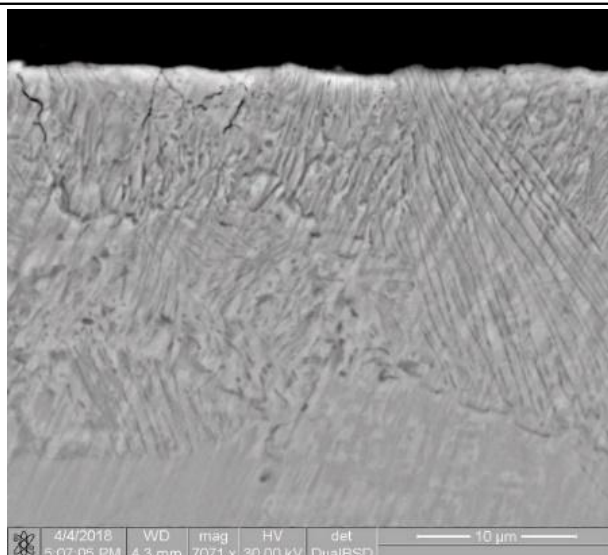


Рисунок 5 - Азотований шар при електронному дослідженні, [22]

### 3. Мета та задачі дослідження

Традиційна технологія зміцнення термічною обробкою трубного інструменту із вказаних сталей майже вичерпала свої можливості по подальшому підвищенню його експлуатаційних властивостей. Тому метою даного дослідження є удосконалення методів зміцнення трубопресового інструменту для пресування корозійностійких труб.

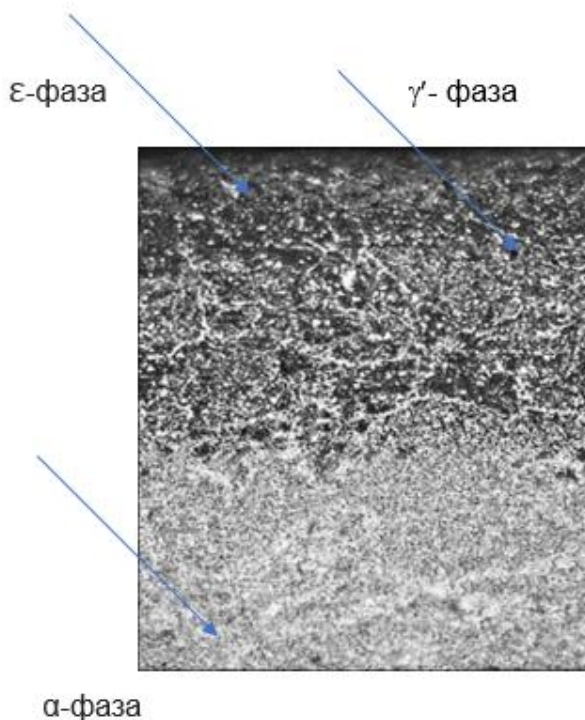
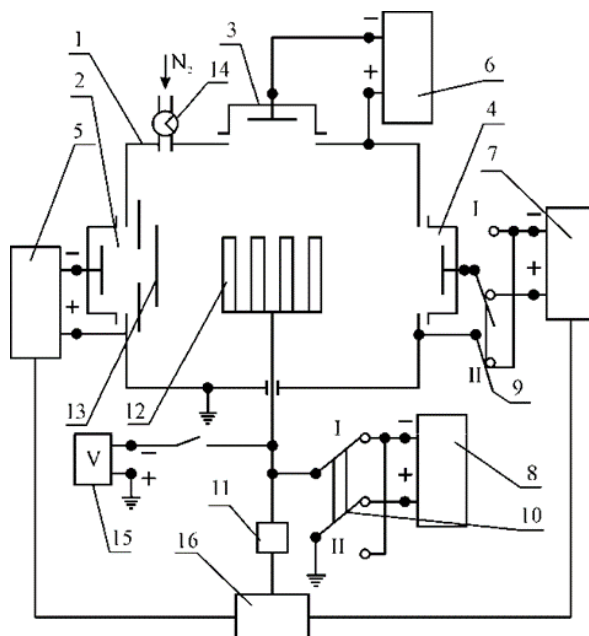


Рисунок 6 - Мікроструктура зміцненого шару сталі 4X5MФ1С після іонного азотування, х 200



#### 4. Матеріали та методика досліджень

В роботі 3(три) кільця з сталі 5X3B3MΦC діаметром 73,5 мм і 71,5 мм і 2 (два) кільця з сталі 4X5MΦ1C діаметром 73,5 мм були піддані іонному азотуванню в плазмі двоступеневого дугового розряду в модифікованій установці «Булат-6» в лабораторії плазмотехнологій Інституту фізики твердого тіла ННЦ ХФТІ ( м.Харків) (Рис.7).



**Рисунок 7 - Схема вакуумно-дугової установки для іонного азотування:**

1 - корпус вакуумної камери; 2, 3, 4 – вакуумно- дугові випарники; 5, 6, 7 - джерела живлення випарників; 8 - джерело живлення підкладки; 9, 10 - перемикачі; 11 - поворотний пристрій; 12 - інструменти для оброблення; 13 - екран, прозорий для газу і електронів; 14 - система автоматичної підтримки тиску газу; 15 - генератор високовольтних імпульсів; 16 - блок автоматичного управління осадженням багат шарових покриттів.

Найбільш надійну оцінку результатів хіміко-термічної обробки дають металографічні дослідження, які дають відомості про товщину і будову шару з'єднань і дифузійного шару. Зазвичай для металографічного дослідження шліфи труїли ніталем - 2 - 4% -ним спиртовим розчином азотної кислоти. Для судження про фазовий склад шару використовували методи кольорового і електролітичного травлення в розчині їдкого натру. Також були проведені електронні дослідження металографічних шліфів (вихідні шліфи були порізані на тонкі зразки по 5 мм), приготовлені і піддані вивченню на растровому електронному мікроскопі (РЕМ), висока дозволена здатність (до 60 А) і виняткова глибина різкості якого роблять його майже незамінним для металографічних досліджень [23-24]. Замір твердості поверхні зразків після ХТО був виконаний за допомогою мікротвердоміра (мікроскопа) - типу ПМТ-3 при навантаженні 100гс HV<sub>0,1</sub> [25].

В роботі проведено рентгеноструктурний аналіз досліджуваних зразків сталі 4X5MΦ1C. Діфрактометричні дослідження проводилися на



рентгенівському дифрактометрі ДРОН-2.0 в кобальтовому Со-Ка випромінюванні із застосуванням Fe селективно поглинаючого фільтра. Дифраговане випромінювання реєструвалося сцинтиляційним детектором [26] (Рис.8).

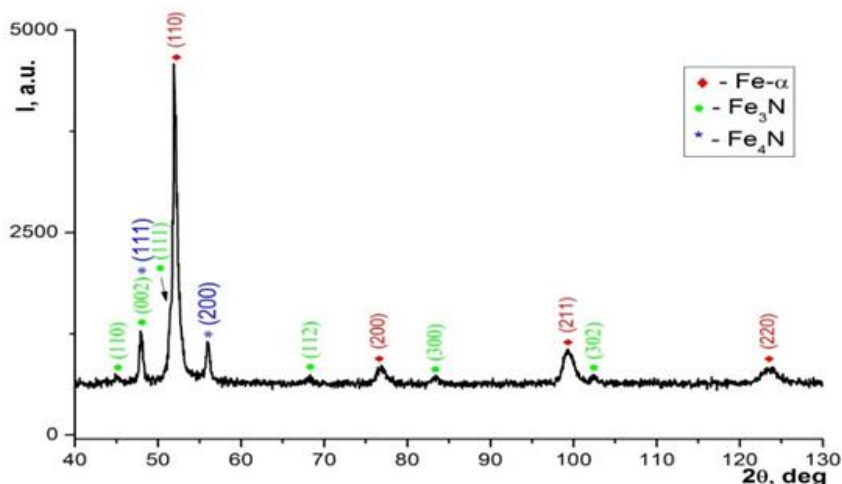


Рисунок 8 – Діфрактограма зразку після іонного азотування

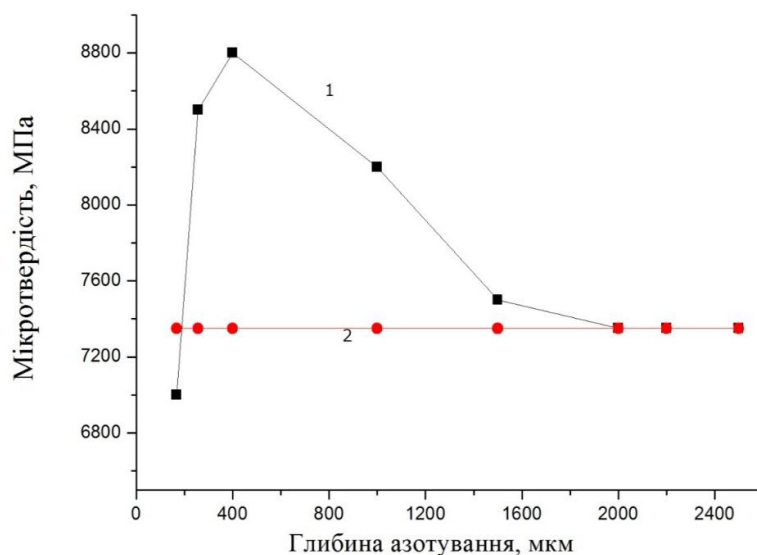
При проведенні іонно-плазмового азотування можлива зміна послідовності технологічних операцій, тобто спочатку проводиться азотування інструменту, а потім його високотемпературна обробка. Три експандери довжиною 185 мм були встановлені в модернізовану вакуумно-дугову установку типу «Булат-6». Вакуумну камеру відкачували до тиску  $P = 0,004$  Па, напускали азот до тиску 0,3 Па, включали двоступеневий дуговий газовий розряд при струмі 100 А і при негативному потенціалі на виробі 1300 В підтримували температуру  $650^{\circ}\text{C}$  протягом 2 годин.

Після проведення глибокого азотування на глибину 1,5-2 мм було проведено загартування з відпуском. Фазовий склад азотованого шару, в основному, визначається сполукою  $\text{Fe}_4\text{N}$ , розчином азоту в залізі  $\alpha\text{-Fe}$ , а також нітридами легуючих елементів. При цьому значно прискорюється процес азотування, оскільки атоми азоту легше проникають в незагартовану сталь. Механічну обробку можна проводити тільки один раз після завершення процесу хіміко-термічної обробки. [27]

Потім інструмент нагрівають за технологією попереднього нагріву до  $\approx 600\text{-}650^{\circ}\text{C}$ , витримка, нагрів до температури  $\approx 900\text{-}950^{\circ}\text{C}$ , витримка, подальший нагрів до температури загартування  $\approx 1050\text{-}1100^{\circ}\text{C}$ , витримка, охолодження в маслі або полімерному середовищі і піддають відпусканню, при цьому перший відпуск здійснюють при температурі не вище  $240\text{-}250^{\circ}\text{C}$ , другий відпуск при  $\approx 470\text{-}500^{\circ}\text{C}$  і фінішний відпуск при  $\approx 550\text{-}570^{\circ}\text{C}$ . Після цього проводять механічну обробку виробів, тобто видаляють припуск разом з дефектним окисленням шаром (окаліною) і отримують чистові розміри інструменту. При цьому усуваються також відхилення від геометричних розмірів (повідки), які зазвичай мають місце при термічній обробці виробів складної форми. На обробленій таким чином поверхні забезпечується присутність азотованого шару з твердістю 9 ГПа, тобто вище звичайної для

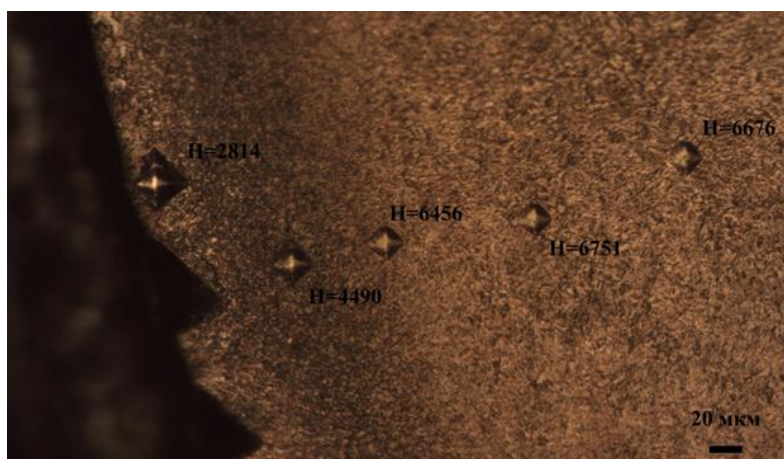
загартованої і відпущеної даної марки сталі 7 ГПа. На обробленій поверхні забезпечується присутність азотованого шару, що містить  $\gamma'$ -фазу і твердий розчин азоту в залізі з твердістю вище стандартної для даної марки сталі і товщиною в кілька сот мікрометрів.

Графіки зміни твердості по глибині для сталі 4X4ВМФС наведені на рис. 9.



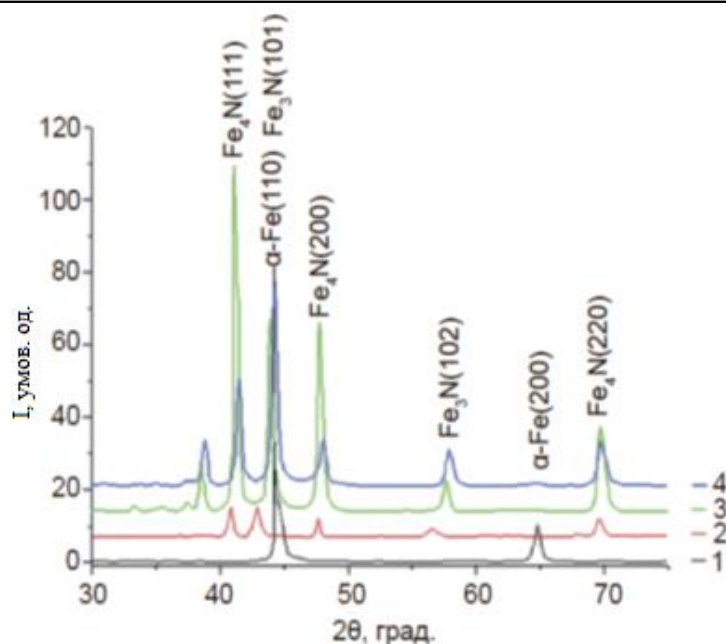
**Рисунок 9 - Вимірювання твердості експандера зі сталі 4X4ВМФС по глибині, час азотування 2 години. 1-азотований шар, 2 загартована сталь, [28]**

Фотографія поперечного шліфа експандера сталі 4X4ВМФС показана на рис. 10.



**Рисунок 10 - Фотографія поперечного шліфа експандера з сталі 4X4ВМФС, [29]**

Рентгенодифракційні спектри, отримані з поверхні зразків сталі 4X4ВМФС до і після азотування, наведені на рис. 11 [30].



**Рисунок 11 - Ділянки рентгенодифракційних спектрів зразків зі сталі 4X4VMΦC до і після азотування:**

1 - вихідний стан; 2 - після газового азотування при 520°C протягом 18 годин; 3 - після іонно-плазмового азотування при 520°C протягом 2 годин 40 хвилин; 4 - після іонно-плазмового азотування при 530°C протягом 4 годин 30 хвилин, [30]

#### 4. Результати досліджень

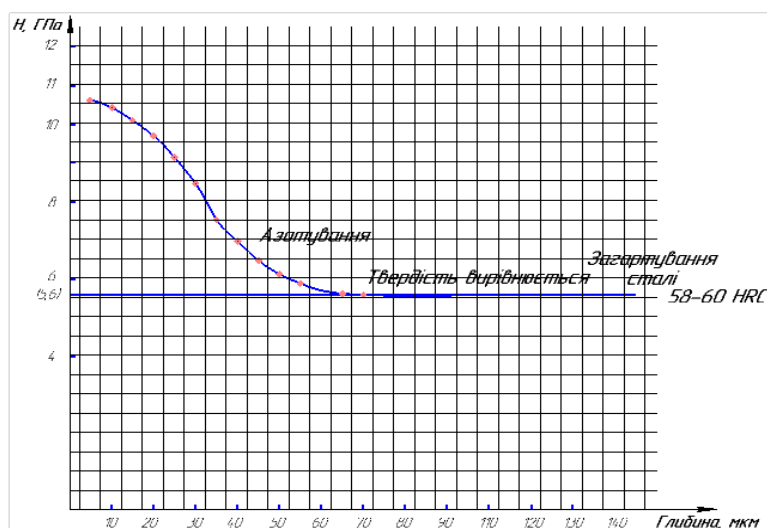
Результати заміру мікротвердості експериментальних зразків сталі 4X5MΦ1C після іонного азотування наведені в таблиці 4, а зміна твердості в залежності від глибини визначення твердості на рисунку 12. [9].

**Таблиця 4 - Результати заміру мікротвердості зразків сталі 4X5MΦ1C після іонного азотування**

№ зразку	Зона відстань від поверхні	Діаметр відбитка мкм	Середній діаметр відбитка, мкм	Навантаження Г	Значення мікротвердості МПа	Середнє значення мікротвердості, МПа	Середнє значення мікротвердості, кг/мм <sup>2</sup>
1	10	14	14,568	100	9800		
2	10	14	14,184	100	9900		
3	10	14	14,8	100	9800	9800	980
4	20	15	15,184	100	8400		840
5	20	15	15,024	100	8300	8300	830
6	30	15	15,872	100	7800		

## Продовження таблиці 4

№ зразку	Зона відстань від поверхні	Діаметр відбитка мкм	Середній діаметр відбитка, мкм	Навантаження Г	Значення мікротвердості МПа	Середнє значення мікротвердості, МПа	Середнє значення мікротвердості, кг/мм <sup>2</sup>
7	30	15	15,332	100	7850	7830	783
8	40	16	16,64	100	7300		
9	40	16	16,096	100	7400	7350	735
10	50	17	17,864	100	6800		
11	50	17	17,864	100	6700	6750	675
12	60	17	18,172	100	6500	6500	650
13	70	16	16,94	100	6100	6100	610
14	80	18	18,94	100	6000	6000	600
15	150	19	18,94	100	5600		
16	150	18	18,708	100	5700	5650	565
17	250	18	18,096	100	5400		
18	250	19	19,712	100	5400	5400	540
19	центр	19	19,172	100	5000		
20	центр	18	18,096	100	4990	4995	499,5

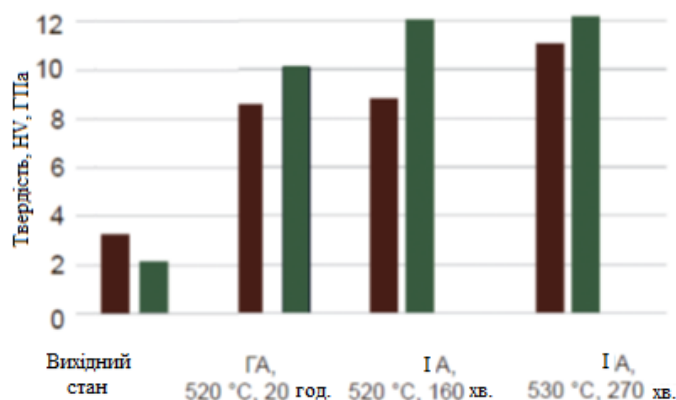


**Рисунок 12 – Зміна твердості інструментальної сталі 4X5MΦ1С після іонного азотування в залежності від глибини визначення твердості, [10]**

Аналіз фазового складу показав, що в початковому стані виявляється однофазний структурний стан на основі фази  $\alpha$ -Fe (рис.10, спектр 1). Після газового азотування в поверхневих шарах відбувається формування  $\gamma'$ -фази ( $\text{Fe}_4\text{N}$ ), а також  $\epsilon$ -фази ( $\text{Fe}_2\text{N}$  і  $\text{Fe}_3\text{N}$ ). У зразках після 20 годин газового азотування співвідношення фаз в поверхневому шарі: 60 об.%  $\text{Fe}_4\text{N}$ , 20 об.%  $\text{Fe}_3\text{N}$  і 20 об.%  $\text{Fe}_2\text{N}$ . При іонно-плазмовому азотуванні (рис.10, спектри 3 і 4)

на відміну від газового азотування відбувається формування тільки 2 фаз -  $Fe_4N$  і  $Fe_3N$ . Утворення більш крихкої фази  $Fe_2N$  в цьому випадку не відбувається. У разі азотування при  $520^{\circ}C$  протягом 120 хв. співвідношення фаз становить 65 об.%  $Fe_4N$  і 35 об.%  $Fe_3N$  і змінюється до 30 об.%  $Fe_4N$  і 70 об.%  $Fe_3N$  при температурі іонного азотування  $530^{\circ}C$  і тривалості 270 хв.[30]

Результати заміру твердості (рис. 13, ліворуч) свідчать, що твердість поверхні зразків, оброблених з використанням іонного азотування, дещо більше аналогічних значень, отриманих після газового азотування, при тому, що час азотування зменшено практично на порядок. Також видно, що збільшення тривалості при іонному азотуванні від 160 до 270 хвилин практично не призводить до зміни твердості. Але призводить до суттєвого збільшення глибини азотованого шару. Глибина азотованого шару залежить від часу азотування (швидкість азотування 15 – 20 мкм/год.).



**Рисунок 13 - Порівняльні гістограми твердості зразків в початковому стані (до азотування) і після газового і іонного азотування (ГА - газове азотування; ІА - іонне азотування [30]) /ліворуч/ та Випробування трубного інструменту на ТОВ «ВО ОСКАР» (м. Дніпро) /праворуч/**

Випробування інструменту після зміцнюючої обробки виконано на пресовій дільниці ТОВ «ВО ОСКАР» (м. Дніпро) (рис.13, праворуч).

Результати випробувань: 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) показали стійкість 9 – 10 пресувань, внаслідок більш високої твердості, теплостійкості, утворення особливої структури на поверхні, внаслідок проведення іонного азотування. Якщо стійкість експандерів з сталі 4Х4ВМФС після звичайного термозміцнення складає 80-100 пресовок, то

після проведення глибокого азотування на глибину 1,5-2 мм і послідуєчого загартування з відпуском вона збільшується до 130-140 пресовок внаслідок утворення на поверхні нітридів заліза і легуючих елементів і як наслідок збільшення твердості і зносостійкості поверхні і експлуатаційної стійкості експандерів.

### **Висновки**

1. Спосіб хіміко-термічної обробки дає можливість збільшити ресурс роботи трубопресового інструменту. Це досягається за рахунок створення на його поверхні азотованого шару в газовій плазмі вакуумно-дугового розряду шляхом проведення операцій іонного азотування і подальшої хіміко-термічної обробки. Як видно по глибині сталь набуває більшу твердість в порівнянні зі звичайним загартуванням. Таким чином, така методика модифікації поверхні є перспективною для підвищення стійкості гартованих сталей як з низькою, так і з високою температурою відпуску.

2. Для матричних кілець з сталей 4X5MФ1С і 5X3В3МФС після іонного азотування твердість поверхневого шару підвищилась до рівня 9500-11000МПа, а експлуатаційна стійкість інструменту збільшилася в 1,5 – 1,7 рази, що забезпечується утворенням на поверхні інструменту зміцненого шару, який складається після іонного азотування з нітридної зони Fe<sub>2-3</sub>N ( $\epsilon$ -фаза) і Fe<sub>4</sub>N ( $\gamma'$ -фаза) і підшару азотистого фериту ( $\alpha$ -фаза), в якому при охолодженні виділяються нітриди хрому, молібдену, ванадію, що підтвердили результати металографічних досліджень, електронної мікроскопії, рентгеноструктурних досліджень та випробування механічних властивостей і результатами промислової апробації інструменту.

### **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. Головань В. В. Технологія виробництва труб : навчальний посібник Кривий Ріг: КНТУ, 2014. 240 с.
6. Підкова О. В., Головня В.В., Лозицький В.М. Технологія виготовлення труб зі спеціальними властивостями : навчальний посібник Київ: Центр учбової літератури, 2008. 320 с.
7. 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 С21D 9/22, С23С 8/24; заяв. 14.04.2022 р., опубл. 18.08.2022 р.
8. 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.



9. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Цеханський Д.Н., Пінчук В.Л. Особливості виробництва труб пресуванням. Шляхи підвищення стійкості трубопресового інструменту, XIII-а Всеукраїнська конференція «Молоді вчені 2023 – від теорії до практики» м. Дніпро 23 березня 2023 р.
10. 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.
11. 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
12. 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 Scientific and Practical Conference INTERNATIONAL FORUM: PROBLEMS AND SCIENTIFIC SOLUTIONS Australia. Melbourne, February 6-8, 2022 С.583-597
13. 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
14. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С. Зміцнення трубного інструменту для виробництва гарячопресованих і холоднодеформованих корозійностійких труб, Конкурсна робота на отримання Премії НАН України, грудень 2022 р.
15. 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
16. 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 С21D 9/22, С23С 8/24; заяв. 14.04.2022 р., опубл. 18.08.2022 р.
17. Матвієнко І.І. Технологія хіміко-термічної обробки сталей. К.: Вища школа, 2003. 416 с.
18. Павленко Р. М. Технологія хіміко-термічної обробки металів: навчальний посібник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2014. 319 с.
19. Кривчик Л.С., Пінчук В.Л., Хохлова Т.С., Столбовий В.О., Дейнеко Л.М. Зміцнення трубного інструменту шляхом проведення комбінованої обробки – іонного азотування з нанесенням зносостійких покриттів» // IV Міжнародній конференції «Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід» м. Гельсінкі, Фінляндія. Листопад 2021 р.
20. 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
21. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Дейнеко Л.М., Пінчук В.Л., Столбовий В.О. Зміцнення трубного інструменту для виробництва 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.
22. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Пінчук В.Л. Шляхи термозміцнення трубопресового інструменту для виробництва неіржавіючих труб // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих вчених “Молода академія 2020” (м. Дніпро, 21-22 травня 2020 р.). – Т. 1. – Дніпро, НМетАУ, 2020.
23. 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.



24. 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.
25. Лахтин Ю.М., Крымский Ю.Н Физические процессы при ионном азотировании. Защитные покрытия на металлах. 1968. в. 2., С. 225-229.
26. Andrea Szilagyine Biro. Trends of nitriding processes. Production Processes and Systems. 2013. vol. 6., №1. P. 57-66.
27. 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.
28. Edenhofer B. The ion nitrating process – thermo chemical treatment of steel and cast materials. Metal and Material Technological, 1976, v.8, №8, P. 421-426.
29. 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.
30. Столбовий В.О. Фізико-технологічні основи формування багат шарових 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.

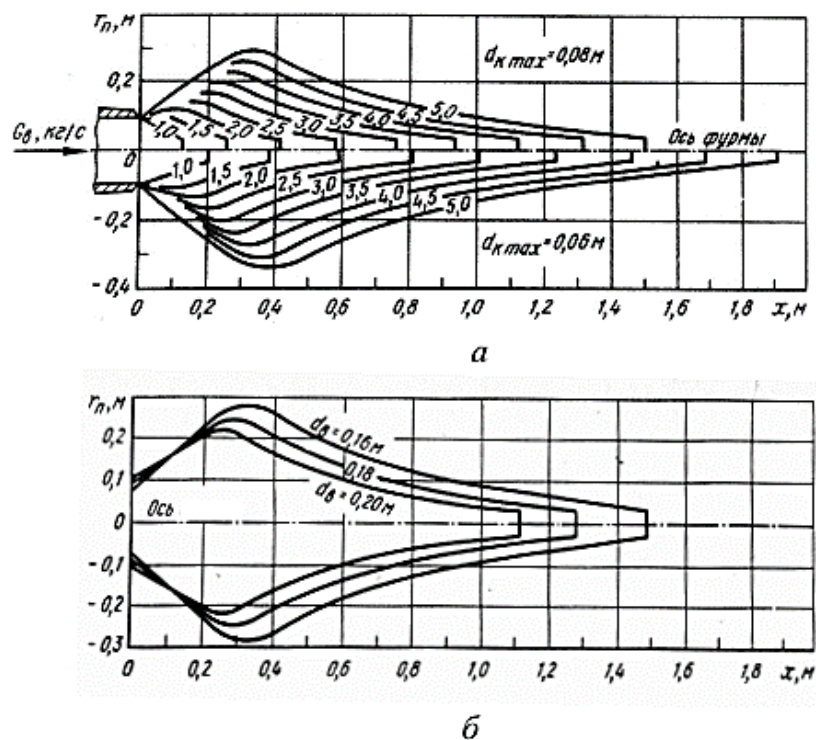
## **ДО ПИТАННЯ ФОРМИ ТА РОЗМІРІВ ПРИФУРМЕННОЇ ПОРОЖНИНИ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ**

*Доц., канд. техн. наук Г.Ю. Крячко, проф., докт. техн. наук Є.М. Сігарьов,  
доц., канд. техн. наук А.А. Похвалітій, здобувач А.С. Яцков,  
здобувач О.А. Юженко*

***Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна***

Незважаючи на використання сучасних методів дослідження, зокрема рентгенівської томографії [1], створення математичних моделей для визначення форми і розмірів прифурменної порожнини доменних печей базується на результатах холодного фізичного моделювання. Тому адекватність моделей реальним процесам у фурменній зоні залишається спірним питанням.

Уяви про форму і розміри прифурменної порожнини на початку склалися за даними досліджень її геометрії на холодних моделях при витоку повітряного струменя в шар модельного коксу. Невипадково, що і перші математичні моделі прифурменної порожнини створювалися з опиранням на результати холодного моделювання. Серед таких моделей найбільш відомою слід назвати розробку Довгаля А.М. та Шумилова К.А. з Київського інституту автоматики [2]. Дослідники показали, яким чином на їх думку повинна змінюватись форма і розміри газової каверни в коксовій насадці при зміні основних факторів впливу, зокрема масової витрати дуття і розмірів кусків коксу (рис. 1, а), а також діаметра повітряних фурм (рис. 1, б).



**Рис. 1. Зміни форми і розмірів прифурменних порожнин при варіюванні витрати дуття ( $G_b$ ) і розмірів кусків коксу ( $d_k$ ) (а), а також діаметру повітряних фурм ( $d_b$ ) (б), отримані за допомогою математичної моделі [2]:**  
 $r_n$  - радіус порожнини

Як видно із представлених даних, прифурменна порожнина при будь-яких досліджених параметрах дуття, коксу і фурм мала подібну форму і складалася із двох об'ємних елементів зрізаних конусів, що об'єднані більшими основами у найбільш широкому місці порожнини (міделі). Перший зрізаний конус з розширенням від фурми був по суті дифуззором - реакцією сипучого середовища на розширення дуттьового струменя і підвищення тиску. Другий, подовжений по осі фурменного вогнища з криволінійними утворюючими конус, на думку розробників [2], повинен входити у масив коксової насадки у вигляді своєрідного ножа.

Перші досягні в інформаційному просторі експериментальні дані про формування прифурменних порожнин з'явилися ще у 1977-1980 р.р. [3, 4] завдяки розбірці стовпа шихти «заморожених» на ходу доменних промислових печей. Зрозуміло, що на результати оцінки порожнин вплинули методика підготовки печі до процесу охолодження, стан самої печі, урахування впливу нерівномірності осадження стовпа шихти на горизонт фурменної зони, тощо. Тим не менш ці результати, хоча із деякими застереженнями, є більш надійною інформацією для моделювання механіки газів і коксу у фурменній зоні печі.

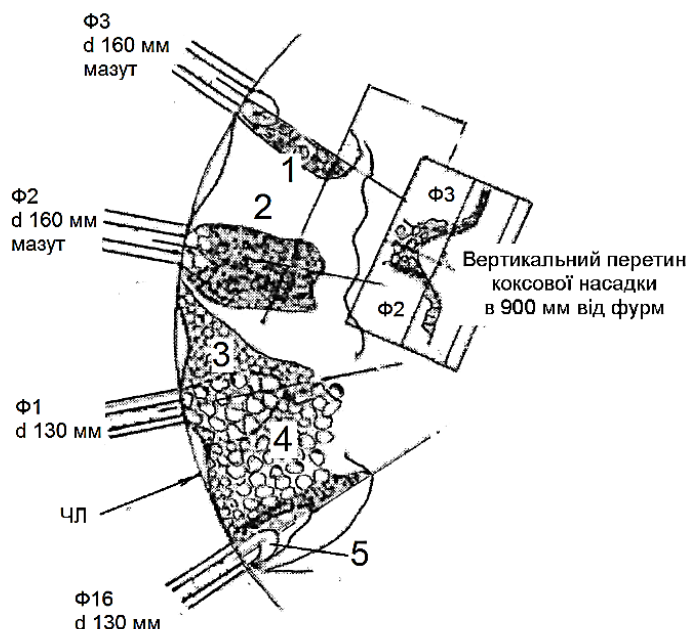
Так, ДП №4 заводу Kukioka (Японія) була охолоджена водою 25.05.1974 р. [3]. Піч мала об'єм  $1279 \text{ м}^3$  і 14 повітряних фурм діаметром 160 мм і дві над чавунною льоткою по 130 мм. За останню добу перед охолодженням витрата коксу становила 394 кг/т чавуну, мазуту 83 кг/т при добовій продуктивності 2268

т. Температура дуття з концентрацією кисню до 23 % складала 980 °С. Мазут на фурми біля льотки, на фурми №1 і №16 не подавали.

Загальним є те, що незважаючи на різну структуру коксової насадки, по окружності горна зони горіння біля фурм мали достатньо чіткі обриси і форму, витягнуту в радіальному напрямку до центру печі (рис. 2).

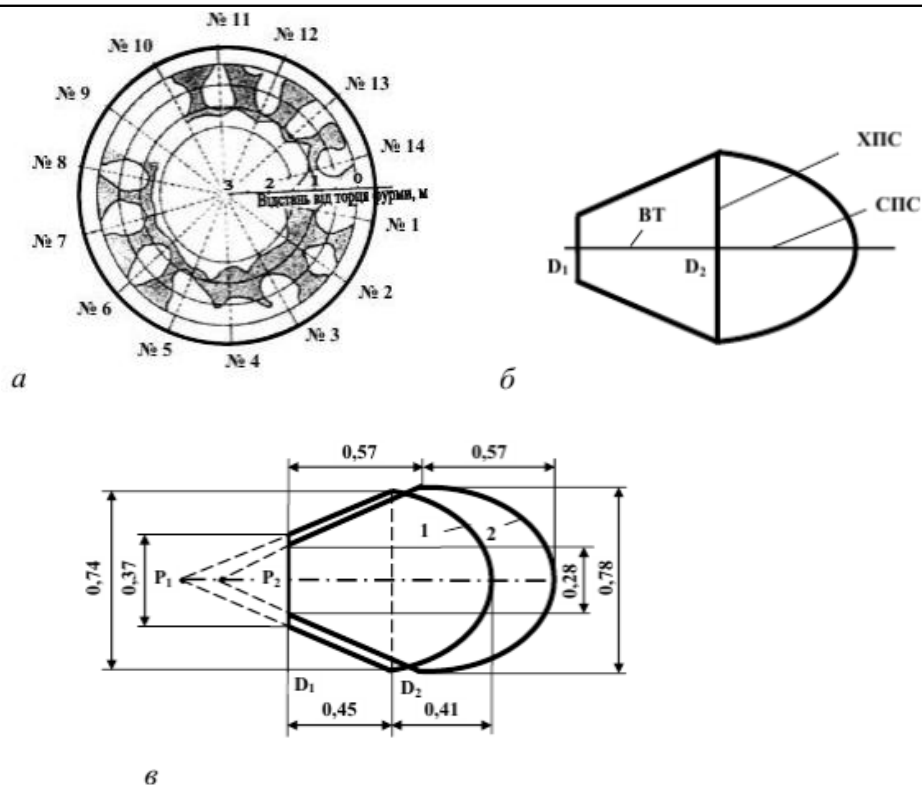
Суттєва різниця спостерігалась в розмірах прифурменних порожнин біля фурм з інжекцією мазуту і без нього, а також в структурі міжфурменних ділянок. Порожнини біля фурм №2 і №3 з подаванням мазуту були значно меншими в порівнянні з фурмами №1 і №16 з відсутністю мазуту. Слід зазначити, що в конкретному випадку, вдування додаткового палива значно погіршило стан коксової насадки між фурменними вогнищами - між фурмами №2 і №3 ділянка 2 на схемі була засмічена коксовим дрібняком і графітом з домішками розплавів, тоді як між фурмами №1 і №16 над чавунною льоткою (ділянка 4 на рис. 2) знаходився крупний кокс з домішками дрібняка коксу і, головне, без наявності застиглих розплавів. Останнє може свідчити про достатню дренажну здатність вказаної ділянки.

Найбільш повна інформація про форму прифурменних порожнин в горизонтальному перетині на рівні встановлення повітряних фурм була отримана при розбиранні стовпа шихти охолодженої ДП №1 заводу Амагасакі (Японія) (рис. 3, а) [4]. ДП №1 об'ємом 721 м<sup>3</sup> з 14-ма повітряними фурмами працювала перед зупинкою на «замороження» з питомою продуктивністю 48,8 т/м<sup>3</sup>·доб і витратою палива 451 кг/т чавуну.



**Рис. 2. Перетин сектору горна ДП №4 заводу Кукіока (Японія) на горизонті повітряних фурм за даними [3]:**

Ф1-Ф16 - номери фурм; 1 - дрібний округлений кокс; 2 - змішаний шар графіту, металу, шлаку і дрібного коксу; 3 - кокс середнього розміру; 4 - крупний і дрібний кокс < 5 мм; 5 - порожнина



**Рис. 3. Перетин горна ДП №1 заводу Амагасакі (Японія) на горизонті повітряних фурм (а) і схема формалізації зняття розмірів прифурменних порожнин (б), а також порожнин периферійного (1) та радіального (2) типів (в) на рівні повітряних фурм:**

*BT* - висота трапеції, м; *ХПС*, *СПС* - хорда та стрілка параболічного сегменту відповідно; *P* - полюс розкриття порожнини (струменя); розміри на рисунку надано в метрах

Результати дослідження форми прифурменних порожнин, отриманих на ДП №1 заводу Амагасакі, заслуговують на увагу і на додаткове вивчення оскільки співпадають з нашими обстеженнями фурменної зони доменної печі №7 Дніпровського металургійного комбінату (м. Кам'янське). ДП №7 об'ємом 1719м<sup>3</sup> видували в 1976 році на капітальний ремонт другого розряду в умовах гострого дефіциту коксу, у зв'язку з чим в піч було завантажено меншу ніж треба кількість холостих подач. В результаті після закінчення видувки на горизонті повітряних фурм в коксовій насадці утворилися своєрідні жолоби в коксовій насадці з коксовими бортами, просоченими застиглими шлаком і чавуном. Встановлено, що жолоб у горизонтальному перетині мав форму, близьку до овалу з більшою віссю, витягнутою до центру горна. Відокремлені один від одного жолоби були утворені біля всіх фурм, однак мали різну довжину вочевидь від різної витрати дуття на окрему фурму. Денця жолобів знаходились нижче торця повітряних фурм, що співпадало з вертикальним перерізом фурменної зони ДП №4 заводу Kukioka (див. рис. 2) в районах фурм №2 і №3.

Для зйому параметрів прифурменну порожнину умовно поділили [5] на дві суміжні геометричні фігури в перетині - трапецію і параболічний сегмент

з достатнім ступенем наближення, що повторювали обрис фурменного вогнища (рис. 3, б). Довжину прифурменної порожнини  $L_{\text{пф}}$  визначали як суму висоти трапеції і довжини стрілки параболічного сегмента. Вимірювали малу основу трапеції  $D_1$ , що у тривимірному просторі є умовним діаметром перетину прифурменної порожнини біля торця фурми, а також  $D_2$  - більшу основу трапеції або хорду параболічного сегмента, що у тривимірному просторі є умовним діаметром перетину прифурменної порожнини в міделі. Вимірювали також відстань від торця фурми точки розкриття (полюса  $P$ ) і кут розкриття струменя.

Несиметричність і об'єднання деяких прифурменних порожнин, що спостерігається на рис. 3, а можуть бути пояснені дією кількох факторів — особливостями форми гарнісажу навкруги фурм, специфікою підведення дуття до кільцевого повітропроводу, наявністю або відсутністю інжекції додаткового палива, тощо. Однак у всіх локалізованих вогнищ ширина порожнини біля торця фурм була більше діаметра вихідного перетину.

Згідно з результатами аналізу рис. 3, а в перетині горна спостерігаються сектори з активною (ПФ №5-13) і з малоактивною (ПФ №14, №№1-4) роботою повітряних фурм. Існування такої нерівномірності дозволяє вважати, що відмінність в розмірах фурменних вогнищ на ДП №1 заводу Амагасакі пов'язана із різницею об'ємів дуття, що поступало крізь фурми.

Для порівняння конфігурації зон розпушення біля фурм, що приймали різну кількість дуття, провели вибірку і усереднення по двом групам повітряних фурм, біля яких утворилися симетричні порожнини. В першу групу увійшли вогнища біля фурм №14, 1 і 2 зі зниженою витратою дуття, в другу - вогнища фурм №6, 7 і 8, що працювали активно.

За результатами порівняння (рис. 3, в) показано, що при збільшенні витрати дуття полюс розкриття стінок порожнини переміщувався до вихідного перетину фурми, а ширина порожнини біля цього перетину зменшувалася. Мідель порожнини з деяким збільшенням віддалявся від фурми, і суттєво зростала стрілка параболічного сегмента. При цьому кут розкриття струменю змінювався незначно і знаходився в межах 46-48 град.

У відповідності з теоретичними побудовами величина цього кута інша. Так, в роботі [6] прийнято, що кут розкриття струменю в залежності від початкової швидкості змінюється від 16 до 26 град., а в дослідженні [7] прийнято кут, що змінювався в межах 72-76 град. Кут розкриття струменю дуття у вертикальній площині, визначений експериментально за допомогою ендоскопу на промисловій доменній печі [8] склав приблизно 20 град., що співпадає з припущенням авторів [6], однак для горизонтальної площини.

Невідповідність інструментально встановлених кутів розкриття стінок прифурменної порожнини у двох взаємно перпендикулярних площинах можна пояснити різними рівнями сил деформації середовища коксової

насадки в горні на розвиток прифурменної порожнини. Прифурменна порожнина - газова каверна високого тиску в коксовій насадці, зазнає великих деформуючих зусиль згори від стовпа шихти і знизу від виштовхуючої сили розплавів - продуктів плавки. При уособленому розвитку фурменних вогнищ [3, 4] найменший тиск на каверну буде з боків, тому вертикальний перетин прифурменної порожнини на горизонті фурм буде не круглим, а зплющеним овальним. Відповідно і кути розкриття стінок порожнини будуть різними: мінімальний - по вертикалі, максимальний - по горизонталі. У тривимірному просторі прифурменна порожнина буде мати вид кривовісного дифузора еліптичного перетину, в котрому велика напіввісь розміщена по горизонталі, а мала - по вертикалі [5].

### Посилання

1. Hiroshi N., Hideki K., Jun-ichiro Y. Measurement of three-dimensional raceway structure in small scale cold model by X-ray computed tomography. // *Tetsu to haqane = J. Iron and Steel Inst. Jap.* 2014. 100. № 2. P. 256-261.
2. Довгаль А.М., Шумилов К.А. Исследование процессов механического взаимодействия дутья со средой в прифурменной области / *Сб. тезисов докладов «Проблемы автоматизированного управления доменным производством»*. Вып. 3. Киев. 1973. С. 119-121.
3. Dissection of Blast Furnaces and Their Internal State / К. Kanbara, Т. Hagiwara, А. Shigemi et al. // *Transactions ISIJ*. Vol. 17. 1977. P. 371-380.
4. Доклад о разборке содержимого доменной печи № 1 завода Амагасаки / К. Нарита, Т. Сато, М. Маскава и др. // *Тецу то Хагана*. 1980. № 13. С. 1975-1984.
5. Оценка протяженности и формы полостей фурменных очагов доменной печи / Г.Ю. Крячко, Р.В. Авдеев, Ю.В. Беляев и др. // *Черные металлы*. 2009. № 9. С. 17-22.
6. Леонидов Н. К., Леонидова М. Н. О числе воздушных фурм доменных печей // *Сталь*. 1967. № 5. С. 400-405.
7. Донсков Е.Г., Донсков Д.Е. К вопросу об интенсификации плавки при повышении давления на колошнике // *В сб. тр. V междунаrodn. Конгресса доменщиков*. Днепропетровск – Кривой Рог. 7-12 июня 1999 г. Днепропетровск: Пороги. 1999. С. 208-211.
8. Исследование движения материалов в области фурм доменной печи с помощью эндоскопа / М. Гройель. Ф. В. Хильнхюттер, Х. Кистер, Б. Крюгер // *Черные металлы*. 1974. № 12. С. 10-15.

## АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗРОБОК КРІОГЕННИХ КОНСТРУКЦІЙ РАКЕТНО КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ ІЗ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

*PhD О.В. Літот<sup>1</sup>, проф., докт. техн. наук Т.А. Манько<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> Державне підприємство «Конструкторське Бюро «Південне»  
ім. М.К. Янгеля, Дніпро, Україна*

*<sup>2</sup> Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,  
Дніпро, Україна*

Паливні баки займають значну частину в ракетах-носіях, як конструктивної маси так і геометричного простору. Приблизно до 90 % маси ракети носія відноситься на масу палива, і відповідно конструкції паливних баків займають до 60% сухої маси. Такі агрегати вимагають надзвичайно високих коефіцієнтів ефективності конструкції, як порівняння їх ваги, об'ємну і робочого тиску. Це спонукає проектувати ракети носії з застосуванням високоефективних конструкційних матеріалів. Впровадження композитних кріогенних паливних баків при створенні сучасних ракет-носіїв може значно зменшити масу вузлів.

Армовані вуглецевим волокном матричні композиційні матеріали (CFRP) використовуються в аерокосмічній промисловості як засіб зменшення ваги конструкцій. Вуглепластики, у порівнянні з іншими матеріалами, мають переваги в відношенні межі міцності, а також високому співвідношенні жорсткості до одиниці ваги. Для ракет-носіїв що створюються і конструкцій космічних апаратів їх використання найбільш виправдано. Але їх створення потребує ретельних досліджень при створенні таких конструкцій, як кріогенні паливні баки, трубопроводи та паливні відсіки, щоб продемонструвати міцність, довговічність і високі коефіцієнти безпеки.

Найбільш прогресивний розвиток в цьому напрямку отримала компанія Boeing (США) при виконанні експериментальних досліджень можливості застосування полімерних композиційних матеріалів при створенні кріогенних паливних баків [1]. Як результат – створення конструкції паливного баку для рідкого кисню діаметром 2.4 метра та ємністю 6.4 м<sup>3</sup>, що вперше практично підтвердило можливість створення і застосування таких конструкцій в складі ракет носіїв (рис. 1).

Впровадження сучасних напівкристалічних матеріалів в якості матриці, що виступає в ролі термопластичного сполучного, дозволило не лише виготовляти паливні баки та паливні відсіки великих розмірів, але і використовувати безавтоклавну технологію виготовлення [2].

Виконані дослідження та створення конструкції також дало можливість експериментального відпрацювання і застосування нової технології, автоматизованої укладки стрічки (ATL) та автоматизованої викладки волокон (AFP). Її застосування дало можливість суттєво зменшити вагу



технологічного оснащення за рахунок використання каркасної технології утримання формотворних елементів оправки. Зшивання та попередня полімеризація безпосередньо на поверхні оправки та виключення суттєвого температурного впливу при подальшій температурній обробці дозволило ефективно створювати конструкції без конструктивних і технологічних обмежень.



**Рисунок 1 – Кріогенний паливний бак компанії Boeing діаметром 2,4 м**

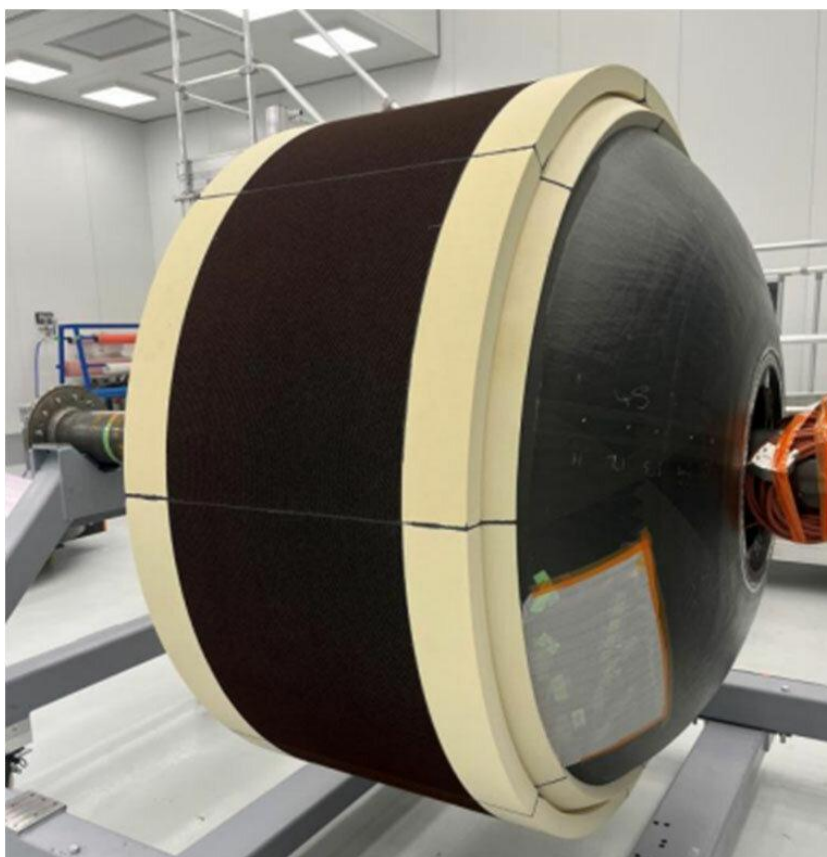
Результатом подальших досліджень компанії було створення кріогенного паливного баку із композиційних матеріалів діаметром 5.5 метрів (рис. 2). Для його творення застосовували аналогічний метод виготовлення, але беручи до уваги істотні розміри конструкції, технологію поділили на кілька етапів.



**Рисунок 2 – Кріогенний паливний бак компанії Boeing**

Його унікальною особливістю є суцільний силовий корпус - оболонку з повітряним контуром, що переходить в шпангоут. Тому перший етап – це створення герметичної силової оболонки, другий - окреме формування силових сегментів панелей і їх укладка (приклеювання) до поверхні силової оболонки, і як третій, завершальний – їх з'єднання та посилення зовнішньою оболонкою зв'язку. При виготовленні цього кріогенного паливного баку із композиційних матеріалів також застосовували розбірну каркасну оправку і комбінацію з автоматизованим процесом укладки препрегу.

Окремо слід відмітити досягнення компанії Боїнг в створенні кріогенних водневих паливних баків [3]. Їх застосування в складі орбітальних транспортних засобів довготривалого базування поставило ставить основним критерієм найменшу масу конструкції в поєднанні з виконанням умов температурного захисту кріогенного компонента палива апарату. Повної інформації щодо його конструкції немає, але з наявних матеріалів можна зробити висновок, що корпус композитний з багатошарковою теплоізоляцією (рис. 3), а конструкція оправки аналогічна з попередніми розробками – розбірна, пустотіло-каркасна.



**Рисунок 3 – Кріогенний паливний бак для рідкого водню**

Наймасштабніший результат в розробці, створенні та випробуваннях досягла американська компанія SpaceX, представивши у 2021 році найбільший на теперішній час композитний кріогенний паливний бак із вуглепластику[4]. Його діаметр складає 18 метрів. (рис. 4).



**Рисунок 4 – Кріогенний паливний бак із вуглепластику компанії SpaceX**

Конструкція створеного композитного паливного баку - поперечно склеєна з двох сформованих половин з конструктивним підсиленням цих зон. Технологія формування напівоболонки - автоматизована укладка стрічки (ATL), як найбільш продуктивна при створенні деталей такого розміру та форми. Із опублікованих параметрів відомо, що паливний бак може вміщувати 1200 тон рідкого кисню, а при випробуваннях надлишковим тиском рідкого азоту був зруйнований (рис. 5).



**Рисунок 5 – Випробування кріогенного композитного паливного баку компанії SpaceX**



Створена та випробувана компанією SpaceX конструкція несла дослідний характер, про що свідчить відсутність шпангоутів та теплоізоляції. Практичне значення і подальший розвиток поки що не знайшла, вочевидь з економічних обґрунтувань, але підтвердила можливість застосування конструкційних вуглепластиків при створенні великогабаритних криогенних конструкцій ракетно-космічної техніки.

Великий інтерес представляє конструктивне виконання технологічного оснащення, що було виготовлено для формування паливного баку (рис. 6).



**Рисунок 6 – Конструкція технологічної оснастки для виготовлення корпусу паливного баку із вуглепластику.**

Представлена конструкція складає каркасну ферменну оболонку подвійної кривизни діаметром 18 м та довжиною приблизно 26 метрів а метод формування на ній - автоматизована укладка стрічки (ATL). Створена оправка не була використана, але факт її реалізації підтверджує можливість застосування вибраних технологій для виготовлення великогабаритних конструкцій із композиційних матеріалів.

Також активно займається реалізацією аналогічної конструкції компанія Rocket Lab (Велика Британія) при створенні ракети-носія Neutron [5]. В 2024 році компанія представила завершений перший повномасштабний вуглепластиковий композитний резервуар, виготовлений із застосуванням передових методів виробництва (рис. 7).



**Рисунок 7 – Вуглепластиковий паливний відсік ракети Neutron**

Виготовлений експериментальний вуглепластиковий паливний відсік зараз проходить серію структурних випробувань. При його створенні елементи склалися з великогабаритних сегментів, з наступним підкріпленням зовнішньою оболонкою зв'язку. Одну із таких деталей, зовнішнє днище баку окислювача показано на рис. 8.



**Рисунок 8 – Процес створення паливного баку компанії Rocket Lab**

З огляду на досвід компанії Rocket Lab в створенні ракета носія легкого класу Electron із композиційних матеріалів, перспектива їх успіху висока і прийняті ними конструктивно-технологічні рішення будуть нести передовий характер.

Таким чином, проведений аналіз світового досвіду сучасного стану розробок кріогенних конструкцій ракетно-космічної техніки із полімерних композиційних матеріалів показав можливість та реалізацію в розробках та дослідженнях. Створені конструкції знайшли як практичне застосування у складі ракет-носіїв і космічних апаратів, так і несли дослідний характер для підтвердження можливості застосування сучасних технологій.

### ***Висновки***

1. Досліджено сучасний стан розробок кріогенних конструкцій ракетно космічної техніки із полімерних композиційних матеріалів.
2. Розглянуто перспективні і дослідні зразки провідних світових компаній, а також визначено тенденцію розвитку технологій їх створення.
3. Встановлено перспективний напрям розвитку кріогенних конструкцій ракетно космічної техніки із полімерних композиційних матеріалів.

### ***Посилання***

1. Т.А. Манько, А.В. Литот. Композитные топливные баки в современном ракетостроении. Збірник матеріалів ІІ Міжнародної конференції «Інноваційні технології в науці і освіті. Європейський досвід. 2018. С. 352-355.
2. [JEFF SLOAN](https://www.compositesworld.com/articles/atl-and-afp-defining-the-megatrends-in-composite-aerostructures) ATL and AFP: Defining the megatrends in composite aerostructures [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.compositesworld.com/articles/atl-and-afp-defining-the-megatrends-in-composite-aerostructures>
3. Successful composite cryotank trials mark an important leap in materials technology for space applications and sustainable aviation. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.boeing.com/features/2022/02/performing-under-pressure>
4. [Mike Wall](https://www.space.com/34759-spacex-mars-spaceship-fuel-tank-test.html). SpaceX Tests Huge Fuel Tank for Mars Colony Spaceship. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.space.com/34759-spacex-mars-spaceship-fuel-tank-test.html>
5. First full-scale carbon composite tank built using advanced manufacturing methods. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rocketlabusa.com/launch/neutron/>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ В СТАЛІ ТИПУ Р6М5

*Канд. техн. наук О.В. Мовчан, доц., канд. техн. наук К.О. Чорноіваненко  
Український державний університет науки і технологій  
м. Дніпро, Україна*

**Вступ.** У галузі виробництва інструментальних сталей є необхідність вдосконалювати технологію виробництва сталей, розробляти нові склади сталей, прискорено впроваджувати в металургійну галузь наукові розробки. Частиною цих розробок є дослідження та виробництво швидкорізальних сталей зі зниженим вмістом вуглецю.

Зниження вмісту вуглецю в швидкорізальних сталях до 0,1...0,3 % збільшує пластичність у гарячому та холодному стані. Особливий інтерес представляє можливість прокатувати швидкорізальні сталі в холодному стані. Це призвело до розробки технології виробництва ріжучого інструменту, у тому числі машинних полотен ножівок по металу з низьковуглецевою холоднокатаної стрічки.

Для досягнення на поверхні інструменту необхідних експлуатаційних властивостей додатково застосовують хіміко-термічну обробку [1...4]. Висока пластичність низьковуглецевих сталей у холодному стані дає можливість управління структурою термічною обробкою при їх підготовці до подальшого науглецювання.

Необхідні експлуатаційні характеристики металообробного інструменту з швидкорізальних марок сталей забезпечуються комплексним легуванням сильними карбідоутворюючими елементами (W, Mo, V, Cr). Вони ж дають високу стійкість структур за тривалого термічного впливу на інструмент. Знайти резерв стабільності структур швидкорізальних сталей залежно від хімічного складу та тривалості термічного впливу представляє науковий та практичний інтерес.

Однак це завдання вирішується непросто. У стандартних швидкорізальних сталях у процесі кристалізації виливків формується карбідна неоднорідність: з'являється сітка аустенітно-карбідної евтектики та внутрішні карбіди різного розміру. Форму та кількість евтектики визначає хімічний склад та умови кристалізації. У вольфрамових швидкорізальних сталях евтектика має характерну «скелетоподібну» будову. При підвищенні вмісту Mo або V евтектика стає більш тонкої будови та «віялоподібної» форми. Збільшення швидкості кристалізації призводить до тоншої будови евтектики.

Поряд з тим, що легуючі елементи надають позитивний вплив на експлуатаційні властивості, їх присутність знижує пластичність швидкорізальних сталей і виникають труднощі при їх деформуванні.



В даний час існують різні технологічні процеси виготовлення, спрямовані на економію дефіцитних легуючих елементів і поліпшення структури швидкорізальних сталей.

Метод порошкової металургії полягає у розпиленні розплаву в порошок, концентруванні його за допомогою гарячого ізостатичного пресування з подальшою деформацією. Метод дає можливість розробки нових складів сталей, які не можуть бути отримані за традиційною технологією через низьку пластичність [5]. Стійкість різців з порошкової швидкорізальної сталі P18 приблизно в 1,5-2 рази перевищує показники стійкості для серійного інструменту з металу аналогічного складу [6]. Однак для здійснення такої технології необхідні великі витрати на капітальне будівництво, сталь та інструмент з неї виходить дорогою, сортамент інструменту, що випускається, обмежений.

Застосовують також економне легування швидкорізальних сталей. Однак воно не дає значної економії легуючих елементів у зв'язку зі зниженням стійкості металообробного інструменту.

Одним із перспективних технологічних процесів є виробництво швидкорізальних сталей шляхом хіміко-термічної обробки. Сталь виплавляються з низьким вмістом вуглецю (0,1...0,3 %C). Після виробництва прокату виготовляють інструмент та піддають його науглецюванню. Технологія відповідає задачі економної витрати дорогих легуючих елементів та підвищення пластичності металу та інструменту.

Переваги виготовлення машинних ножівочних полотен із холоднокатаної стрічки виявляються у сфері металургійного виробництва, у сфері споживання металу в інструментальній промисловості та у сфері використання цих виробів (машинобудування, металообробка). Цей технологічний процес порівняно з відомим більш технологічний. При розливанні сталі можна збільшити вагу злитків, замість кування застосовують прокатку з одного підігріву з меншою кількістю перепусток, без особливих труднощів переводити холоднокатаний лист у стрічку, що призведе до збільшення виходу придатного, економії дефіцитних легуючих елементів. Машинні ножівкові полотна замість листа можна виготовляти із мірної по товщині та ширині стрічки. При поставці рулонної стрічки можна організувати автоматне, безперервне нарізування і розведення зубів, також штампування радіусу і отворів, замість ручного розкрою і роздільного виконання технологічних операцій.

**Метою роботи** є з'ясування природи нової структурної складової, що утворюється при тепловому вакуумному травленні.

**Матеріал та методики дослідження.** Матеріалом для дослідження послужила сталь типу P6M5 з низьким вмістом вуглецю (таблиця 1). Початковий стан матеріалу - гарячекатаний прут.

**Таблиця 1 - Хімічний склад досліджуваної сталі**

Сталь	C, %	Si, %	S, %	Mn, %	Cr, %	W, %	Mo, %	V, %	Ni, %
02P6M5	0,12	0,26	0,015	0,23	4,33	6,48	5,26	1,90	0,17

Для низьковуглецевої сталі типу P6M5 балу розроблено спеціальну методику травлення, що дозволяє отримувати об'ємне зображення структурних складових. Після необхідної термічної обробки ретельно виготовляли шліф (без хімічного травлення). Потім проводили теплове вакуумне травлення при температурі попереднього відпалу 1100 °C протягом 3 годин у спеціально сконструйованій установці. В результаті на поверхні шліфу сформувався мікрорельєф.

Після тривалого відпалу і теплового вакуумного травлення вивчали структуру щодо її повторюваності і закономірності розташування структурних складових у межах зерна на мікроскопі «Неофот-21» з інтерференційною приставкою, що дає змогу отримувати об'ємне зображення структурних складових.

В роботі застосовували спосіб зіставлення структур із застосуванням зішліфовок. Він дає можливість аналізувати збереження орієнтації та геометричної конфігурації нових структурних складових. На мікроскопі «Неофот-21» проводили фотографування досліджуваного мікрооб'єкта. Потім зішліфовувалася найтонший шар близько 1 мкм з поверхні шліфу до усунення об'ємного ефекту, який було отримано після вакуумного травлення. Потім повторювали теплове вакуумне травлення та фотографування. Мікроструктури до та після зішліфовування зіставляли між собою.

Локальний мікрорентгеноспектральний аналіз проводили на мікроаналізаторі «Самека» на спеціально підготовлених зразках із сталі типу P6M5 за методом «у точці».

**Результати досліджень та їх обговорення.** При проведенні тривалого відпалу та теплового вакуумного травлення сталі типу P6M5 була виявлена незвичайна структурна складова, що періодично повторюється в матриці і має характерну форму, що нагадує форму «пір'я» і «пелюсток» (рисунк 1). Мікроструктура показує, що «пір'я» і «пелюстки» можуть розташовуватися як у матриці, так і поблизу карбідів. Ефект утворення таких структур проявляється регулярно після теплового вакуумного травлення при температурі 1100 °C протягом 3-4 годин.

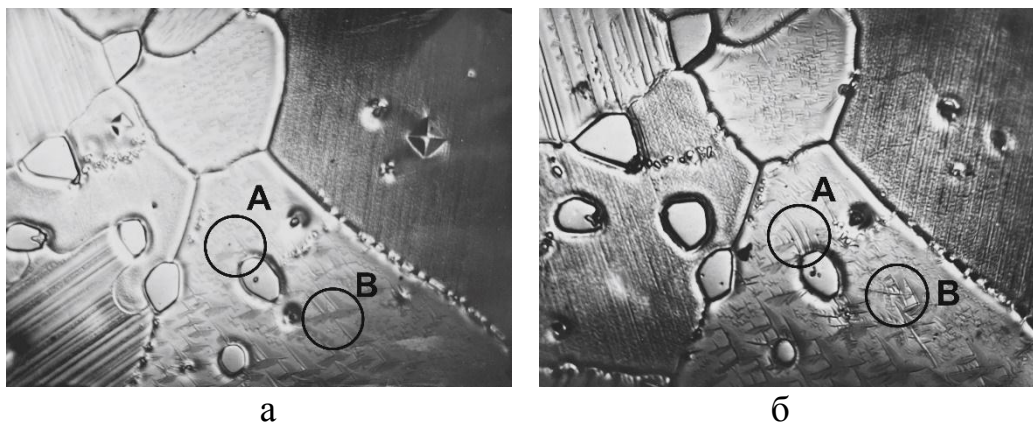
Були висунуті дві гіпотези природи формування подібної структури: перша полягає в дифузійному переносі та осадженні домішок сталі на поверхні шліфу в процесі вакуумного травлення; друга пов'язана з об'ємною дифузією елементів та утворенням мікрооб'єктів, відмінних за хімічним складом від матриці. І в тому і в іншому випадку ефект пояснюється хімічною неоднорідністю.

Розподіл фігур травлення по зернах сталі нерівномірний: є зерна, у яких ці фігури відсутні, і поруч розташовані зерна з високою щільністю виявлених фігур. У межах зерна фігура термічного травлення «пір'я» і «пелюстки» виявляється однотипною за своєю геометрією: зберігається характер, повторюваність та спрямованість.



**Рисунок 1 – Мікроструктура сталі типу P6M5 після тривалого відпалу та теплового вакуумного травлення, x1000**

Стабільність та повторюваність структурних складових обґрунтовували за допомогою зішліфовок. Спочатку проводили теплове вакуумне травлення зразка. Після зішліфовок форма, розташування, спрямованість у межах зерна, конфігурація фігур травлення зберігається, змінюється їх розгалуженість. Це слідує з порівняння елементів структури (рисунок 2). З мікроструктур видно, що мікрооб'єкти, що досліджуються, з характерною структурною складовою носять не випадковий, а закономірний характер за даних умов обробки. Зберігається орієнтація та геометрична конфігурація «пір'я» і «пелюсток».

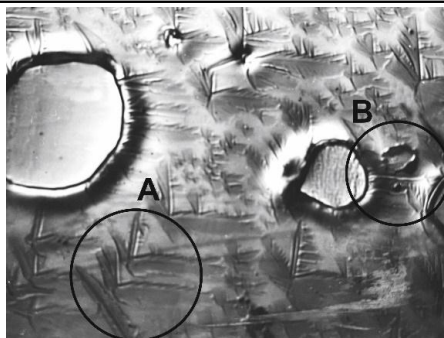


**Рисунок 2 – Мікроструктура сталі типу P6M5 після теплового вакуумного травлення:**

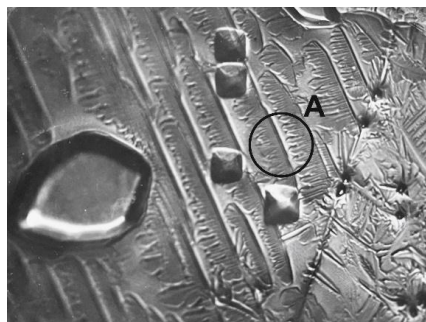
а – до зішліфовок; б - після зішліфовок, x 400

Мікроструктурний аналіз окремих мікрооб'єктів показав, що структурна складова «пір'я» і «пелюсток» з'являється безпосередньо в матриці та навколо карбідів (рисунок 3).

Визначення механічних характеристик «пір'я» та матриці біля нього показало, що мікротвердість «пір'я» вище мікротвердості матриці (рисунок 4). Це наштотує на припущення, що сприяють формуванню структури «пір'я» дефіцит або надлишок легуючих елементів, що входять до складу сталі типу P6M5.



**Рисунок 3 – Розташування «пелюсток» в матриці А і навколо карбідів В, x400**



**Рисунок 4 – Визначення механічних характеристик «пір'я», x1000**

В армко-залізі за тих самих умов обробки не виявляються досліджувані структурні складові (рисунок 5, а). Для виключення впливу легуючих елементів, що входять до складу сталі типу Р6М5, проводили вивчення подвійних сплавів. Подвійні сплави мали різний вміст легуючого елемента: Fe-Cr (17%, 32%), Fe-W (5,68%, 11,6%) та Fe-Mo (3,05%) (рисунок 5 б-е). Мікроструктурний аналіз показав, що кожен з легуючих елементів при певному його вмісті не сприяє формуванню структури «пір'я».

З літературних джерел відомо, що витримка зразків при нагріванні у вакуумі призводить до появи на шліфі досить складного рельєфу, який можна поділити на дві основні групи:

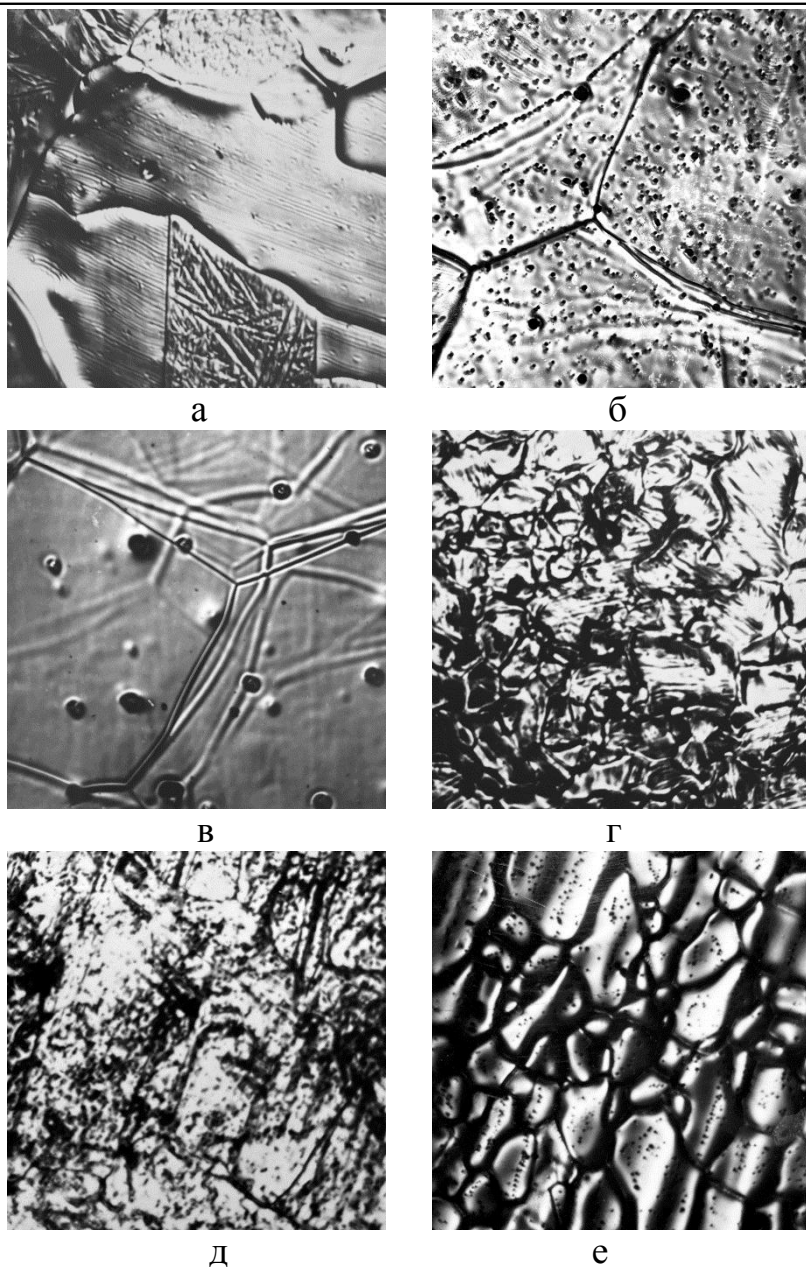
1) елементи рельєфу обумовлені кінетикою випаровування і не пов'язані з тонкою структурою зерен (цими елементами є ступені і тонкі канавки, що формуються за певними кристалографічними напрямками);

2) фігури термічного травлення, що відображають внутрішню структуру зерен [7].

Ефект термічного травлення полягає у виявленні будови металів та сплавів внаслідок вибіркового випаровування у вакуумі за досить високих температур.

З цією метою проводився кількісний аналіз типових елементів структури, умовно позначені як матриця; «пелюстки» (див. рис. 3); «пір'я» (див. рис. 4).

Мікрорентгеноспектральний аналіз показав (таблиця 2), що в більш витравлених мікроділянках, позначених як «пелюстки» і особливо в «пір'ї» знижується вміст Fe (в основному) і декілька знижується вміст Cr, натомість вміст Mo, W і V зростає в порівнянні з ділянками, що не витравилися, ідентифікованими як матриця.



**Рисунок 5 – Мікроструктури армко-заліза (а) та подвійних сплавів (б – Fe-17 % Cr, в – Fe-32% Cr, г – Fe-5,68 % W, д – Fe-11,6 %W, е – Fe-3,05 %Mo) після теплового вакуумного травлення; x500**

Хімічний склад зерен, описаних як «гладке зерно», знаходиться в інтервалі складів матриці та елементів структури. Звідси можна припустити, що з «гладкого зерна» отримано усереднений результат, т.к. малюнок структури у ньому дуже дрібний. Проводився контрольний аналіз цього зразка після зішліфовки верхнього травленого шару (таблиця 3).

Статистична обробка даних показала, що середньоквадратичне відхилення концентрації (див. табл. 3) у нетравленому зразку помітно менше, ніж концентраційні відмінності, виявлені між структурними елементами травленого зразка (див. табл. 2).

**Таблиця 2 – Результати кількісного аналізу структурних елементів**

Об'єкт аналізу	Елементи (%)				
	Fe	Cr	Mo	W	V
матриця	84,6	5,4	3,9	4,0	1,7
«пелюстки»	82,2	5,2	4,7	4,8	2,9
«пір'я»	81,1	5,2	4,7	4,8	3,6
«гладке зерно»	82,8	5,3	4,4	4,7	3,0

**Таблиця 3 - Результати мікрорентгеноспектрального аналізу після зішліфовок (нетравлена матриця)**

Об'єкт аналізу	Елементи (%)				
	Fe	Cr	Mo	W	V
матриця	84,6	5,4	3,7	4,1	1,7
середньоквадратичне відхилення	± 0,6	± 0,3	± 0,2	± 0,2	± 0,1

Отже, можна стверджувати, що виявлені концентраційні зміни у зразку, підданому тепловому вакуумному травленню є наслідком травлення і не властиві зразку у вихідному стані.

Процес виявлення структури при виборчому випаровуванні у вакуумі відомий і полягає у тому, що при порівняно низьких температурах, коли тиск парів металів становить частки мм. рт. ст., справжню швидкість випаровування вважатимуться незалежною від присутності навколишнього пара. Отже, швидкість випаровування у високому вакуумі така ж, як у атмосфері насиченої пари.

Особливий інтерес при цьому становить вибіркоче випаровування атомів з поверхні зразка при низькому залишковому тиску і вплив напруг, що виникають при нагріванні та охолодженні внаслідок анізотропії зерен та відмінності коефіцієнтів теплового розширення окремих фаз, які сприяють формуванню різних фігур травлення.

Якщо говорити про чисті метали, то при розрядженні в умовах підвищених температур можливе їх випаровування. Внаслідок цього утворюється мікрорельєф. Чим вища температура і розрідження, то вища швидкість випаровування і, отже, мікрорельєф формується більш виражений. Також впливає, що для хрому температура випаровування починається за більш низьких значень порівняно з іншими елементами. У цьому швидкість випаровування відрізняються мало. Найінтенсивніше відбувається випаровування металу по границям зерен порівняно з усією його поверхнею [8].

Літературні та власні дані дають підставу припустити, що дрібні фігури травлення є наслідком випаровування легуючих елементів з локальних ділянок матриці.

Випаровування відбувається не по всій поверхні, а носить вибіркочий характер, внаслідок прояву хімічної неоднорідності матриці сталі типу Р6М5.



З локальних ділянок матриці насамперед видаляються хром та залізо. Досліджуваний об'єкт відрізняється від відомих тим, що ми маємо справу не з чистим металом, а з комплексом сильних карбідоутворюючих елементів, розташованих у феритній матриці. З цієї причини не можна не враховувати можливі міцні зв'язки вольфраму, молібдену, ванадію, хрому та заліза з вуглецем, особливо в тих випадках, коли вони не тільки розчинені у фериті, а й утворюють карбіди типу М<sub>6</sub>С.

Тому не всі домішки випаровуються як це мало місце в літературі при роздільному дослідженні металів, а видаляються лише залізо і хром. Внаслідок цього мікрообсяги матриці збагачуються ванадієм, молібденом, вольфрамом, що слідує з результатів мікрорентгеноспектрального аналізу.

**Висновки.** Розроблено методу комплексного металографічного та хімічного дослідження для виявлення природи досліджуваних структур, що включає металографічний аналіз, визначення мікро- та макромеханічних характеристик, метод зішліфовок, метод виключення легуючих елементів та локальний мікрорентгеноспектральний аналіз.

У процесі дослідження виявлено регулярну повторюваність (після вакуумного травлення) фігур травлення, відповідність їх геометричних параметрів, характеру розподілу та розмірів.

Метод виключення легуючих елементів показав, що незалежно від вмісту кожного елемента окремо (подвійні сплави) не виявлено схожості з отриманими структурами. Очевидно, формування структур типу «пелюстки» і «пір'я» впливає комплексне легування.

Локальний мікрорентгеноспектральний аналіз показав, що відмінність вмісту легуючого елемента спостерігається лише після вакуумного травлення, тобто на гладкому шліфі до вакуумного травлення відмінності у вмісті легуючих елементів не виявлено. Виявлені структури з'являються лише після вакуумного травлення. Встановлено, що при вакуумному травленні з мікрооб'ємів феритної матриці переважно випаровується хром і залізо, внаслідок чого ці мікрооб'єми збагачуються вольфрамом, ванадієм і молібденом.

### *Посилання*

1. Бунин К. П., Мовчан В. И., Педан Л. Г. Формирование пластинчато-стержневых карбидо-аустенитных колоний при насыщении сплава Fe-W-Cr-V-Моуглеродом // Изв. ВУЗов. Черная металлургия, 1973. №2. С. 123-126.
2. Бунин К. П., Мовчан В. И., Педан Л. Г. Структурообразование при изотермическом науглероживании железных сплавов легированных молибденом и вольфрамом // Изв. АН СССР. Металлы, 1975. №3. С. 164-168.
3. Movchan O. V., Chornoivanenko K. O. Phase and Structural Transformations of High-Carbon Alloy of the Fe-V-C System During Chemical-Thermal Processing and Deformation // Metallophysics and Advanced Technologies, 2019. Vol. 41. No. 2. pp. 251-261.
4. Черноиваненко Е. А., Губенко С. И., Мовчан А. В., Бачурин А. П. Получение композитной структуры в приповерхностном слое инструмента на базе литой



- быстрорежущей стали Р6М5 // Вісник Дніпропетровського університету. Серія: «Ракетно-космічна техніка», 2011. №4. Т. 19. С. 188-192.
5. Ernst I. C., Duh D. ESP4 and TSP4, a comparison of spray formed with powdermetallurgically produced cobalt free high-speed steel of type 6W-5Mo-4V-4Cr // Journal of materials science, 2004. №39. P. 6831-6834.
6. Позняк Л.А. Перспективы применения порошковых быстрорежущих сталей. Порошковые быстрорежущие стали (структура, свойства, технология производства инструмента). К.: «Наукова думка», 1990. С. 5-12.
7. Fischer A., Routzahn A., George S. M., Lill T. Thermal atomic layer etching: A review. *J. Vac. Sci. Technol. A*, 2021. 39 (3). 030801. <https://doi.org/10.1116/6.0000894>
8. Taewook Nam, Troy A. Colleran, Jonathan L. Partridge, Andrew S. Cavanagh, Steven M. George. Thermal Atomic Layer Etching of Molybdenum Using Sequential Oxidation and Deoxychlorination Reactions // Chemistry of Materials, 2024. Vol. 36 (3). P. 1449-1458. <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.3c02606>

## ОСОБЛИВОСТІ ПОВЕДІНКИ НІТРОГЕНУ У ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ Fe–C РОЗПЛАВАХ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА СТРУКТУРУ ВИЛИВКІВ

*Канд. техн. наук, зав. ВФТПМС Л.С. Молчанов,  
докт. техн. наук, ст. наук. співр. ВТОМ А.Ю. Борисенко,  
канд. техн. наук, ст. наук. співр. ВФТПМС Т.С. Голуб  
Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України  
м. Дніпро, Україна*

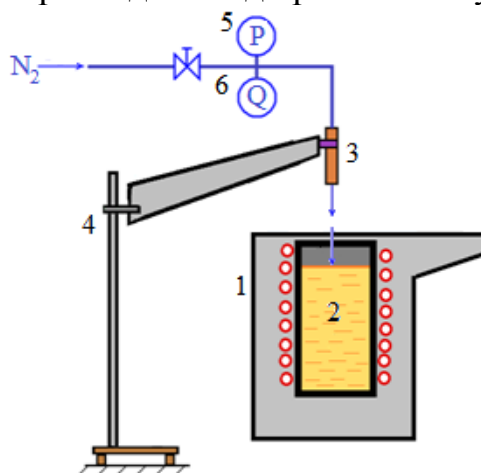
**Постановка проблеми досліджень:** В сучасних умовах світового виробництва металопродукції із сталі та чавуну значно підвищуються вимоги до властивостей Fe–C розплавів, з яких вони виготовлені. Одним з засобів підвищення механічних властивостей сталі та чавуну є проведення їх нітридного зміцнення, ефективність якого на пряму залежить від інтенсивності процесів розчинення нітрогену у розплаві [1–4].

**Аналіз результатів останніх досліджень:** Відомо [5–12], що нітроген розширює  $\gamma$ -ділянку діаграми стану Fe–C, впливаючи на механічні властивості сталей. У зв'язку з цим вплив нітрогену є значно сильнішим, ніж багато інших легуючих елементів. Так легування нітрогеном нержавіючих сталей дозволяє зменшити в них вміст нікелю та марганцю в 1,5–2 рази, а в деяких випадках взагалі виключити ці елементи при одночасному збереженні службових властивостей на одному рівні. Нержавіючі сталі, леговані нітрогеном, перевершують за міцністю, в'язкістю та корозійною стійкістю традиційні нержавіючі сталі. Леговані нітрогеном без нікелеві сталі, що застосовуються в медицині для виготовлення хірургічного інструменту та

імплантатів мають підвищену міцність, зносостійкість і не викликають негативних явищ і алергічних реакцій в людському організмі.

**Постановка завдання дослідження:** Нітроген, як легуючий елемент, відомий досить давно [5–7]. Легування нітрогеном дозволяє загалом підвищити якісні експлуатаційні показники виробів з Fe–C сплавів, які визначаються їх макро- та мікроструктурним складом. При цьому, особливості поведінки нітрогену в високовуглецевих Fe–C розплавах з вмістом вуглецю наближеним до складу чавунів є маловивченим, як і вплив нітрогену на структуру зазначених розплавів після кристалізації виливків. Таким чином метою даного дослідження є вивчення особливості поведінки нітрогену в рідких Fe–C розплавах з вмістом вуглецю наближеним до складу чавунів та його вплив на їх структуру у твердому стані.

**Викладення основного матеріалу дослідження:** Дослідження носило експериментальний характер і проводилося на Fe–C розплавах з застосуванням лабораторної установки спеціальної конструкції (рис. 1). Зазначена установка складалася з індукційної тигельної печі місткістю 1 кг по рідкій сталі, продувного сопла, зафіксованого стаціонарно відносно дзеркала металу.



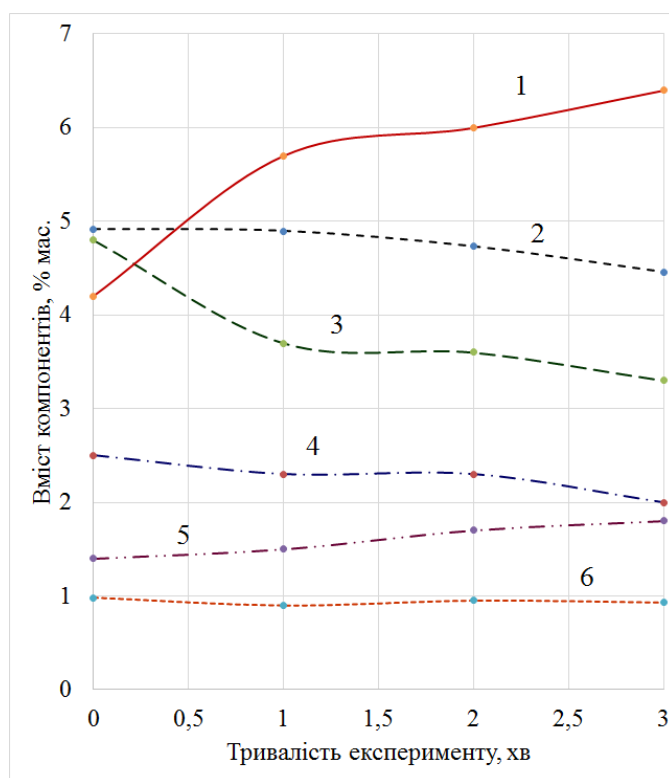
**Рисунок 1 – Схема експериментальної установки для високотемпературних досліджень процесу розчинення нітрогену у Fe–C розплавах:**

1 – індукційний блок печі для плавлення металів та сплавів; 2 – графітовий тигель з Fe–C розплавом; 3 – циліндричне сопло діаметром 4 мм; 4 – кронштейн для кріплення сопла; 5 – манометр; 6 – ротаметр

У якості металошихти для проведення експериментів використовувалася катанка зі сталі 1кп, сертифікована відповідно до ДСТУ 2770-94, яка попередньо було поділена на частини довжиною 10–15 мм. У якості матеріалу для науглецювання використовували нафтовий кокс у кількості 60 г. Плавка здійснювалася у графітовому тиглі (внутрішній діаметр 50 мм, висота 120 мм, товщина стінки 5 мм). Аналіз металу здійснювався шляхом відбору проб протягом плавки, в яких контролювався вміст елементів: вуглецю, марганцю, силіцію, сірки, фосфору та нітрогену. Температурний режим плавки передбачав поступовий нагрів металошихти до температури плавлення, перегрів металу до температури 1680 °С, та витримку протягом 10 хв. Після цього проводилася обробка розплаву

нітрогеном протягом 1 хв. з витратою 30 л/хв.. Було проведено 3 серії обробок нітрогеном.

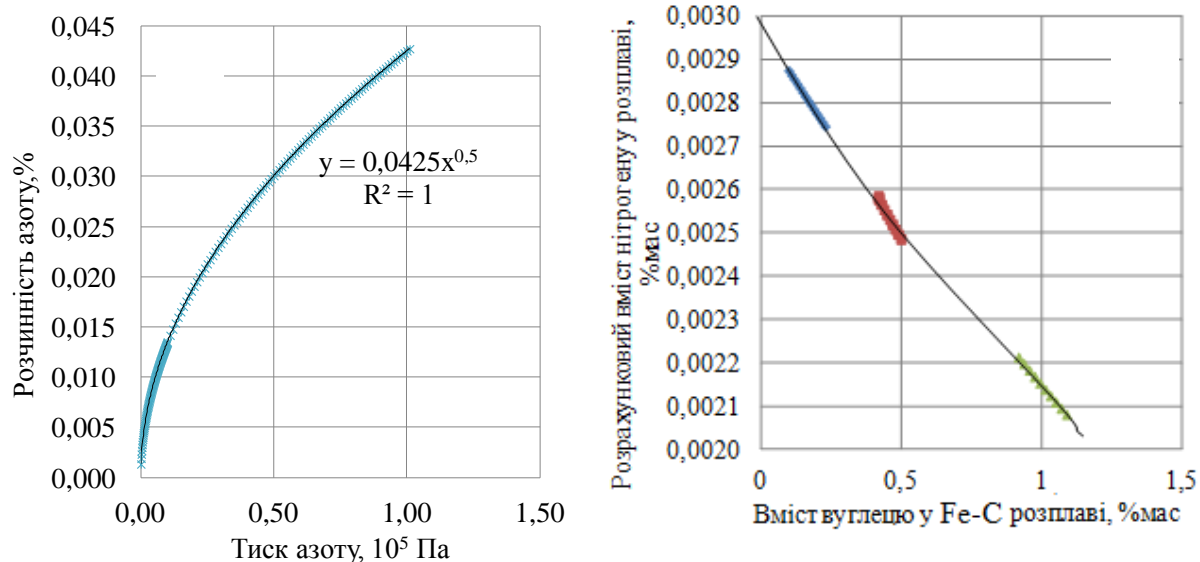
За хімічним аналізом отриманих зразків було побудовано комплексну діаграму зміни хімічного складу Fe–C розплавів з вмістом вуглецю наближеним до складу чавуну для умов насичення газоподібним нітрогеном (рис. 2). Аналіз зміни хімічного складу показав, що в процесі плавлення вихідної металошихти відбувається зростання вмісту вуглецю, що обумовлено взаємодією рідкого металевого розплаву з матеріалом тиглю та матеріалом для науглецювання. Відповідно до отриманих даних встановлено, що зміна вмісту нітрогену у розплаві практично не впливає на поведінку сірки та фосфору. А зміна концентрації вуглецю, кремнію та марганцю знаходиться у зворотній залежності з вмістом нітрогену у розплаві.



**Рисунок 2 – Комплексна діаграма зміни хімічного складу Fe–C розплаву для умов розчинення газоподібного нітрогену:**

1 – вміст нітрогену (на графіку показники концентрації збільшено у 1000 разів);  
 2 – вміст вуглецю; 3 – вміст кремнію (на графіку показники концентрації збільшено у 100 разів); 4 – вміст марганцю (на графіку показники концентрації збільшено у 10 разів); 5 – вміст сірки (на графіку показники концентрації збільшено у 100 разів); 6 – вміст фосфору (на графіку показники концентрації збільшено у 100 разів).

Отримані результати експериментальних досліджень корелюють з результатами раніше проведених термодинамічних розрахунків [13], які показують, що розрахунково можлива концентрація нітрогену при розчиненні у Fe–C розплаві відповідно до тиску газу нітрогену над розплавом має ступеневий характер (рис. 3, а). При цьому, підвищення вмісту вуглецю у Fe–C розплавах значно знижує вміст розчиненого нітрогену (з 0,2 до 1% мас. – у 1,3 рази) (рис. 3, б).



**Рисунок 3 – Залежність кількості розчиненого нітрогену у Fe–С розплаві від початкових умов:**

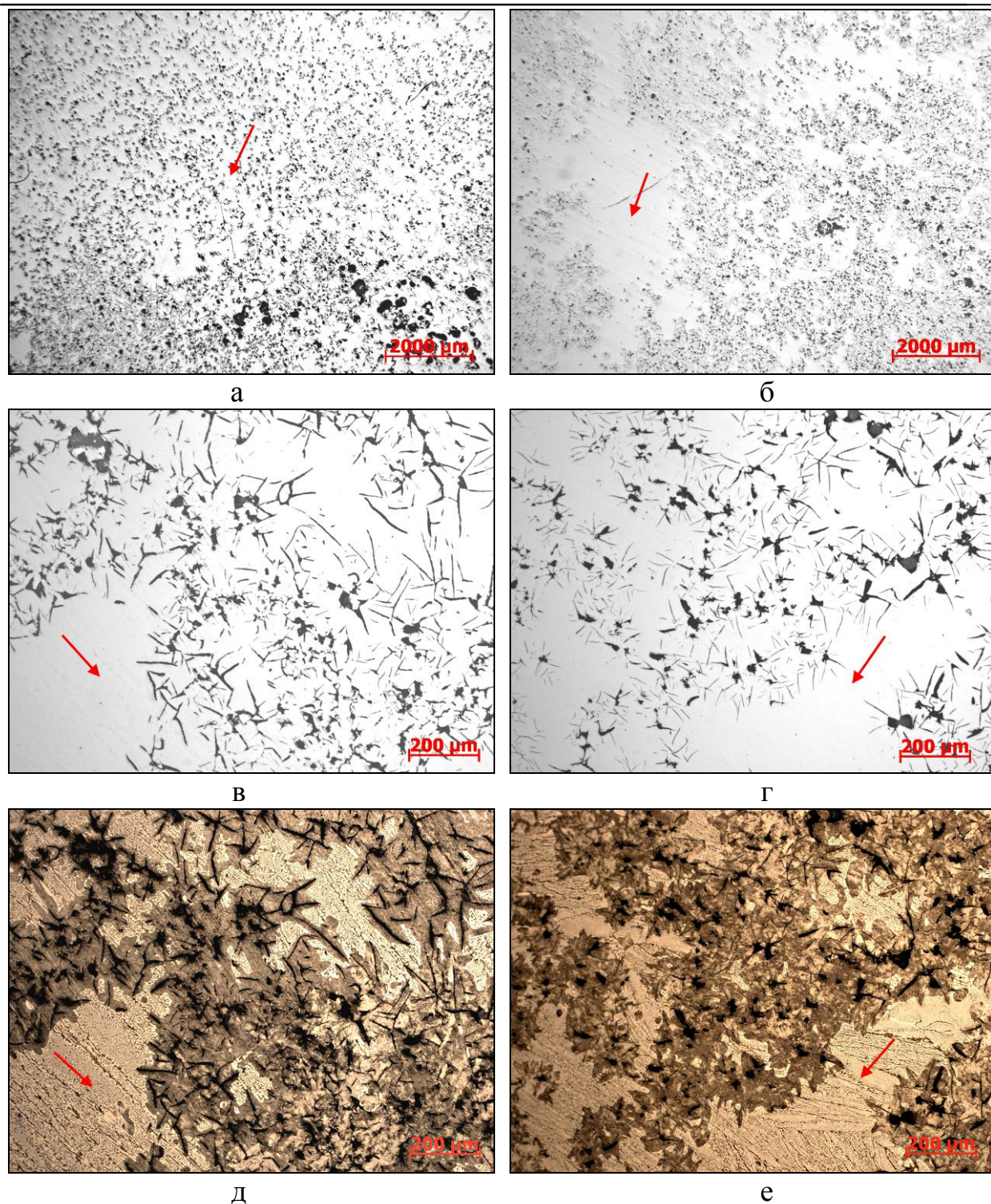
а – від тиску газоподібного нітрогену над розплавом; б – від вмісту вуглецю у трьох типах Fe–С розплавів [13]

З метою визначення впливу нітрогену на зміну властивостей Fe–С розплавів з вмістом вуглецю наближеним до складу чавунів було проведено металографічне дослідження зразків отриманих з них виливків. Мікроструктура виливків відповідає мікроструктурі половинчастих чавунів із приблизно (за візуальною оцінкою) однаковою кількістю пластинчастого графіту та ледебуриту. На рис. 4 наведено фотографії мікроструктур зразків з різним вмістом вуглецю та азоту.

Мікроструктурні дослідження показують, що підвищення вмісту азоту (при зменшенні вуглецю) призводить до зниження рівномірності розподілу графіту і ледебуриту. У зразках з 0,0042% N (рис. 4, а) та з 0,0057% N розподіл ледебуриту навколо включень графіту більш рівномірний, тоді як у зразку з 0,0064% N (рис. 4, б) і з 0,0067% N спостерігаються великі області ледебуриту вільні від графітних включень.

Особливістю отриманих зразків є те, що в їх структурі при практично евтектичній (4,26–4,30% [14]) концентрації вуглецю та найбільшому вмісті азоту (0,0067%) утворюються протяжні та розгалужені дендрити аустеніту (рис. 5, а), в яких розташовується графіт. Існування дендритів аустеніту – структурна ознака доевтектичних чавунів. Зменшення концентрації азоту в чавуні до 0,0042% призводить до значного зменшення кількості та розгалуженості дендритів аустеніту (рис. 5, б). Утворення дендритів аустеніту в чавунах евтектичного і тим більше в заевтектичного складу за вмістом вуглецю, згідно з діаграмою фазової рівноваги системи Fe–С, не повинно бути [14]. Особливість цих дендритів у тому, що в них, на відміну типових дендритів первинного аустеніту доевтектичних чавунів, утворюється графіт.



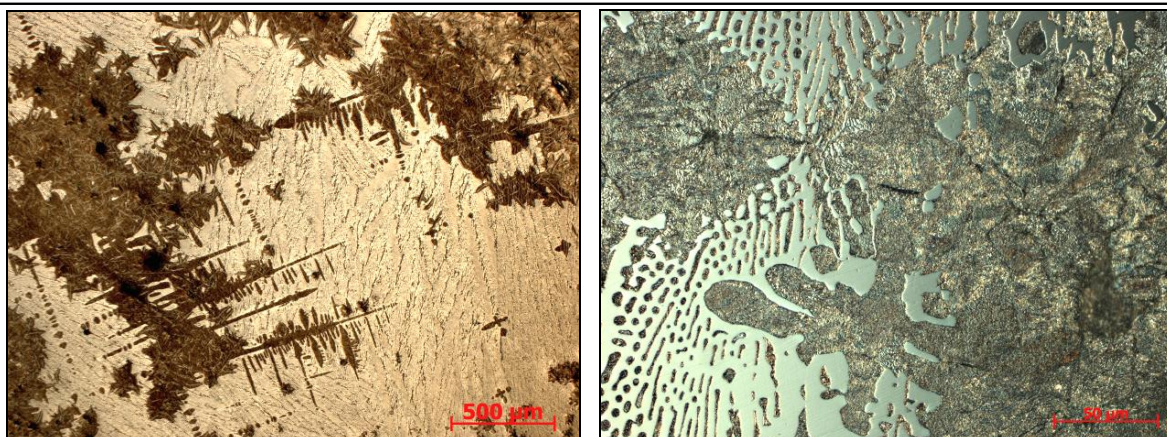


**Рисунок 4 – Мікроструктура виливків із синтетичного чавуну:**

а, в, д – 4,91% С та 0,0042% N; б, г, е – 4,46% С та 0,0064% N; а – г – не травлено; д, е – ті ж місця, що на рис. в, г, але травлено в 5% HNO<sub>3</sub>; стрілками показані місця розташування ледебуриду утворених за найближчих умов охолодження виливків

Для з'ясування причин виявленого впливу азоту на структуру отриманих за походженням синтетичних чавунів необхідне проведення подальших досліджень.





а

б

**Рисунок 5 – Мікроструктура виливків із синтетичного чавуну:**

а, в, д – 4,40% С та 0,0067% N; б, г, е – 4,91% С та 0,0042% N (травлено в 5% HNO<sub>3</sub>)

**Висновки**

Проведено високотемпературне дослідження розчинення нітрогену у Fe–C розплавах з високим вмістом вуглецю та його впливу на структуру зразків у твердому стані.

1. Стосовно механізмів розчинення нітрогену у Fe–C розплаві з високим вмістом вуглецю встановлено, що вміст нітрогену знаходиться у зворотній залежності від вмісту марганцю, кремнію та вуглецю. При чому найбільшу кореляцію має залежність між нітрогеном та кремнієм.

2. Встановлено зворотну кореляційну залежність між вмістом вуглецю та кількістю засвоюваного нітрогену в синтетичних заевтектичних чавунах.

3. Підвищення вмісту нітрогену в синтетичних заевтектичних половинчастих чавунах призводить до формування нерівномірної розподіленої графіто-ледебуритної структури.

4. Підвищення концентрації нітрогену в заевтектичних чавунах сприяє утворенню дендритів аустеніту та кристалізації в них пластинчастого графіту.

**Посилання**

1. H. Hänninen, J. Romu, R. Ilola, J. Tervo, and A. Laitinen Effects of processing and manufacturing of high nitrogen-containing stainless steels on their mechanical, corrosion and wear properties: J. Mater. Process. Technol., 2001, vol. 117, pp. 424–30. DOI:10.1016/S0924-0136(01)00804-4
2. Jyrki Pitkala , Lauri Holappa , and Ari Jokilaakso A Study of the Effect of Alloying Elements and Temperature on Nitrogen Solubility in Industrial Stainless Steelmaking <https://doi.org/10.1007/s11663-022-02534-1>
3. V. Vishnuh, S. Sudhakar, K. Tamilarasu, P. Prabhakaran , R. Rajasekar Experimental analysys of nitrogen as an alloying element in WC9 grade steel// Arch. Metall. Mater. 62 (2017), 3, 1889-1894 DOI: 10.1515/amm-2017-0286
4. N. Nakamura, T. Tsuchiyama, and S. Takai Effect of structural factors on the mechanical properties of high nitrogen austenitic steels// High Nitrogen Steels'98: Proceedings of the 5th Int. Conf. on High Nitrogen Steels, Tech. Publications Ltd. (1999), pp. 209 – 214.

5. Королев М.Л. Азот как легирующий элемент в стали. - М.: Металлургиздат, 1961. – 264 с.
6. Гудремон Э. Специальные стали. –М.: Металлургия, 1966. – 456 с.
7. Химушин Ф.Ф. Нержавеющие стали. – М.: Металлургиздат, 1967. -799с.
8. Самарин А.М. Замена никеля азотом в жароупорной стали. // Известия АН СССР. ОТН - 1944.- № 1-2.
9. Просвирина В.И., Агапова Н.П. Влияние азота на свойства стали с высоким содержанием хрома. Сб. трудов /ЦНИИТМАШ "Азот в стали" -М.: Машгиз, № 1950.-№29.
10. Рашев Ц.В. Высокоазотистые стали. Металлургия под давлением.- София:- Издательство Болгарской академии наук "Проф. Марин Дринов",1995. -218с.
11. Банних О.А. Блинов В.М. Костина М.В., Малышевский В.А., Рашев Ц.В., Ригина Л.Г., Дымов А.В., Устиновщиков Ю.И. «Высокопрочная коррозионно и износостойкая немагнитная сталь». Патент РФ № 2158319, 2000.
12. Банних О.А., Блинов В.М. Дисперсионно-твердеющие немагнитные ванадий содержащие стали. -М.: Наука, 1980. -192с.
13. Термодинамічний аналіз процесів розчинення нітрогену в залізо-вуглецевому розплаві при різних концентрація домішок/ Голуб Т.С., Молчанов Л.С., Семікін С.І.// Сучасні проблеми металургії.-2023.-№26.-С. 26-37
14. Бунин К.П., Малиночка Я.Н., Таран Ю.Н. Основы металлографии чугуна. – М.: Металлургия, 1969. – 146 с.

## **СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ПРИДНІПРОВСЬКОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНСТРУМЕНТІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ**

*Аспіранти В.В. Нежурін, Я.В. Нежурін,  
докт. екон. наук, проф. Ю.І. Паршин*

*Кафедра інформаційної економіки, підприємництва та фінансів ІННІ  
Запорізький національний університет, Запоріжжя, Україна*

Підприємства металургійного комплексу України є одним з основних у галузі виробництва, яке забезпечує до 90% валютних надходжень, близько 16% від загального обсягу реалізованої промислової продукції та понад 200 тис. робочих місць, що робить їх стратегічно важливими для розвитку економіки. Придніпровський соціально-економічний район займає друге місце в Україні за рівнем розвитку промисловості, яка спирається на власні мінерально-сировинні ресурси, вигідне економіко-географічне положення, висококваліфіковані трудові ресурси. Високий рівень розвитку чорної металургії в районі забезпечують багаті поклади залізних і марганцевих руд (Криворізьке, Марганецьке, Покровське родовища), безпосередня близькість родовищ коксівного вугілля, наявність нерудної металургійної сировини, величезний виробничий і науково-технічний потенціал, кваліфіковані кадри.



Металургія повного циклу представлена великими заводами у Кривому Розі, Дніпрі, Запоріжжі, Кам'янському.

Серед інших металургійних підприємств Придніпров'я особливо виділяються заводи з виробництва труб: найбільший у Європі – Нікопольський Південнотрубний завод (НІКОТЬЮБ), Нижньодніпровський трубопрокатний (НІКОТЬЮБ НТЗ) (м.Дніпро), Новомосковський трубний заводи. КОМІНМЕТ (м.Дніпро), Дніпроспецсталь, Запоріжстад (м.Запоріжжя), найбільші в Україні Запорізький та Нікопольський феросплавні заводи. В той же час, незважаючи на великі обсяги виплавки чавуну, сталі, феросплавів, підприємства суттєво не впливають на світовий ринок і продовжують втрачати свої позиції як на міжнародній арені, так і на внутрішньому ринку через низьке споживання металопродукції всередині країни, що зменшило б залежність від коловань світової кон'юнктури, та недостатній рівень інноваційності.

По даним Bloomberg, експорт металу заводами Придніпров'я знизився у третьому кварталі 2023 року в середньому на 30%, а внутрішній ринок металу дуже слабкий. Саме тому сучасний етап розвитку промисловості України повинен бути пов'язаний з пошуком та переходом на нову модель економічного розвитку, в основу якої покладено використання інтелектуального і творчого потенціалу людської особистості. Щоб країна посіла не останнє місце у глобальній цифровій економіці, особлива увага має приділятися можливостям, які країна має у виробничій, інноваційній сфері та сфері зайнятості. Виробничий сектор країни, підтримка його високого технологічного рівня є стратегічно важливим національним завданням для розвитку економіки, сфери послуг, забезпечення зростання доходів і національного добробуту.

В останні роки ряд відомих міжнародних організацій (Всесвітній економічний форум (ВЕФ), Глобальний інститут McKinsey (McKinsey Global Institute – MGI), Світова організація виробників сталі (Worldsteel)) [1], приділяють значну увагу перспективам розвитку металургії в умовах нової індустріалізації, основою якої є “розумні” (смарт) виробництва, що базуються на використанні найсучасніших діджитал інструментів на всіх етапах виробництва металопродукції – від видобування сировини до її утилізації. Результатом має стати не тільки підвищення ефективності діяльності металургійних підприємств, але й забезпечення сталого розвитку галузі, зростання її екологізації, ресурсоефективності та соціальної захищеності працівників. Це актуалізує визначення перспективних шляхів розвитку вітчизняної металургії в умовах переоцінки проблем, чинників, завдань і перспектив промислового розвитку в Україні та світі в контексті нових викликів, особливо, четвертої промислової революції [2]. Виходячи з цього, цифрова економіка розглядається як основа Четвертої промислової революції, оскільки чітко простежується зміна базової технології.

Сучасний етап промислової революції пов'язаний з розвитком комунікативних Інтернет-технологій, які суттєво змінюють технологію

бізнес-процесів, і отримали назву “цифровізації”. Таким чином, основою Четвертої промислової революції та третьої хвилі глобалізації стала цифрова економіка. Особливістю цифрової економіки сьогодення є її зв’язок з так званою економікою на вимогу (on-demand economy), яка передбачає не продаж товарів, а отримання доступу до них саме в той момент, коли це потрібно. Цифрове поширення (digital spillover) відбувається, коли цифрові технології прискорюють передачу знань, інновацій та підвищують продуктивність усередині компанії через ланцюг поставок галузей промисловості для досягнення стійкого економічного розвитку. За досягнення найбільш складних рівнів цифровізації в економіці відбувається кардинальна трансформація виробничих відносин учасників, результатом якої є об’єднання виробництва і послуг в єдину цифрову систему, в якій:

1) усі елементи економічної системи присутні одночасно у вигляді фізичних об’єктів, продуктів і процесів, а також їх цифрових копій (математичних моделей);

2) усі фізичні об’єкти, продукти і процеси за рахунок наявності цифрової копії та елемента “підключеності (connectivity) стають частиною інтегрованої ІТ-системи;

3) через наявність цифрових копій (математичних моделей) і будучи частиною єдиної системи всі елементи економічної системи безперервно взаємодіють між собою в режимі, близькому до реального часу, моделюють реальні процеси, забезпечують постійну оптимізацію всієї системи[3].

Виділяють такі основні складові цифрової економіки:

1) сектор інформаційно-комунікаційних технологій, інфраструктура електронного бізнесу (e-business infrastructure),

2) цифрове виробництво та електронний бізнес, зокрема, промисловість, тобто процеси організації бізнесу з використанням комп’ютерних мереж;

3) електронна торгівля, тобто Інтернет-продажі товарів.

Особливості цифровізації національної економіки є предметом досліджень українських науковців, зокрема [4] визначається, що однією з ключових характеристик цифрової економіки є те, що вона безпосередньо пов’язана з традиційною економікою, надаючи доступ до необхідних товарів і послуг, коли вони потрібні. Перевагами такого типу економіки є швидше отримання потрібного товару чи послуги, менші витрати для кінцевого споживача за рахунок зменшення кількості посередників. Автори [5] вважають, що цифрова економіка характеризується кількома вимірами реалізації: технологічним, економічним, соціальним і політичним, причому ключовими ознаками цифрової економіки є: цифровізація фінансового сектору; хмарні технології; цифрова ідентифікація; глобалізація суспільства; онлайн-бізнес-процеси; виробництво альтернативної енергетики; технології з доданою вартістю; цифровізація соціального життя та управління; нові економічні відносини; штучний інтелект; автоматизація Інтернету речей; цифрові бізнес-моделі та платформи; споживчі інформаційні технології.

У [6] стверджується, що цифрова економіка передбачає зміну способу ведення бізнесу та використання інформаційних технологій у різних сферах життя. До ключових технологій цифрової трансформації економіки належать розробка та використання цифрового моделювання технологічних процесів, адаптивних 3D-технологій, електронного документообігу та управління (GovTech), використання математичного моделювання. В роботі [7] стверджується, що важливою особливістю процесу цифрової трансформації української економіки є також те, що ступінь використання інформаційних технологій у різних галузях економіки неоднаковий.

Найвищий рівень використання інформаційних технологій має місце на вітчизняних підприємствах, що надають фінансові та освітні послуги, послуги зв'язку, логістики. Водночас у деяких секторах економіки інтенсивність автоматизації, роботизації та використання цифрових технологій є дуже низькою і, якщо найближчим часом рівень автоматизації, роботизації та використання інформаційних технологій у всіх галузях економіки залишиться незмінним, це суттєво вплине на ефективність вітчизняних підприємств через показники продуктивності праці, виробництва та реалізації продукції. Тому головним стратегічним завданням для вітчизняних підприємств є впровадження інноваційних інформаційних технологій, які забезпечуватимуть їх конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринках. Широке коло питань діяльності підприємств української металургії з врахуванням державної промислової політики у галузі протягом багатьох років наведено у роботах [8,9].

Ключовою перевагою цифрової економіки перед традиційною є реалізація можливості автоматичного управління всією системою (або окремими компонентами), а також її практично необмежене масштабування без втрати ефективності, що дозволяє значно підвищувати ефективність управління економікою (господарською діяльністю і ресурсами країни в різних галузях) на мікро- та макрорівнях.

Водночас бракує актуальних досліджень напрямів основних перетворень у галузі в умовах четвертої промислової революції і системної кризи в діяльності вітчизняної металургійної промисловості, зокрема, стосовно основних металургійних підприємств Придніпровського промислового регіону. Крім цього, питання цифровізації економіки України з огляду на сучасні євроінтеграційні процеси є недостатньо вивченими і потребують проведення більш ґрунтовного аналізу.

Таким чином, **метою роботи** є аналіз особливостей впровадження принципів цифрової економіки у виробничій, економічній і соціальній сферах діяльності металургійних підприємств, зокрема, металургійного комплексу Придніпровського регіону, порівняно із світовими лідерами для визначення напрямів використання сучасних цифрових технологій.

Для виявлення особливостей цифровізації металургійного комплексу України доцільно проаналізувати ключові проблеми, з якими стикається галузь на шляху до розвитку цифрової економіки, її сучасного стану, місця й

ролі металургійної промисловості в українській економіці та на глобальному ринку. Металургія, з одного боку, залишається одним з основних видів промислової діяльності, що робить її стратегічно важливою для майбутнього розвитку вітчизняної економіки. В той же час галузь відрізняється високим рівнем ресурсомісткості виробництва і низьким рівнем його екологічності. На металургію припадає понад 25% викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, тоді як витрати на охорону навколишнього середовища займають лише 15% їх загального обсягу. [10].

Металургійна промисловість споживає більш як 20% усієї електричної та понад 25% теплової енергії, матеріальні витрати і витрати на оплату використаних у виробництві послуг становлять майже 90%. Це підштовхує галузь до рішучих змін і гостро ставить перед нею завдання підвищення ефективності, в першу чергу, технології виробництва. Однак, незважаючи на досить великі обсяги виробництва металу, частка української металургії у глобальному обсязі виплавки сталі є невеликою і становить менш ніж 1,5%, що свідчить про досить низьку спроможність впливати на світовий ринок. За загальними обсягами експорту металопродукції, наприклад, у 2017 р. Україна посідала 11-те місце та 4-те – як нетто-експортер сталевих виробів, проте такі досягнення роблять металургію вразливою і залежною від коливань світової економіки [2]. Як стверджують автори [2], у довоєнний період до найбільших проблем розвитку металургійної галузі України на засадах цифровізації можна віднести:

– нерозвинутість внутрішнього ринку: частка України у світовому обсязі споживання готової металопродукції у 2017 р. становила лише 0,3%, зменшившись майже у три рази порівняно з докризовим періодом 2000–2007 рр.. Це заважає розвитку галузей, які споживають метал і виробляють готову продукцію з більшою доданою вартістю. Саме наднизький рівень металоспоживання, а не наявність великого обсягу надлишкових потужностей виробництва є головною причиною надвиробництва металу в Україні; наприклад, розрив між виправкою сталі та її споживанням на внутрішньому ринку у 2017 р. становив 78,9%, або 16,8 млн. т, дещо знизившись порівняно з попередніми роками на фоні практично незмінного обсягу споживання металопродукції. Це свідчить про те, що продукція не затребувана на внутрішньому ринку, наслідком чого є життєва необхідність її експорту, що ставить галузь у залежність від зовнішніх ринків збуту;

– низький інноваційний рівень металургійної галузі та економіки України в цілому: за даними 2019 р. Bloomberg Innovation Index, Україна втратила сім позицій порівняно з попереднім результатом, посівши 53-тє місце серед 95 аналізованих країн [11]; тобто за рівнем готовності до виробництва в умовах четвертої промислової революції Україна належить до країн, у яких воно тільки зароджується (nascent countries), і займає 43-тю сходинку із 100 за показником діючої структури виробництва (structure of production) та 63-тю – за показником драйверів виробництва (drivers of production); найгірший результат спостерігається в рівні розвитку

інституційного середовища (driver: institutional framework) – 94-та сходи́нка[12].

Загальне відставання України за рівнем інноваційного розвитку негативно позначається на інноваційній активності металургійної галузі: у 2017 р. менш як 20% металургійних підприємств проводили інноваційну діяльність, на які припадало приблизно 10% у загальному обсягу витрат на інноваційну діяльність у промисловості [2].. Серед інноваційно активних підприємств ці процеси впроваджували менш ніж 75% компаній, у тому числі маловідходні та ресурсозберігаючі – лише 45%, трохи більше половини впроваджували інноваційні види продукції, зокрема, нові для ринку – тільки 11%. Частка маловідходних і ресурсозберігаючих технологій у загальній кількості впроваджених нових технологічних процесів на металургійних підприємствах становила приблизно 30%. Реалізацію інноваційної продукції здійснювали приблизно 10% металургійних компаній, у тому числі нової для ринку – лише 2,5%. Питома вага інноваційної продукції у загальному обсягу реалізованої металургійної продукції не перевищувала 1% [13].

Через загальне відставання України за рівнем інноваційної активності та негативні тенденції в розвитку металургії процес розробки і впровадження цифровізації у галузі перебуває на початковому етапі порівняно із світовими лідерами етапі. За оцінкою [14], по показникам цифровізації економіки Україна може вважатися типовим представником групи країн, яка позначена як Індустрія 2.0. За підрахунками українських спеціалістів більшість виробничих технологій у державі належать нині до третього та четвертого технологічних укладів, період домінування яких у світі завершився ще у 20 столітті. При чому, розрахунки показали, що цифровізація добре працює в тих країнах, де є високим загальний техніко-технологічний рівень виробництва та створені сприятливі для інновацій інститути. Вплив цифровізації може бути відчутним навіть у державах, що входять до технологій Індустрії 2.0: за умови зростання цифрової економіки України на 10% приріст ВВП потенційно може скласти 1,4%. Однак одержання високих показників приросту ВВП потребує не тільки «підтягування» рівня цифрових технологій, але й технічного оснащення та суспільних інститутів до рівня високорозвинених країн, які домоглися кращих результатів.

У 2019 році Кабінет міністрів України схвалив «Стратегію розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2023 року» щоби змусити бізнес віддавати перевагу тривалим за характером інноваціям[15]. В сучасних умовах, які склалися на світовому ринку металу, значного обсягу профіциту його в Україні, загальної негативної динаміки галузевої діяльності і відставання за ефективністю виробництва від зарубіжних аналогів подальший розвиток підприємств вітчизняної металургійної промисловості має базуватися на таких принципах : пріоритетному розвитку внутрішнього ринку металопродукції, що забезпечить її стабільний збут і зменшить залежність від коливань світової кон'юнктури; інтенсифікації впровадження інноваційних розробок зі створення принципово нових техніко-технологічних

металургійних рішень, що забезпечить внутрішній попит на власні науково-технічні й інноваційні розробки, сприятиме зниженню собівартості продукції за рахунок зменшення ресурсо- та енергоємності на всіх етапах виробництва, підвищенню екологічності виробничого процесу, удосконаленню сортаменту продукції, яка випускається; підготовці фахівців нового покоління, що відрізнятимуться вищим рівнем цифрової культури, будуть здатні до всебічного застосування сучасних цифрових технологій у виробництві і будуть готові до безперервного навчання; що допоможе у визначенні стратегічних цілей і завдань розвитку галузі, поліпшенні інституційних умов взаємодії виробництва з наукою й інвесторами, вирішенні проблеми напрямів розвитку та становлення металургії майбутнього.

Протягом травня 2023 р. в умовах повномасштабного воєнного вторгнення РФ на українську територію в країні тривала діяльність щодо цифрової трансформації економіки на основі впровадження інновацій, оптимізації та переведення інструментів державного регулювання бізнесу в електронну форму, а також інтеграції української інноваційної екосистеми в європейську мережу.

Серед основних процесів варто відзначити такі.

1) У межах підготовки до саміту країн «Великої сімки» Україна взяла участь у засіданні міністрів цифровізації – G7 Digital and Tech Ministers' Meeting 2023, на якому основну увагу приділено принципам управління новими технологіями. З-поміж пріоритетних напрямів обговорення – цифровізація суспільства, забезпечення стійкої цифрової інфраструктури, транскордонне передавання даних, використання штучного інтелекту й виклики у сфері кібербезпеки. У комюніке, підписаному лідерами G7 у Хіросімі 20 травня 2023 р., у частині цифровізації визнано, що цифрові інновації, прискорені новими технологіями та інноваційними моделями управління, здатні розблокувати інклюзивне економічне зростання та сталий розвиток суспільства на засадах прозорості, відкритості, справедливості, неупередженості, конфіденційності та інклюзивності [15].

2) Партнерство України в роботі GovTech-інкубатора ЄС (Govtech4all) та реалізацію трьох пілотних проєктів протягом 2023–2025 рр. для створення нових моделей транскордонного надання цифрових державних послуг.

3) Європейська інноваційна рада надасть 20 млн євро за програмою Seeds of Bravery [17] для розвитку інновацій в Україні. Окрім грантового фінансування передбачено залучити додаткові інвестиції українським стартапам для впровадження інноваційних рішень, що спрямовані на відбудову України та реалізацію проєктів комерціалізації наукових досліджень. Програма *Seeds of Bravery* доповнює поточні ініціативи *European Research Area for Ukraine (ERA4Ukraine)*, *Horizon4Ukraine* та *ERC* для України, а також спеціальну схему стипендій в рамках заходів *Marie Skłodowska Curie Actions (MSCA)* для дослідників- з України.

4) У межах відбору учасників до глобальної програми Start Path Ukraine п'ять українських фінтех-стартапів доєдналися до програми Mastercard Start Path Ukraine і продемонстрували інструменти для активізації фінтех-сектору та масштабування позитивного впливу на вітчизняну економіку. Серед цифрових рішень фінтех-стартапів: автоматизація процесу залучення клієнтів (*Electronic KYC*); автоматизація процесів фінмоніторингу (*AML Point*); комплексне рішення для запуску споживчого кредитування (*Neofin*); створення універсальної платформи для автоматизації бізнес-процесів для малого й середнього бізнесу (*RemOnline*); інноваційне платіжне рішення для підприємців (*Zhabka*).

Впровадження таких нових інструментів цифрової трансформації економіки, окреслених у програмі., продемонструвало важливість: цифрових технологій для подолання вразливостей, спричинених війною; участі бізнес-середовища у відбудові країни.

Найглибше відставання в металургійній галузі спостерігається в частині інвестицій в системи управління і комплексної системи. У цьому аспекті Україна відстає практично у всіх галузях, особливо якщо порівняти з рештою світу. Для металургійних підприємств актуальними є такі завдання з цифровізації.

1) Централізація розрізнених даних (нормативно-довідкова інформація ТМЦ, контрагентів, ціноутворення, груп продукції, людей),

2) Забезпечення чітких комунікацій між підрозділами: як на рівні поточного документообігу, так і на рівні прийняття/узгодження/контролю виконання управлінських рішень.

3) Централізація інформаційних потоків – консолідована звітність.

4) Бізнес-аналітика – аналіз і прогнозування виробничих і комерційних процесів.

5) Автоматизація рутинних технологічних процесів.

Зокрема, основні фонди вітчизняних металургійних підприємств переважно складаються з обладнання радянських часів. А отже, загалом, українську металургію важко назвати високотехнологічної галуззю. На промислових підприємствах України навіть рівень базової автоматизації у середньому не перевищує 50%. Зношеність основних засобів у металургії становить майже 70%. При цьому цей показник загалом по країні – 61%, у промисловості – 66%. Однак у вирішенні цих проблем є певні зрушення. Зокрема, основні проекти компанії «Інтерпайп» у рамках цифровізації:

1) Smart Factory («розумне» виробництво) – наскрізне планування виробництва від приймання замовлення до відвантаження готової продукції, простежуваність виготовлення продукції за всіма переділами в режимі онлайн.

2) Smart Logistics – «розумне» управління ланцюжками поставок, у результаті чого знижуються прості авто під навантаження і мінімізуються помилки персоналу.



3) Predictive Maintenance – прогнозне обслуговування обладнання. Це дає змогу здійснити перехід від системи планово-запобіжних ремонтів до запобіжного обслуговування тоді, коли в цьому виникла необхідність.

4) Mashine Vision (машинний зір) – автоматичне розпізнавання й облік виготовлення продукції на виробничій лінії.

5) Mashine Learning (машинне навчання) – розпізнавання та ідентифікація номенклатури та параметрів документів в електронному документообігу.

6) Smart Devices (розумні пристрої) – інструмент отримання інформації для планування й обліку.

Група «Метінвест» виділила свій IT-напрямок в окрему компанію – «Метінвест Діджитал». Ця компанія є як центром експертизи цифрових технологій всієї групи «Метінвест», так і працює зі сторонніми замовниками. Ключові цифрові проекти «Метінвесту»:

1) Впровадження SAP Success Factory – системи управління продуктивністю та цілями персоналу, яка дає змогу давати завдання та моніторити показники ефективності роботи.

2) Перенесення системи SAP на «хмарну платформу». Міграція даних визнана найбільшою за обсягом у Центральній та Східній Європі.

3) Міграція IT-інфраструктури групи (680 серверів двох дата-центрів «Метінвесту») на хмарну платформу Microsoft Azure.

У січні 2017 року розпочав роботу багатофункціональний загальний центр обслуговування (МФ ОЦО) – ТОВ «Металоінвест корпоративний сервіс» (МКС). У МКС консолідовано низку функцій, таких як бухгалтерський, податковий облік та звітність; кадрове адміністрування та розрахунок заробітної плати; казначейство; супровід закупівельної діяльності; юридична підтримка; економічна безпека. У МКС активно триває процес автоматизації, повідомили у компанії. Він включає створення автоматизованої системи обліку первинних документів (АСУПД) та автоматизованої системи обліку робочого часу. АСУПД дозволяє знизити трудовитрати на обробку первинних документів. Система обліку робочого часу виявляє "вузькі" місця у завантаженні співробітників. Завершено другу чергу проекту, в рамках якої підключено систему автоматичного введення та розпізнавання документів, інтеграцію з обліковою системою SAP ERP.

Автоматизувати й цифровізувати в металургії необхідно багато процесів, починаючи з офісних операцій, продажів і логістики, закінчуючи багатьма виробничими циклами. В цьому напрямі є теж цікаві розробки. Для одержання додаткової інформації про процеси у ванні феросплавної електропечі на Нікопольському заводі феросплавів розроблено і впроваджено автоматизовану систему контролю та керування електричним режимом рудовідновлювальної печі АСКЕР, якою забезпечено 12 печей. Використання АСКЕР дозволяє виконувати аналіз параметрів, які характеризують технологічний та електричний режими роботи печей, встановлюють зв'язок

цих параметрів з техніко-економічними показниками виплавки марганцевих сплавів [18]

**Висновки.** Доцільною є розробка довгострокової «Стратегії розвитку металургійної промисловості України» як державної галузевої ініціативи у тому числі і щодо пріоритетних цілей цифровізації з визначенням напрямів розвитку галузі, в реалізації яких зацікавлена держава і які матимуть її підтримку та будуть ефективними і в поствоєнний період. Досягненню результатів сприятиме як технічне переозброєння виробництва у рамках вже існуючих технологій, так і їх поєднання з найсучаснішими «розумними» технологіями, такими, як інтернет речей, смарт-пристрої, інтелектуальне моделювання, цифровізація продукції і послуг, створення єдиного інформаційного управлінського середовища.

### Посилання

1. Digital Transformation Initiative. Mining and Metals Industry / World Economic Forum // White Paper. – 2017. – January. – 36 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://reports.weforum.org/digitaltransformation/wp\\_content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/wefdti\\_mining\\_andmetalswhitepaper.pdf](http://reports.weforum.org/digitaltransformation/wp_content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/wefdti_mining_andmetalswhitepaper.pdf).
2. Амоша О.І., Нікіфорова В.В. Розвиток металургійної старт-промисловості: світовий досвід та уроки для України. Інститут економіки промисловості НАН України./Економіка України/Economy of Ukraine, 2019, №9, с.3-23.
3. Піщугіна О. Цифрова економіка: тренди, ризики та соціальні детермінанти. Центр Разумкова, - Київ, жовтень 2020, - 273 с.
4. Гавриленко Н. Г., Тарасенко І. О. Сучасні тенденції цифровізації економіки: проблеми та перспективи розвитку. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: «Економічні науки». 2021. № 3 (47). Т. 1. С. 36-46.
5. Мельник Л. Г., Карінцева О. І., Кубатко О. В., Сотник І. М., Завдовєва Ю. М. Цифровізація економічних систем та людський капітал: підприємство, регіон, народне господарство. Механізм регулювання економіки. 2020. № 2. С. 9–28.
6. Любохинець Л. С., Шпуляр Є. М. Цифрова трансформація національної економіки: сучасний стан та тренди майбутнього. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2019. № 4. С. 213–128.
7. Череп А., Воронкова В., Череп О. Цифрова трансформація суспільства як необхідна умова його інноваційного розвитку. Теорія і практика інтелектуальної власності. 2022. № 2. С. 68-73.
8. Башлай С.В., Яремко С.І. Цифровізація економіки України в умовах євроінтеграційних процесів./ Економіка та суспільство.-№48.-2023-[Електронний ресурс]. – Режим доступу: : <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-48-48>.
9. Digitalisation for recovery in Ukraine. OECD, 2022. URL: – Режим доступу : <https://www.oecd.org/ukraine-hub/policyresponses/digitalisation-for-recovery-in-ukraine-c547786>.
10. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
11. Юрчак А. Глобалізація – Клиентоцентричность – Горизонтальная интеграция [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://industry4\\_ukraine.com.ua/2018/06/23/globalizatiocustomer-centricity-horizontal-integration/#more-8274/](https://industry4_ukraine.com.ua/2018/06/23/globalizatiocustomer-centricity-horizontal-integration/#more-8274/).

12. Readiness for the Future of Production Report 2018 / World Economic Forum. Insight Report. In collaboration with A.T. Kearney. – 2018. – 254 p. – P. 9, 12, 241 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www3.weforum.org/docs/FOP\\_Readiness\\_Report\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf).
13. Наукова та інноваційна діяльність України, 2017 рік : стат. зб. ; [відп. за випуск О.О. Кармазіна]. – К. : Державна служба статистики України, 2018. – 178 с. – С. 87–108.
14. Цифровізація економіки України: трансформаційний потенціал; монографія/ В.П.Вишневський, О.М.Гаркушенко, С.І.Князєв, Д.В.Липницький, В.Д.Чекіна: за ред. В.П.Вишневського, С.І.Князєва НАН України, Інститут економіки промисловості.-Київ:, Академперіодика, 2020.-188 с.
15. Про схвалення Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року; Розпорядження Кабінету міністрів України від.10.07.2019 року №526-р./ Офіційний вісник України, 2019, №57, с.1983.
16. Ministerial Declaration The G7 Digital and Tech Ministers' Meeting 30 April 2023. URL: [https://g7digital-tech-2023.go.jp/topics/pdf/pdf\\_20230430/ministerial\\_d...](https://g7digital-tech-2023.go.jp/topics/pdf/pdf_20230430/ministerial_d...)
17. Seeds of Bravery: Європейська інноваційна рада надасть 20 млн євро на розвиток інновацій в Україні. URL: <https://thedigital.gov.ua/news/seeds-of-bravery-evropeyska-innovatsiyna...>

## **ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУР ПЕРЕБІГУ РЕАКЦІЙ ВІДНОВЛЕННЯ МАРГАНЦЮ З ЙОГО ДІОКСИДУ ГАЗОМ СО І ГАЗИФІКАЦІЇ ТВЕРДОГО ВУГЛЕЦЮ ЗА СТАНДАРТНИМИ ЗНАЧЕННЯМИ ЕНТАЛЬПІ ТА ЕНТРОПІЇ**

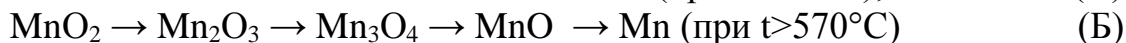
*Доцент, канд. техн. наук С.П. Пантейков  
Дніпровський державний технічний університет,  
м. Кам'янське, Дніпропетровська область, Україна*

Марганець у рудах знаходиться головним чином у вигляді  $MnO_2$ ,  $Mn_2O_3$  і  $Mn_3O_4$ , а в агломераті – у вигляді силікатів марганцю  $MnO \cdot SiO_2$  і  $(MnO)_2 \cdot SiO_2$ ; при виплавці чавуну марганець відновлюється і переходить до нього [1].

Термодинаміка процесів термічного відновлення металевого Mn з його оксидів  $MnO_2$ ,  $Mn_2O_3$ ,  $Mn_3O_4$  та MnO різними відновниками становить значний практичний інтерес при розробці та впровадженні технологій прямого відновлення із залізовмісної сировини заліза – рідкого чавуну або його альтернативного аналога (заліза DRI, HBI та LRI), також, що більш переважно, безпосередньо сталі (чого до теперішнього часу, на жаль, не було досягнуто, незважаючи на численні спроби це зробити протягом останніх понад 60 років). Це важливо для підвищення ступеня ресурсозбереження технологій прямого отримання заліза за рахунок збільшення в ньому вмісту

марганцю, дозволяючи знижувати при цьому витрату марганцевмісних феросплавів і матеріалів.

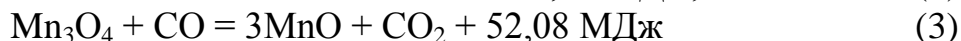
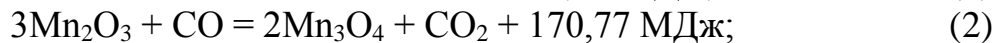
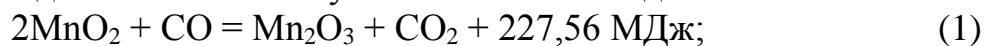
Процес відновлення марганцю з його оксидів протікає ступінчасто – відповідно до принципу послідовних перетворень, тобто шляхом послідовного переходу від вищого оксиду до нижчого, від нижчого до ще нижчого, а в самому кінці – від найнижчого оксиду до металевого марганцю [2]:



Металургів, як правило, завжди цікавить високотемпературна схема (Б).

Зазначені процеси відновлення марганцю (так само, як заліза та інших металів) відносяться до складних гетерогенних фізико-хімічних процесів, в яких беруть участь речовини в твердих, рідких і газоподібних станах. Вважається, що цей процес ступінчастого відновлення марганцю міг проходити як у древніх сиродутних печах, так і проходить у сучасних доменних та інших відновних печах за рахунок взаємодії оксидів марганцю з твердим вуглецем С деревного вугілля або коксу (пряме відновлення) відповідно, а також з відновлювальними газами (непряме відновлення) CO і H<sub>2</sub> (якщо останній присутній в атмосфері печі як відновник) [3].

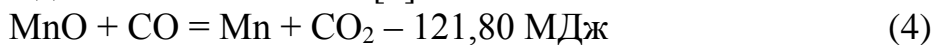
Відомо [2], що при відновленні марганцю в рудно-термічних шахтних печах під впливом газу-відновника CO з кожного більш вищого оксиду марганцю можна відновити його наступний нижчий оксид:



Чітка точка зору про умови перебігу зазначених відновлювальних процесів у металургійній науці до сьогоднішнього дня відсутня [4–9].

З приводу відновлення Mn з найнижчого оксиду MnO за рахунок газу CO також існують різні теорії [3, 10–20].

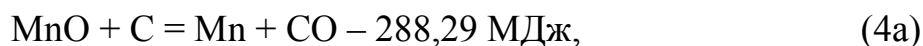
За однією з них [10–12] Mn з MnO може відновлюватися газом CO за реакцією непрямого відновлення газом CO [2]:



Це положення можна зустріти і у сучасних наукових роботах [21, 22].

За іншою теорією передбачається [3, 6, 13–15], що для перебігу реакції (4) непрямого відновлення марганцю потрібно менше 0,01% CO<sub>2</sub> в газовій фазі, а в реальних умовах відновлювальної плавки це недосяжно.

Ще одна теорія [2, 4, 5, 16–20] передбачає, що непрямим шляхом (за рахунок газу CO) Mn з MnO відновлюється значно важче, ніж Fe з FeO, тому реакція (4) в умовах реальної відновлювальної плавки практично неможлива, а Mn з MnO відновлюється тільки прямим шляхом за ендотермічною реакцією прямого відновлення твердим вуглецем С коксу або деревного вугілля [3]:



а кількість відновленого марганцю, відповідно до зазначеної реакції (4a), істотно зростає з підвищенням температури.

Газ CO утворюється у відновній печі в результаті неповного (тобто при нестачі кисню) горіння вуглецю палива за реакцією:



а також за рахунок реакції газифікації твердого вуглецю C [17], більш відомої як реакція Белла-Будуара [3]:



остання з яких є більш важливою з точки зору забезпечення непрямого відновлення у печі насамперед оксидів Fe, а також оксидів Mn та інших елементів, що містяться в залізних та інших рудах, а також в агломератах [18].

При цьому частина науковців-металургів все ж таки намагається пояснювати реакцію (4а) прямого відновлення «відновленням марганцю через газову фазу» (теорія Г.І.Чуфарова) – за рахунок сумарного перебігу реакцій (4) і (5), з яких і виводять реакцію (4а), говорячи про можливість відновлення Mn з MnO газом CO (4) «в присутності твердого вуглецю» [10–15, 23]. Таким чином виходить, що пряме відновлення марганцю в доменній печі повністю відсутнє, адже процес прямого відновлення марганцю з MnO (як і заліза з FeO) зводиться до його непрямого відновлення газом CO.

Це положення і зараз можна зустріти у конспектах лекцій і навчальних посібниках з відновлювальних процесів [10], що створені для навчання здобувачів металургійного і хімічного напрямків у закладах вищої освіти.

Таким чином, незважаючи на наявність значної кількості робіт інших авторів щодо відновлення марганцю газом CO попередній термодинамічний аналіз умов перебігу всіх реакцій ступінчастого відновлення Mn, як і термодинамічний аналіз реакції газифікації твердого вуглецю, з побудовою графічних залежностей не проводилися, хоча формули для розрахунку вільної енергії Гіббса та констант рівноваги всіх цих реакцій у літературі є. Однак такий термодинамічний аналіз необхідний, оскільки дозволяє визначити діапазон допустимих значень температур перебігу кожної із зазначених реакцій, що з позицій другого початку термодинаміки дозволило б з упевненістю констатувати про можливість (або неможливість) їх існування при реальних температурах металургійного процесу, з'ясувавши при цьому, що ж буде відновником на кожній стадії ступінчастого процесу відновлення марганцю, і визначити чисельні значення рівноважних (названих у статті граничними) температур, вище або нижче за які можливі процеси в кожній стадії відновлювальної схеми (Б) та газифікації твердого вуглецю для збільшення концентрації CO у пічних газах.

Метою даної роботи є термодинамічна оцінка умов перебігу хімічних реакцій процесів ступінчастого відновлення марганцю з його діоксиду газом–відновником CO за схемою (Б) і газифікації твердого вуглецю за реакцією Белла-Будуара за рівняннями автора для розрахунку вільної енергії Гіббса (ізобарно-ізотермічного потенціалу)  $\Delta G_T^0$  залежно від температури T для уточнення значень граничних температур  $T_{гр}$  для кожної хімічної реакції.

Для цього автором був проведений термодинамічний аналіз за власними (отриманими автором) формулами для розрахунку вільної енергії Гіббса  $\Delta G_T^0$  в залежності від температури  $T$ .

Отримання формул здійснювалося за методикою, що описана в джерелах [24, 25], із застосуванням табличних значень стандартних ентальпій утворення  $\Delta H_{f,298}^0$  та ентропій  $\Delta S_{298}^0$  неорганічних речовин.

Формули для розрахунку значень енергії Гіббса  $\Delta G_T^0$  реакцій (1)–(5) залежно від температури  $T$  (у К), що отримані автором за зазначеною методикою, відповідно мають вигляд:

$$\text{для реакції (1) – } \Delta G_T^0 = -770200 + 146,04 \cdot T, \text{ Дж/моль CO; (I)}$$

$$\text{для реакції (2) – } \Delta G_T^0 = -464600 + 264,42 \cdot T, \text{ Дж/моль CO; (II)}$$

$$\text{для реакції (3) – } \Delta G_T^0 = -50690 - 45,82 \cdot T, \text{ Дж/моль CO; (III)}$$

$$\text{для реакції (4) – } \Delta G_T^0 = 102110 + 13,37 \cdot T, \text{ Дж/моль CO; (IV)}$$

$$\text{для реакції (5) – } \Delta G_T^0 = 172470 - 175,67 \cdot T, \text{ Дж/моль CO}_2 \text{ (V)}$$

Залежність значень енергії Гіббса  $\Delta G_T^0$  від температури  $T$  (у  $^{\circ}\text{C}$ ) для реакцій (1)–(5) за наведеними вище виразами автора (I)–(V) ілюструє рис. 1.

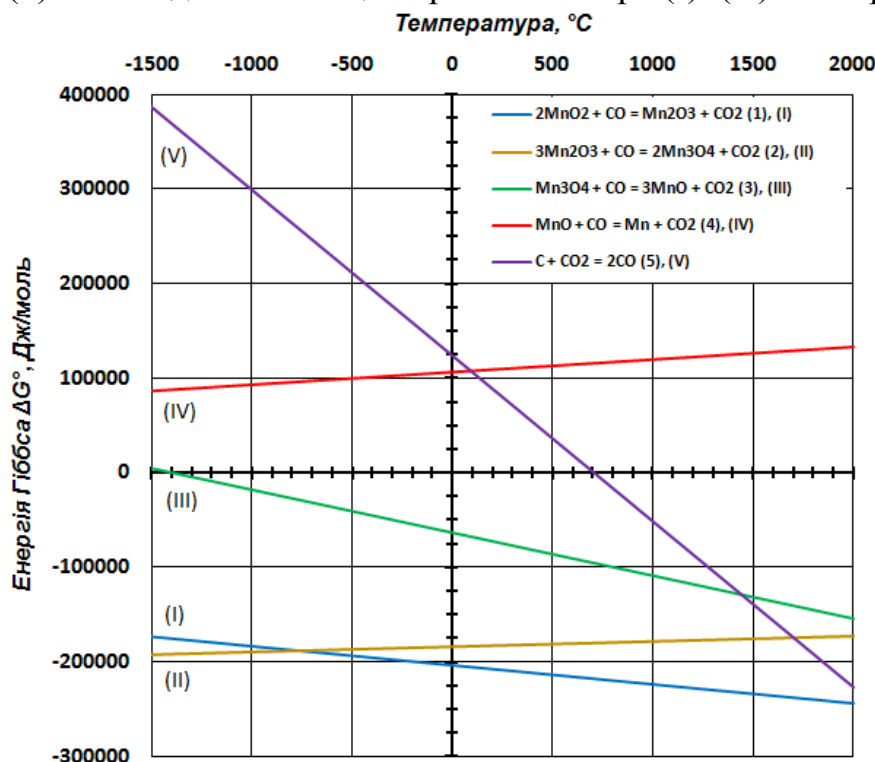


Рисунок 1 – Залежності вільної енергії Гіббса  $\Delta G_T^0$  від температури  $T$  для реакцій (1)–(5), що розраховані за формулами (I)–(V) автора

При цьому значення граничних температур  $T_{гр}$  за виразами автора (I)–(V) для реакцій (1)–(5) повинні задовольняти умові рівноваги  $\Delta G_T^0 = 0$  для кожної хімічної реакції, а перебіг зазначених хімічних реакцій у прямому напрямку буде можливим лише за умови  $\Delta G_T^0 < 0$ .



Для наочності отриманих результатів всі знайдені за формулами автора розрахункові (теоретичні) значення граничних температур  $T_{гр}$  для хімічних реакцій (1)–(5) і діапазону температур їх перебігу  $T_{пр}$  занесемо до табл. 1.

**Таблиця 1 – Розрахункові температури  $T_{гр}$  і  $T_{пр}$  для хімічних реакцій (1)–(5) <sup>1</sup>**

Хімічні реакції	Формули розрахунку $\Delta G_T^0$	Розрахункові значення $T_{гр}$ і діапазону $T_{пр}$ , °C
$2MnO_2 + CO = Mn_2O_3 + CO_2 + Q_1$ (1)	(I)	$T_{гр} = -9969,42$ ; $T_{пр} > T_{гр}$
$3Mn_2O_3 + CO = 2Mn_3O_4 + CO_2 + Q_2$ (2)	(II)	$T_{гр} = 32592,009$ ; $T_{пр} < T_{гр}$
$Mn_3O_4 + CO = 3MnO + CO_2 + Q_3$ (3)	(III)	$T_{гр} = -1379,285$ ; $T_{пр} > T_{гр}$
$MnO + CO = Mn + CO_2 - Q_4$ (4)	(IV)	$T_{гр} = -7910,248$ ; $T_{пр} < T_{гр}$
$C + CO_2 = 2CO - Q_5$ (5)	(V)	$T_{гр} = 708,784$ ; $T_{пр} > T_{гр}$

Проаналізуємо графічні залежності, що зображені на рис. 1 та дані в табл. 1.

Проведений автором термодинамічний (див. рис. 1 і табл. 1) за власними (виведеними) формулами (I)–(V) для розрахунку вільної енергії Гіббса  $\Delta G_T^0$  показав, що:

– перебіг прямої реакції (1) можливий при всіх температурах, значення яких є вищими за граничну (теоретичну) температуру  $-9969,42^\circ\text{C}$ , тобто можливий при всіх температурах реального процесу у відновлювальних печах, що не суперечить твердженням [5, 9] про відновлення  $Mn_2O_3$  з  $MnO_2$  при температурах  $500\text{--}550^\circ\text{C}$  (див. вище);

– пряма реакція (2) можлива нижче граничної (теоретичної) температури  $32592,009^\circ\text{C}$ , тобто можлива при всіх температурах реального процесу у відновлювальних печах;

– перебіг прямої реакція (3) можливий при температурах, що є вищими за граничну (теоретичну) температуру  $-1379,285^\circ\text{C}$ , тобто можливий при всіх температурах реального процесу у відновлювальних печах;

– перебіг реакції (4) у прямому напрямку можливий лише нижче значення граничної (теоретичної) температури  $-7910,248^\circ\text{C}$ , тобто неможливий при всіх температурах реального процесу в відновлювальних печах, що підтверджує висновок про неможливість відновлення металевого марганцю з  $MnO$  рахунок газу  $CO$ ;

– у прямому напрямку реакція (5) можлива лише за температур, що вищі за граничну (теоретичну) температуру  $708,784^\circ\text{C}$ , тобто можлива при помірних і високих температурах реального процесу у відновлювальних печах.

<sup>1</sup> Про термодинамічні умови перебігу реакцій (1)–(5) свідчать знаки «>» і «<» між  $T_{пр}$  і  $T_{гр}$ .

**Висновки.** На підставі проведеного термодинамічного аналізу процесів ступінчастого відновлення Mn з його оксидів і газифікації твердого вуглецю були підтверджені і теоретично обґрунтовані положення про можливість перебігу при всіх температурах реального процесу в відновлювальних печах реакцій (1)–(3) непрямого відновлення  $Mn_2O_3$  з  $MnO_2$ ,  $Mn_3O_4$  з  $Mn_2O_3$ ,  $MnO$  з  $Mn_3O_4$  за рахунок газу CO, при помірних і високих температурах реального процесу реакції (5) газифікації твердого вуглецю C, а також про неможливість перебігу реакції (4) непрямого відновлення Mn з MnO за рахунок газу CO при всіх температурах реального процесу в відновлювальних печах; уточнено значення граничної (рівноважної) температури реакції газифікації твердого вуглецю C, яке склало  $709^\circ\text{C}$ ; це означає, що реакції (1)–(3) непрямого відновлення оксидів марганцю у зонах печі, в яких температура нижча за  $709^\circ\text{C}$  перебігають виключно за рахунок остаточної кількості газу CO у відхідних пічних газах, а у гарячіших зонах печі (тобто вище за  $709^\circ\text{C}$ ) – також і за рахунок газу CO, що утворюється в результаті перебігу реакції (5) Белла-Будуара.

#### *Посилання*

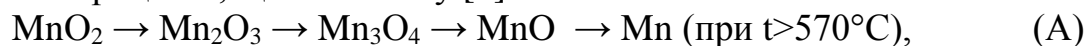
1. <https://studfile.net/preview/9397828/page:15/>
2. <https://metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii/domennaya-pech/394-domennyj-protsess-polucheniya-chuguna.html>
3. *Металлургия чугуна: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. // Е.Ф.Вегман, Б.Н.Жеребин, А.Н.Похвиснев и др. / Под редакцией Ю.С. Юсфина. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 774 с.*
4. <https://metallurgist.pro/vosstanovlenie-v-domennoj-pechi-okislov-margantsa-kremniya-fosfora-i-drugih-elementov>
5. <https://metal-archive.ru/domennyj-process/2101-vosstanovlenie-kremniya-marganca-fosfora-i-prochih-elementov.html>
6. <https://studfile.net/preview/3321303/>
7. Kwon E.-H., Lee J.-A. & Han J.-W. Modified Unreacted Core Model for Reduction of Manganese Ore by CO Gas // *Met. Mater. Int.*, 28. 2022. – Pp. 1517–1524. <https://doi.org/10.1007/s12540-021-01020-8>
8. Larssen T.A., Senk D. & Tangstad M. Reduction of Manganese Ores in CO-CO<sub>2</sub> Atmospheres // *Metall Mater Trans B*, 52. 2021. – Pp. 363–381. <https://doi.org/10.1007/s11663-020-02018-0>
9. Ringdalen E., Gjøvik J. E., Larssen T.A. & Tangstad M. Pretreatment of Manganese Ores in Different Gas-Atmospheres- a Method to Reduce Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions in Mn-Alloy Production // *Proceedings of the 16th International Ferro-Alloys Congress (INFACON XVI)*. Trondheim, Norway. 27-29 September. 2021. – Pp. 1–12. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3930059>
10. Шаповалов А. Н. Теория металлургических процессов: Учебно-методическое пособие. – Новотроицк : НФ НИТУ «МИСиС», 2015. – 91 с.
11. <https://studfile.net/preview/6214849/page:4/>
12. <http://okvsk.ru/metallurgiya-chuguna/1763-vosstanovlenie-marganca.html>
13. Готлиб А.Д. Доменный процесс.– М.: Металлургия, 1966. – 503 с.
14. <https://studfile.net/preview/9584850/page:14/>

15. [https://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0b65635a2bc78b4d53b88421306c27\\_0.html](https://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0b65635a2bc78b4d53b88421306c27_0.html)
16. Борнацкий И.И. Теория металлургических процессов. – Киев-Донецк: Вища школа, 1978. – 288 с.
17. Щербаков В.П. Основы доменного производства.– Владимир: Металлургия, 1969. – 326 с.
18. Системи технологій промисловості. Частина 1: Конспект лекцій (російською мовою) / Л.В. Камкіна, А.А. Надточій, Р.В. Анкудінов, О.В. Бабенко. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2014. – 53 с.
19. <https://helpiks.org/3-94007.html>
20. [https://studopedia.ru/19\\_407407\\_vosstanovlenie-margantsa-kremniya-fosfora-i-drugih-elementov.html](https://studopedia.ru/19_407407_vosstanovlenie-margantsa-kremniya-fosfora-i-drugih-elementov.html)
21. Cheraghi A., Yoozbashizadeh H. & Safarian J. Gaseous Reduction of Manganese Ores: A Review and Theoretical Insight // Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review. August, 2019. – Pp.1-18. <https://doi.org/10.1080/08827508.2019.1604523>
22. Yastreboff M., Ostrovski O. & Ganguly S. Carbothermic Reduction of Manganese from Manganese Ore and Ferromanganese Slag // The Proceedings of INFACON 8. Beijing, China. 7-10 June. 1998. – Pp. 263–270. <https://www.pyrometallurgy.co.za/InfaconVIII/>
23. Попель С.И., Сотников А.И., Бороненков В.Н. Теория металлургических процессов. – М: Металлургия, 1986. – 463 с.
24. Расчёт термодинамических величин (энтальпии, энтропии, энергии Гиббса) реакций восстановления оксидов железа. URL: <http://buzani.ru/zadachi/fizicheskaya-khimiya/1582-reaktsii-vosstanovleniya-oksidov-zheleza-zadachi-14-15>
25. <http://zadachi-po-khimii.ru/obshaya-himiya/zadachi-k-razdelu-osnovy-termodinamiki.html>

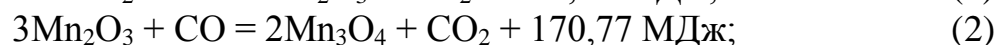
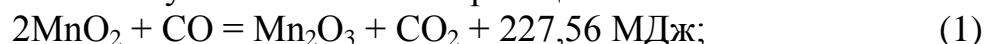
## ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУР ПЕРЕБІГУ РЕАКЦІЙ ВІДНОВЛЕННЯ МАРГАНЦЮ З ЙОГО ДІОКСИДУ ГАЗОМ СО І ГАЗИФІКАЦІЇ ТВЕРДОГО ВУГЛЕЦЮ ЗА ХІМІЧНОЮ СПОРІДНЕНІСТЮ РЕЧОВИН ДО КИСНЮ

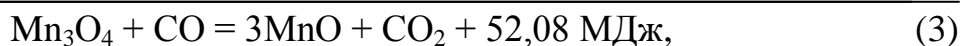
*Доцент, канд. техн. наук С.П. Пантейков  
Дніпровський державний технічний університет,  
м. Кам'янське, Дніпропетровська область, Україна*

Відновлення марганцю з його оксидів за рахунок газу-відновника СО у металургійних процесах, що має схему [1]:



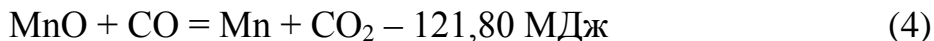
Можна записати наступними хімічними реакціями:





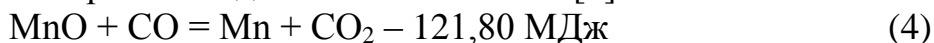
які показують, що з кожного більш вищого оксиду марганцю можна відновити його наступний нижчий оксид [2].

З приводу останньої стадії відновлення Mn з найнижчого оксиду MnO за рахунок газу CO:



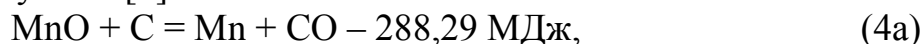
існують різні теорії [2-6, 10–23].

Частина з них [10–12] стверджує, що Mn з MnO може відновлюватися газом CO за реакцією непрямого відновлення газом CO [2]:



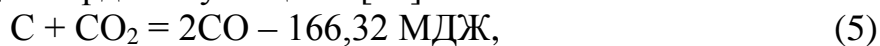
Цю точку зору і зараз можна зустріти у деяких конспектах лекцій і навчальних посібниках з відновлювальних процесів [10], що створені для навчання здобувачів металургійного і хімічного напрямків у закладах вищої освіти, а також у сучасних наукових роботах [21, 22].

Інші теорії [2, 4, 5, 16–20] передбачають, що Mn з MnO відновлюється тільки прямим шляхом за реакцією прямого відновлення твердим вуглецем C коксу або деревного вугілля [3]:



а кількість відновленого марганцю, відповідно до зазначеної реакції (4a), істотно зростає з підвищенням температури.

Реакція газифікації твердого вуглецю C [17]



що більш відома як реакція Белла-Будуара [3], необхідна для утворення відновлювального газу CO і є важливою з точки зору забезпечення непрямого відновлення у печі насамперед оксидів Fe, а також оксидів Mn та інших елементів, що містяться в залізних та інших рудах, а також в агломератах [18].

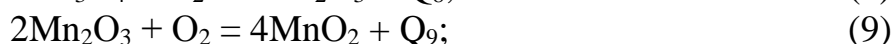
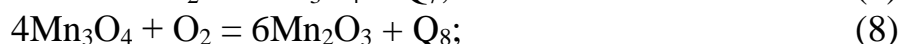
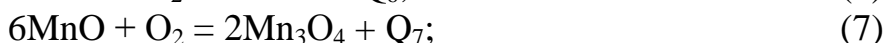
Таким чином, зважаючи на існування різних точок зору на процес відновлення Mn з MnO<sub>2</sub>, необхідно з позицій термодинаміки встановити можливість існування реакцій (1)–(4) при реальних температурах металургійного відновного процесу, з'ясувавши при цьому, що ж буде відновником на кожній стадії ступінчастого процесу відновлення марганцю, і визначити чисельні значення рівноважних (названих у статті граничними) температур, вище або нижче за які можливі процеси кожної стадії відновлювальної схеми (А), що описані хімічними реакціями (1)–(4), та реакції (5) газифікації твердого вуглецю для збільшення концентрації CO у пічних газах; причому термодинамічні аналізи зазначених реакцій з побудовою графічних залежностей не проводилися.

Метою даної роботи є термодинамічна оцінка умов перебігу хімічних реакцій (1)–(4) процесів ступінчастого відновлення марганцю з його діоксиду газом–відновником CO за схемою (А) і газифікації твердого вуглецю C за реакцією Белла-Будуара (5) непрямим методом (що носить назву метод Еллінгема), який заснований на тому, що гранична температура (температура рівноваги) будь-якої розглядаємої реакції (у нашому випадку реакцій

непрямого відновлення Mn та його оксидів за рахунок газу CO і реакції газифікації твердого вуглецю) відповідає той температурі, при якій пересікаються лінії вільної енергії Гіббса  $\Delta G_T^0$  реакцій окислення продукту відновлення з киснем до початкової речовини і відновника з киснем до продукту окислення, що є такими у аналізованій реакції (тобто температура, при якій значення енергій Гіббса  $\Delta G_T^0$  цих двох окислювальних реакцій однакові), з порівнянням отриманих результатів, з даними, що отримані раніше прямим методом для реакцій (1)–(5).

Для цього автором був проведений термодинамічний аналіз за власними (отриманими автором) формулами для розрахунку вільної енергії Гіббса  $\Delta G_T^0$  в залежності від температури T для реакцій окислення газоподібним киснем всіх продуктів відновлення і відновників, що є такими у реакціях (1)–(5).

З курсу фізичної хімії та заснованої на її положеннях теорії металургійних процесів відомі наступні хімічні реакції окислення Mn до MnO, MnO до Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> до Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до MnO<sub>2</sub>, C до CO і CO до CO<sub>2</sub> газоподібним киснем O<sub>2</sub> [16]:



Отримання формул для розрахунку вільної енергії Гіббса  $\Delta G_T^0$  в залежності від температури T для реакцій (6)–(11) здійснювалося за методикою, що описана в літературних джерелах [24, 25], із застосуванням табличних значень стандартних ентальпій утворення  $\Delta H_{f,298}^0$  та ентропій  $\Delta S_{298}^0$  неорганічних речовин.

Формули для розрахунку значень енергії Гіббса  $\Delta G_T^0$  реакцій (6)–(11) залежно від температури T (у K), що отримані автором за зазначеною методикою, відповідно мають вигляд:

$$\text{для реакції (6)} - \Delta G_T^0 = -770200 + 146,04 \cdot T, \text{ Дж/моль O}_2; \quad (\text{VI})$$

$$\text{для реакції (7)} - \Delta G_T^0 = -464600 + 264,42 \cdot T, \text{ Дж/моль O}_2; \quad (\text{VII})$$

$$\text{для реакції (8)} - \Delta G_T^0 = -195920 + 161,52 \cdot T, \text{ Дж/моль O}_2; \quad (\text{VIII})$$

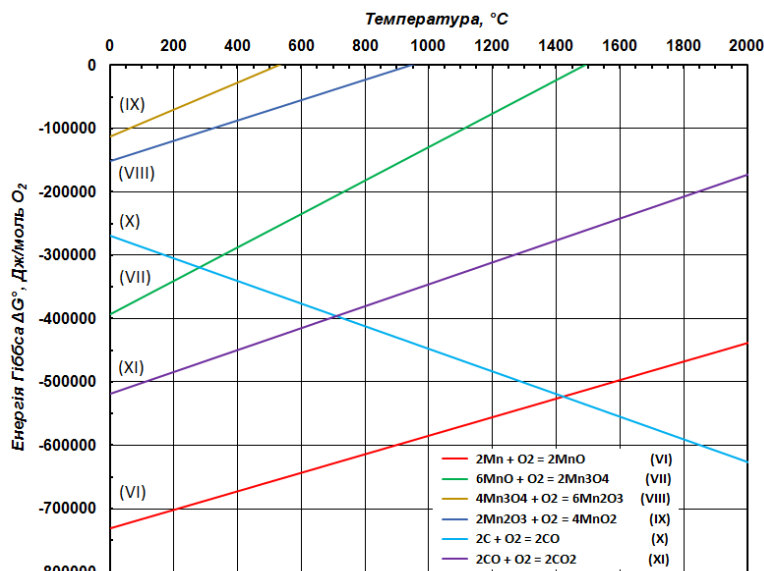
$$\text{для реакції (9)} - \Delta G_T^0 = -170560 + 213,56 \cdot T, \text{ Дж/моль O}_2; \quad (\text{IX})$$

$$\text{для реакції (10)} - \Delta G_T^0 = -221040 - 178,56 \cdot T, \text{ Дж/моль O}_2; \quad (\text{X})$$

$$\text{для реакції (11)} - \Delta G_T^0 = -565980 + 172,78 \cdot T, \text{ Дж/моль O}_2 \quad (\text{XI})$$

Залежність чисельних значень енергії Гіббса  $\Delta G_T^0$  від температури T (у °C) для хімічних реакцій (6)–(11) за наведеними вище виразами автора (VI)–(XI) ілюструє рис. 1, за якими можна оцінити температурну зміну ступеня хімічної спорідненості до кисню вказаних у лівій частині реакцій (6)–(11) початкових речовин, які є продуктами відновлення та відновниками у реакціях (1)–(5).

Значення граничних температур  $T_{гр}$  для реакцій (1)–(5) знаходяться у точках перетину (для реакцій (1)–(4) вони за межами рис. 1) ліній  $\Delta G_T^0$  2-х реакцій окислення відповідних для кожної реакції (1)–(5) речовин (продукту відновлення і відновника), при цьому дотримується умова рівності значень  $\Delta G_T^0$  цих двох окислювальних реакцій.



**Рисунок 1 – Залежності вільної енергії Гіббса  $\Delta G_T^0$  від температури  $T$  для реакцій (6)–(11), що розраховані за формулами (VI)–(XI)**

Для наочності отриманих результатів всі знайдені за формулами автора (VI)–(XI) теоретичні значення граничних температур  $T_{гр}$  для хімічних реакцій (1)–(5) і діапазону температур їх перебігу  $T_{пр}$  занесемо до табл. 1.

**Таблиця 1 – Розрахункові температури  $T_{гр}$  і  $T_{пр}$  для хімічних реакцій (1)–(5)<sup>2</sup>**

Хімічні реакції	Формули розрахунку $\Delta G_T^0$	Розрахункові значення $T_{гр}$ і діапазону $T_{пр}$ , °C
$2MnO_2 + CO = Mn_2O_3 + CO_2 + Q_1$ (1)	(IX) і (XI)	$T_{гр} = -9969,42$ ; $T_{пр} > T_{гр}$
$3Mn_2O_3 + CO = 2Mn_3O_4 + CO_2 + Q_2$ (2)	(VIII) і (XI)	$T_{гр} = 32592,009$ ; $T_{пр} < T_{гр}$
$Mn_3O_4 + CO = 3MnO + CO_2 + Q_3$ (3)	(VII) і (XI)	$T_{гр} = -1379,285$ ; $T_{пр} > T_{гр}$
$MnO + CO = Mn + CO_2 - Q_4$ (4)	(VI) і (XI)	$T_{гр} = -7910,248$ ; $T_{пр} < T_{гр}$
$C + CO_2 = 2CO - Q_5$ (5)	(X) і (XI)	$T_{гр} = 708,784$ ; $T_{пр} > T_{гр}$

Проаналізуємо графічні залежності, що зображені на рис. 1 та дані в табл. 1.

Проведений автором термодинамічний (див. рис. 1 і табл. 1) за власними формулами (VI)–(XI) для розрахунку вільної енергії Гіббса  $\Delta G_T^0$  показав, що:

<sup>2</sup> Про термодинамічні умови перебігу реакцій (1)–(5) свідчать знаки «>» і «<» між  $T_{пр}$  і  $T_{гр}$ .



– перебіг прямої реакції (1) можливий при всіх температурах реального процесу у відновлювальних печах, що не суперечить твердженням [5, 9] про відновлення  $Mn_2O_3$  з  $MnO_2$  при  $500\text{--}550^\circ\text{C}$  (див. вище), адже теоретично він можливий при всіх температурах, значення яких є вищими за граничну (розрахункову) температуру  $-9969,42^\circ\text{C}$ ;

– пряма реакція (2) можлива при всіх температурах реального процесу у відновлювальних печах, адже теоретично вона можлива нижче граничної (розрахункової) температури  $32592,009^\circ\text{C}$ ;

– перебіг прямої реакції (3) можливий при всіх температурах реального процесу у відновлювальних печах, адже він можливий при температурах, що є вищими за граничну (розрахункову) температуру  $-1379,285^\circ\text{C}$ ;

– перебіг реакції (4) у прямому напрямку неможливий при всіх температурах реального процесу в відновлювальних печах, що підтверджує висновок про неможливість відновлення металевого марганцю з  $MnO$  за рахунок газу  $CO$  (як видно з рис. 1 металевий  $Mn$  відновлюється з  $MnO$  за рахунок твердого вуглецю  $C$  при всіх значеннях температури, які більші за значення температури, що є трохи більшим за  $1400^\circ\text{C}$ ), адже він можливий лише нижче значення граничної (розрахункової) температури  $-7910,248^\circ\text{C}$ ;

– у прямому напрямку реакція (5) можлива при помірних і високих температурах реального процесу у відновлювальних печах, адже вона можлива лише за температур, що вищі за граничну (розрахункову) температуру  $708,784^\circ\text{C}$ .

**Висновки.** На підставі проведеного термодинамічного аналізу процесів ступінчастого відновлення  $Mn$  з його оксидів і газифікації твердого вуглецю  $C$  методом Еллінгема були підтверджені теоретичні (розрахункові) значення граничних температур реакцій ступінчастого непрямого відновлення  $Mn$  з  $MnO_2$  за рахунок газу  $CO$  та реакції Белла-Будуара газифікації твердого вуглецю  $C$ , що були отримані раніше прямим методом для всіх зазначених реакцій, що дозволяє стверджувати про правильність зроблених висновків, а саме: про можливість перебігу при всіх температурах реального процесу в відновлювальних печах реакцій непрямого відновлення  $Mn_2O_3$  з  $MnO_2$ ,  $Mn_3O_4$  з  $Mn_2O_3$ ,  $MnO$  з  $Mn_3O_4$  за рахунок газу  $CO$ , при помірних і високих температурах реального процесу реакції газифікації твердого вуглецю  $C$ , а також про неможливість перебігу реакції непрямого відновлення  $Mn$  з  $MnO$  за рахунок газу  $CO$  при всіх температурах реального процесу в відновлювальних печах; підтверджене значення граничної (рівноважної) температури реакції газифікації твердого вуглецю  $C$ , яке склало  $709^\circ\text{C}$ .

### *Посилання*

1. <https://metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii/domennaya-pech/394-domennyj-protsess-polucheniya-chuguna.html>
2. <https://metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii/domennaya-pech/394-domennyj-protsess-polucheniya-chuguna.html>

3. Металлургия чугуна: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. // Е.Ф.Вегман, Б.Н.Жеребин, А.Н.Похвиснев и др. / Под редакцией Ю.С. Юсфина. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 774 с.
4. <https://metallurgist.pro/vosstanovlenie-v-domennoj-pechi-okislov-margantsa-kremniya-fosfora-i-drugih-elementov>
5. <https://metal-archive.ru/domennyu-process/2101-vosstanovlenie-kremniya-marganca-fosfora-i-prochih-elementov.html>
6. <https://studfile.net/preview/3321303/>
7. Kwon E.-H., Lee J.-A. & Han J.-W. Modified Unreacted Core Model for Reduction of Manganese Ore by CO Gas // *Met. Mater. Int.*, 28. 2022. – Pp. 1517–1524. <https://doi.org/10.1007/s12540-021-01020-8>
8. Larssen T.A., Senk D. & Tangstad M. Reduction of Manganese Ores in CO-CO<sub>2</sub> Atmospheres // *Metall Mater Trans B*, 52. 2021. – Pp. 363–381. <https://doi.org/10.1007/s11663-020-02018-0>
9. Ringdalen E., Gjøvik J. E., Larssen T.A. & Tangstad M. Pretreatment of Manganese Ores in Different Gas-Atmospheres- a Method to Reduce Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions in Mn-Alloy Production // *Proceedings of the 16th International Ferro-Alloys Congress (INFACON XVI)*. Trondheim, Norway. 27-29 September. 2021. – Pp. 1–12. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3930059>
10. Шаповалов А. Н. Теория металлургических процессов: Учебно-методическое пособие. – Новотроицк : НФ НИТУ «МИСиС», 2015. – 91 с.
11. <https://studfile.net/preview/6214849/page:4/>
12. <http://okvsk.ru/metallurgiya-chuguna/1763-vosstanovlenie-marganca.html>
13. Готлиб А.Д. Доменный процесс.– М.: Металлургия, 1966. – 503 с.
14. <https://studfile.net/preview/9584850/page:14/>
15. [https://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0b65635a2bc78b4d53b88421306c27\\_0.html](https://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0b65635a2bc78b4d53b88421306c27_0.html)
16. Борнацкий И.И. Теория металлургических процессов. – Киев-Донецк: Вища школа, 1978. – 288 с.
17. Щербаков В.П. Основы доменного производства.– Владимир: Металлургия, 1969. – 326 с.
18. Системи технологій промисловості. Частина 1: Конспект лекцій (російською мовою) / Л.В. Камкіна, А.А. Надточій, Р.В. Анкудінов, О.В. Бабенко. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2014. – 53 с.
19. <https://helpiks.org/3-94007.html>
20. [https://studopedia.ru/19\\_407407\\_vosstanovlenie-margantsa-kremniya-fosfora-i-drugih-elementov.html](https://studopedia.ru/19_407407_vosstanovlenie-margantsa-kremniya-fosfora-i-drugih-elementov.html)
21. Cheraghi A., Yoozbashizadeh H. & Safarian J. Gaseous Reduction of Manganese Ores: A Review and Theoretical Insight // *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*. August, 2019. – Pp.1-18. <https://doi.org/10.1080/08827508.2019.1604523>
22. Yastreboff M., Ostrovski O. & Ganguly S. Carbothermic Reduction of Manganese from Manganese Ore and Ferromanganese Slag // *The Proceedings of INFACON 8*. Beijing, China. 7-10 June. 1998. – Pp. 263–270. <https://www.pyrometallurgy.co.za/InfaconVIII/>
23. Попель С.И., Сотников А.И., Бороненков В.Н. Теория металлургических процессов. – М: Металлургия, 1986. – 463 с.
24. Расчёт термодинамических величин (энтальпии, энтропии, энергии Гиббса) реакций восстановления оксидов железа. URL: <http://buzani.ru/zadachi/fizicheskaya-khimiya/1582-reaktsii-vosstanovleniya-oksidov-zheleza-zadachi-14-15>
25. <http://zadachi-po-khimii.ru/obshaya-himiya/zadachi-k-razdelu-osnovy-termodinamiki.html>

## OBTAINING NUCLEAR-GRADE ZIRCONIUM

*Head of Dep., Dr. Sc. M.M. Pylypenko<sup>1</sup>, Cand. Sc. A.O. Drobyshevska<sup>1</sup>,  
Cand. Sc. O.M. Borysenko<sup>2</sup>, Cand. Sc. O.E. Kozhevnikov<sup>1</sup>, Eng. V.M. Pelykh<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>National Science Center “Kharkiv Institute of Physics and Technology”,  
Kharkiv, Ukraine*

*<sup>2</sup>National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»,  
Kharkiv, Ukraine*

Zirconium is considered the ideal fuel cladding material in commercial light water reactors due to its high strength and ductility, compatibility with transmutation materials inside cladding, low neutron absorption, and high resistance to corrosion in extremely hot water. Nuclear-grade zirconium alloys typically consist of more than 95% zirconium and less than 2% of additional metals, such as iron, tin, chromium, niobium, and nickel, which are added to enhance corrosion resistance and mechanical properties. Zircaloy-4 (Zr-Sn-Fe-Cr) has the most widely used cladding material in pressurized water reactors (PWR). Zirconium-1% niobium alloys have been used as material for fuel cladding, pressure tubes in PWR and in pressurized water reactors VVER. Mostly used Zr-1% Nb alloys are: M5 (Zr-1% Nb-0.05% Fe), E110 (Zr-1% Nb-0.01% Fe), E635 (Zr-1.2 Sn-1.0 Nb -0.35 Fe), ZIRLO (Zr-1% Nb-1% Sn-0.1 Fe). However, it is now being developed by new zirconium-niobium-based alloys that offer superior corrosion resistance.

The basic material for the cores of pressurized water reactors are zirconium-based alloys, which have an optimal combination of nuclear, corrosion, mechanical, thermal and other physicochemical characteristics. An improvement of Zr materials will increase the efficiency of existing power units, increase the depth of fuel burn-up, extend the design life, ensure operational reliability and safety [1]. The interstitial and metallic impurities (O, C, Si, P, Mg, K, Ca, Cl, F, Ni, H, etc.) have a negative effect on the structure and properties of Zr even in small amounts [2, 3]. This can lead to a change in mechanical and corrosion characteristics, as well as to changes in deformation and heat treatment modes. Therefore, experimenters are always interested in obtaining high-purity metal samples. The study of the characteristics of such samples makes it possible to more correctly assess the physical and mechanical properties associated with an own nature of metals.

Zirconium intended for reactor materials should contain no more than 0.05, 0.006, 0.005% oxygen, nitrogen, and carbon, respectively. In addition, the hafnium content should not exceed 0.01% in zirconium. The interstitial elements (oxygen, nitrogen and hydrogen) have a significant influence on the performance of

zirconium [4]. On the other hand, Zr has a high chemical activity with respect to interstitial impurities, which makes it difficult to remove them by vacuum remelting. The content of interstitial impurities and Brinell hardness number (HB) for Zr after various refining methods are given in Table 1. As can be seen from Table 1, oxygen is most weakly removed from Zr during vacuum melting, although it most strongly affects on the reactor properties of products made from this metal and its alloys.

**Table 1 – The content of interstitial impurities (wt.%) and HB (MPa) for Zr after various refining methods**

Metal condition	O	N	C	HB
Initial	0.17-0.19	0.005-0.007	0.09-0,12	1800-2100
Vacuum-arc melting	0.17-0.19	0.003-0.006	0.008-0.1	1600-1700
Electron beam melting	0.05-0.1	0.002-0.006	0.005-0.006	1300
Zone melting	0.003	0.002	0.009	–

The electron-beam melting (EBM) process of zirconium is characterized by the presence of limiting degrees of purification of more volatile metallic impurities. Calculated minimum achievable concentrations of impurities in zirconium after EBM are carried out. The analysis of the results of calculations made it possible to draw a conclusion on the efficiency of purification of zirconium from metallic impurities when it was refined by the method of EBM. When refining zirconium with this method, the metal impurities Al, Cu, Ti, Be, Fe, Mn, Cr are effectively removed from zirconium; impurities Si, Ni, B will be removed only if the weight of the base is lost to 2%, and the impurities Hf, Nb, and Mo will accumulate in zirconium, so they need to be removed at earlier stages of purification.

A technology for purifying Zr from oxygen by adding a deoxidizing component (Al) has been proposed [5, 6]. The addition of aluminium to the initial calcium-thermal Zr at the stage of reduction melting reduces the oxygen content in the metals after electron beam melting to 0.03-0.004%. This technology has been tested under laboratory conditions for obtaining Zr with reduced oxygen content [6].

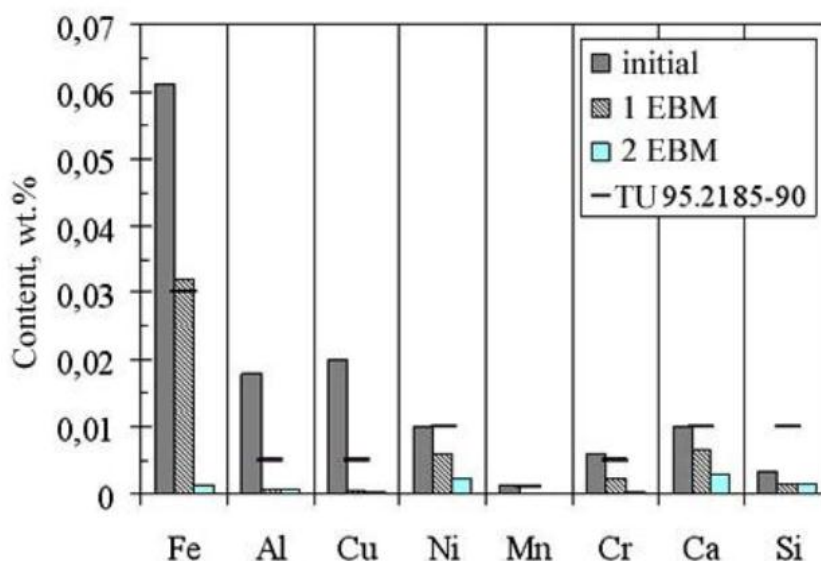
Experimental studies have shown that electron-beam melting is a very effective process for refining of zirconium. As a starting material were used Zr, which was produced by iodide refining (iodide Zr) and CTZr – metal produced by calcium-thermal recovery of zirconium tetrafluoride. Favourable refining conditions in combination with optimal technology allow to achieve a significant increase in metallurgical purity of zirconium at electron-beam melting (EBM). The generalized results of systematic researches of the process of CTZr and iodide

zirconium refining by the method of EBM are characterized by the following data: microhardness of zirconium decreases from 1200 to 800 MPa, there is a significant decrease in the concentration of metal and gas impurities in zirconium, as well as a decrease in the hardness of samples of zirconium. Moreover, the parameters of the purity of the double refining of zirconium by the method of EBM are somewhat better.

Impurity contents in CTZr and iodide zirconium after EBM are shown in Table 2 [7]. Changes in the content of metallic impurities in the CTZr after two EBM are shown in Fig. 1. The content of interstitial impurities in the CTZr varies from 0.18 to 0.12 wt.% after the first EBM and to 0.1 wt.% after the second EBM. The Brinell hardness of CTZr decreases from 2250 to 1750 and 1370 MPa after the first and second EBM respectively. The given data testify to the efficiency of the EBM method when refining zirconium from impurities.

**Table 2 – The content of impurities ( $10^3$ , wt. %) in Zr after EBM**

Metal	Cu	Fe	Al	Ni	Mg	Mn	Cr	Si	Ti
Iodide Zr	0.1	0.8	0.8	0.6	0.3	0.1	0.2	4.5	0.4
CTZr	0.4	0.5	0.5	3.5	–	–	0.9	–	–



**Figure 1 – Changes in the content of metallic impurities in Zr after two EBM**

Experimental results of the zone melting (ZM) of metals showed the existence of two mechanisms of purification – zone recrystallization and evaporation. Therefore, it is possible to obtain higher purity of Zr by using the zone melting. Table 3 shows the results of measurements of the residual resistance ratio (RRR) value along the Zr samples after ZM in a various vacuum. As we can see from the Table 3, the RRR values are reduced in the initial crystallization zone of the samples, and they are increased in the end zone of the samples. This means that the concentration of impurities are increased in the initial crystallization zone of the

sample and while the end part of the samples is the purest. It is seen that melting at a higher vacuum provides obtaining a more pure metal. Also the purity of the Zr is increase with the increase in the number of zone passes. The holding of six passes of zone in vacuum  $6 \cdot 10^{-6}$  Pa at a movement velocity of zone 1.2 cm/h it is possible to obtain a high-purity zirconium: RRR is 250 and the microhardness value is 590 MPa. Contents of oxygen, nitrogen and carbon equal  $2.0 \cdot 10^{-3}$ ,  $1.7 \cdot 10^{-3}$  and  $9.0 \cdot 10^{-3}$  wt.%, respectively; the content of metallic impurities is less than  $10^{-5}$  wt.% [8, 9].

**Table 3 – RRR value along the length of the Zr samples**

Zr samples	Starting part	Middle part	Ending part
Initial	40	40	40
After ZM in vacuum $5 \cdot 10^{-6}$ Pa	50	110	130
After ZM in vacuum $2 \cdot 10^{-7}$ Pa	75	150	250

The experimental study of the efficiency of applying the zone recrystallization method in an electric field for zirconium refining from metal and gas-forming impurities were carried out. The changes in the elemental composition, microhardness, and structure of the obtained ingots were investigated. It is shown that the application of the method can significantly reduce the content of interstitial impurities. The Zr samples with a purity of  $\geq 99.91$  wt.% were obtained [10].

The study of the effect of metal purity on the microstructure and the mechanical properties of zirconium showed a significant effect of the purity of the metal on the properties.

In the study of microstructure, it was found that the structure of pure zirconium consists of relatively large grains, the size of which is 5-10 mm. With a decrease in the purity of zirconium, the size of the grains decreases and in the case of technical purity metal after annealing the grain size was 0.5-2.0 mm. In all investigated samples, irrespective of purity, two types of inclusion were found: needles, located mainly on the borders of the grains, and rounded inside the grains. With the increase of zirconium purity, the inclusions diminish from 0.5-1.0 to 0.2  $\mu\text{m}$ , as well as their number decreases [6].

The mechanical properties of high purity zirconium and the influence of the impurities of oxygen and nitrogen on the strength and ductility of zirconium have been investigated (Table 4) [6, 8].

**Table 4 – The dependence mechanical properties of Zr on its purity**

Total impurity content, wt.%	Ultimate tensile strength, MPa	Yield strength, MPa	Relative elongation, %
$5 \cdot 10^{-2}$	200	120	28.0
$1 \cdot 10^{-2}$	130	85	34.0
$5 \cdot 10^{-3}$	103	25	49.5



Further purification of zirconium can be achieved by using a complex of chemical and physical refining techniques. In particular, in the previous stages, more complete removal of hafnium, nitrogen, carbon, etc. from zirconium is needed.

### *Conclusions*

1. The behavior of metallic impurities and interstitial impurities during electron beam melting and zone recrystallization in high vacuum were investigated.

2. Zirconium of high purity was obtained and the influence of zirconium purity on its properties was investigated. The peculiarities of zirconium properties are determined depending on the content of impurities.

3. EBM and zone recrystallization in high-vacuum allow to effectively reduce the content of impurities in zirconium and to obtain nuclear-purity zirconium.

### *References*

1. Douglass D.L. The Metallurgy of Zirconium / D.L. Douglass. – Vienna: IAEA, 1971. – 466 p.
2. Pylypenko M.M. Zirconium and its alloys: monograph / M.M. Pylypenko. – Kharkiv: A.M.Panov, 2020. – 347 p. ISBN 978-617-7859-63-4
3. Pylypenko M.M. Research and development for obtaining of nuclear-pure zirconium and alloy on its basis / M.M. Pylypenko // Problems of Atomic Science and Technology (PAST). – 2009, – N. 6(64). – P. 12-18.  
[https://vant.kharkov.ua/ARTICLE/VANT\\_2009\\_6/article\\_2009\\_6\\_12.pdf](https://vant.kharkov.ua/ARTICLE/VANT_2009_6/article_2009_6_12.pdf)
4. Influence of interstitial elements (oxygen, nitrogen) on properties of zirconium alloys (review) / V. Trush, M. Pylypenko, P. Stoev et al. // Physics and Chemistry of Solid State. – 2022. – N.23(2). – P.401-415.  
<https://doi.org/10.15330/pcss.23.2.401-415>
5. Purification of calcium-thermal zirconium and hafnium from oxygen / V.M. Azhazha, P.N. Vyugov, S.D. Lavrinenko, M.M.Pylypenko // PAST. – 1997. – Iss.1(65),2(66). – P. 144-145.
6. Pylypenko M.M. Physical and technological basis of the zirconium materials and hafnium creation technology for the cores of nuclear power plants: Doctoral dissertation. – Kharkiv, 2012. – 313 p.
7. Pylypenko M.M. Obtaining nuclear grade zirconium / M.M. Pylypenko // PAST. – 2008. – N.2. – P.66-72.  
[https://vant.kharkov.ua/ARTICLE/VANT\\_2008\\_2/article\\_2008\\_2\\_066.pdf](https://vant.kharkov.ua/ARTICLE/VANT_2008_2/article_2008_2_066.pdf)
8. Lavrinenko S.D. Pure metals for nuclear power / S.D. Lavrinenko, M.M. Pylypenko, P.M. V'yugov // PAST. – 2014. – N.4(92). – P. 72-81.  
[https://vant.kharkov.ua/ARTICLE/VANT\\_2014\\_4/article\\_2014\\_4\\_072.pdf](https://vant.kharkov.ua/ARTICLE/VANT_2014_4/article_2014_4_072.pdf)
9. Pylypenko M.M. High pure zirconium / M.M. Pylypenko // PAST. – 2018. – N.1(113). – P.3-8. [https://vant.kharkov.ua/ARTICLE/VANT\\_2018\\_1/article\\_2018\\_1\\_003.pdf](https://vant.kharkov.ua/ARTICLE/VANT_2018_1/article_2018_1_003.pdf)
10. Zone refining of zirconium in an electric field / O.E. Kozhevnikov, M.M. Pylypenko, Y.S. Stadnik, R.V. Azhazha. // PAST. – 2020. – N.1(125). – P. 27-34. [https://vant.kharkov.ua/ARTICLE/VANT\\_2020\\_1/article\\_2020\\_1\\_27.pdf](https://vant.kharkov.ua/ARTICLE/VANT_2020_1/article_2020_1_27.pdf)

## ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОЛОСНИКОВИХ ГРАТ

*Аспірант Р.М. Руденко, проф., докт. техн. наук Є.М. Сігарьов,  
доц., канд. техн. наук О.А. Чубіна, доц., канд. техн. наук М.Р. Руденко,  
магістрант Н.В. Гринь  
Дніпровський державний технічний університет,  
м. Кам'янське, Україна*

Критичний аналіз сучасного стану, наукове та експериментальне обґрунтування напрямків подальшого удосконалення системи колосникових грат агломераційних машин і підвищення якості агломерату залишаються актуальними питаннями.

Процес агломерації, що протікає на поверхні конвеєрної стрічки супроводжується циклічним нагріванням та охолодженням колосників колосникових грат та спікальних візків. Спікання агломераційної шихти в умовах високого шару супроводжується підвищенням якості агломерату, зниженням витрати твердого та газоподібного палива на процес. При такій організації процесу найефективніше використовується тепло, що регенерується, із створенням оптимальних температурних умов для формування міцного спеку. Згідно з [1] збільшення висоти шару шихти досягається, в основному, завдяки покращенню газопроникності та міцності гранул шару шихти.

На швидкість фільтрації газу крізь шар агломераційної шихти впливають: висота шару, коефіцієнти опору і параметрів газу, геометричні розміри профілю колосників, ущільнень, елементів спікального візка, вакуум-камер, колектору, газодинамічних характеристик ексгаустера та т. ін. При зниженні швидкості фільтрації газу у шарі зменшується кількість викидів забруднюючих речовин, особливо твердих суспендованих частинок, а також СО.

Однією із основних характеристик системи колосникових грат є мінімальний гідравлічний опір, що забезпечує високу газопроникність та рівномірність за швидкістю газового потоку стовпа шихти за площею колосникового поля. Конфігурація колосників повинна забезпечувати найбільшу площу активного («живого») перетину (простору між елементами колосникових грат вільного для просмоктування газового або газопилового потоку) протягом усього періоду експлуатації агломераційної машини та здатність витримувати значні навантаження. Актуальність завдання обґрунтовано перманентним збільшенням частки тонкодисперсних матеріалів в складі агломераційної шихти й відсутністю стадії формування «ліжка» (шару товщиною 20-50 мм зі «звороту» агломерату крупністю 15-25 мм), що укладається на колосникові грати перед завантаженням шихти.

В сировинних умовах агломераційного виробництва українських металургійних підприємств використовуються різні конструкції колосників, що утворюють систему колосникових грат. Але площа «живого перетину» практично всіх їх складає не більше 15% від загальної площі колосникового

поля [2]. Це пов'язано із обмеженим розміром щілини (до 6 мм) між колосниками, крізь яку проходить газовий потік із шару шихти, що спікається.

Для підвищення площі «живого перетину» необхідно з одного боку зменшувати розміри колосника, з іншого - збільшувати розмір щілини. Такі технічні рішення обмежуються необхідністю забезпечення стійкістю колосника до абразивного зносу, наявністю високих температурних напружень та забезпеченням можливості руху газів у вертикальному напрямку для самоочищення. Збільшення щілини між колосниками також ускладнено можливою втратою шихтових матеріалів та відсутністю підстилкового матеріалу – т. зв. «ліжка».

На стійкість колосників до абразивного зношування та розтріскування впливає вибір хімічного складу і профілю конструкції, які повинні забезпечувати мінімальне та рівномірне зношування колосників за усім перетином спікального візка. Згідно з результатами статистичних досліджень стандартних конструкцій колосників встановлено, що протягом до 15% від загальної довжини колосника рух газового потоку між колосниками у вертикальному напрямку відсутній (рис. 1).



**Рисунок 1 – Встановлена швидкість газового потоку, що виходить із шару шихти, що спікається, уздовж колосника агрегаційної машини типової конструкції АКМ-75**

Авторами доповіді проведені експериментальні дослідження в умовах лабораторії кафедри металургії ім. професора В.І. Логінова Дніпровського державного технічного університету та запропоновані напрямки удосконалення і нові конструкції колосників агрегаційної машини [3]. Особливої уваги приділено питанням забезпечення вільного руху газів у вертикальному напрямку та підвищення площі активного («живого перетину»). Встановлено, що коефіцієнт гідравлічного опору вільної решітки залежить не тільки від «живого перетину» і режиму руху газу, але і від конструктивних особливостей головних та кріпильних частин, що необхідно враховувати при удосконаленні існуючих та розробці нових конструкцій системи колосникових грат.

Розроблено та випробувано у промислових умовах систему колосникових грат з використанням колосників нової конструкції. Встановлено, що при використанні запропонованих колосників зі змінним перетином і кутом контактних граней зівів замка до підколосникової балки більше 90 град забезпечується зменшення теплового навантаження на спікальний візок за рахунок мінімізації площі їх контакту з балкою. За результатами математичного моделювання траєкторії руху частинок тонкодисперсних компонентів агломераційної шихти (фракції < 1 мм) у просторі між колосниками грат та підколосниковими балками встановлено характер впливу активного перетину на обсяг газів, що просмоктуються. Внаслідок збільшення вільного доступу газових потоків для охолодження колосників і підколосникових балок зростає ступень самоочищення їх контактних поверхонь. Стабілізація роботи колосникових грат дозволить виключити зі штатної схеми спікання агломерату механізм примусового струшування колосників.

### **Посилання**

1. Теоретические основы производства окучкованного сырья: Учебное пособие для высших учебных заведений. Д.А. Ковалев, Н.Д. Ванюкова, В.П. Иващенко и др. *Днепропетровск: ИМА – пресс*, 2011. 467 с.
2. Производство агломерата. Технология, оборудование, автоматизация. В.П. Жилкин, Д.Н. Доронин. Под общ. ред. Г.А. Шалаева. *Екатеринбург: Уральский центр ПР и рекламы*, 2004. 292 с.
3. New technical solutions for increasing the active cross-section area of the fire grates of the sintering machine / E.N. Sigarev, R.M. Rudenko, K.I. Chubin a.o. / *Science and Innovation*. 2024. №20(1). P. 87-97. doi.org:10.15407/scine20.01.087.

## **ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА У КІВШОВІЙ ДЕСУЛЬФУРАЦІЇ ЧАВУНУ**

*Проф., докт. техн. наук Є.М. Сігарьов, аспірант Д.В. Єськов,  
доц., канд. техн. наук М.Р. Руденко, аспірант І.М. Матина,  
здобувач О.А. Гавріков*

***Дніпровський державний технічний університет  
м. Кам'янське, Україна***

Впровадженою у відділенні десульфурації чавуну КЦ ПрАТ «Камет-Сталь» (далі УДЧ «КС») коінжекційною технологією для забезпечення видалення  $[S]_{\text{чав}}$  до 0,008-0,012% (в середньому 0,010 %S) передбачено вдування флюїдизованого вапна (> 96 %CaO, з інтенсивністю 35-50 кг/хв) вглиб металу крізь сопла Т-фурми у першому та третьому періодах операції.

Витрати імпортованого порошкоподібного вапна у вказаних періодах сягають до 25% від загальних витрат вапна на операцію. Обґрунтуванням витрат вважається необхідність створення умов для утримання сульфідів у шлаку та забезпечення сталого характеру витоку газопорошкових струменів перед подачею (у другому, основному, періоді) гранульованого магнею.

Кінцевий ківшовий шлак (КШ) після десульфурації чавуну зазвичай складається із залишків доменного (ДШ, зазвичай від 400 до 1500 кг) або міксерного шлаку (МШ, зазвичай від 400 до 1200 кг) та продуктів реакцій домішок чавуну з введеними CaO та Mg. Утворення нових з'єднань призводить до зміни температури плавлення, в'язкості, текучості та поверхневого натягу ківшового шлаку. Крім того, ступінь гомогенності та однорідності шлаку, сульфідна ємність ( $C_s$ ) та розподіл сірки між шлаком та металом ( $L_s$ ) суттєво залежать як від складу, так і температури у системі.

Збільшення обсягу та зміна властивостей ківшового шлаку призводить до виникнення супутніх проблем, пов'язаних як зі зменшенням ступеня розчинення CaO, так і зростанням втрат чавуну зі шлаком, що скачують після десульфурації. Втрати чавуну зі шлаками складають від 0,6-1,2% [1, 2] до 0,5-2,5% [3] від маси металу й пропорційні обсягу ківшового шлаку. Такі втрати, поряд із витратами на інжекційні фурми та реагенти-десульфуратори, залишаються однією з найбільших статей витрат на рафінування чавуну. Значний відсоток заліза відноситься на рахунок наявності у КШ корольків розміром менш 5 мкм [1], що обумовлює доцільність розрідження шлаку та створення умов для укрупнення корольків з метою повернення їх до металевої ванни.

Механізми формування корольків у ківшовому шлаку та втрат з винесенням за межі ківшу й зі скачуванням шлаком досліджені та запропоновані у роботах [1, 3]. Із різних видів втрат Fe (колоїдні, з корольками у шлаку, винесення з пилом відхідних газів, у складі настилів на ківші та скімері машини скачування, хімічні втрати) до найбільш значущих необхідно віднести колоїдні та з корольками у шлаку, що скачують.

Колоїдні втрати мінімізуються шляхом зменшення уявної в'язкості шлаку, що у типових умовах УДЧ відповідає мінімізації твердої фракції шлаку. Такі умови забезпечуються або підвищенням температури шлаку (мінімізацією втрат температури чавуну ( $T_{\text{чав}}$ ) на маршруті «домenna піч – УДЧ») або зниженням основності шлаку, що знижує температуру його плавлення ( $T_{\text{пл}}$ ). Так, наприклад, в Зальцгіттере [4], втрати Fe при  $T_{\text{чав}}=1250$  °C та вдуванні вапна з утворенням «сухих» шлаків склали 8-12 кг/т, а з підвищенням  $T_{\text{чав}}$  та рідкими шлаками зменшились до 0,2-0,6 кг/т чавуну.

Крім перерахованих вище умов, для ефективного видалення  $[S]_{\text{чав}}$ , основність ківшового шлаку ( $B_2 = \text{CaO}/\text{SiO}_2$ ), за оцінками більшості дослідників, повинна бути  $\geq 1,1$ , а витрати вапна забезпечувати достатню для формування  $\text{CaS}_{\text{тв}}$  кількість (CaO),  $C_s$  та  $L_s$ . При цьому необхідно, щоби  $T_{\text{пл}}$  була нижче за фактичну температуру шлаку (в умовах УДЧ «КС» фактична  $T_{\text{чав}}$  перед десульфурацією 1280-1340 °C) для забезпечення рідкорухомості,

однорідності шлаку та максимізації повернення крапель Fe зі шлаку до металеві ванни [1].

Водночас ефективно видалення КШ з поверхні ванни після десульфурації без втрат (захоплення скімером) чавуну може бути ускладнене без його загушення, особливо для чавунів з низькою температурою ( $< 1300$  °C) й великим співвідношенням CaO/Mg.

Таким чином, теоретичне обґрунтування та впровадження способів модифікування КШ із використанням недефіцитних кальційвміщуючих матеріалів до початку та після закінчення вдування реагентів з метою зменшення питомих витрат флюїдизованого вапна, підвищення ефективності екстракції крапель Fe зі шлаку під час обробки та подальшого полегшення скачування КШ залишаються актуальними завданнями.

Згідно з результатами досліджень [5] у ківшах з переробним чавуном вже під час випуску чавуну із доменної печі формуються шлаки, що за фізико-хімічними властивостями суттєво відрізняються від доменних (ДШ): CaO/SiO<sub>2</sub> (*B2*) знижується, зменшується (*C<sub>s</sub>*), що внаслідок активного перемішування чавуну зі шлаком супроводжується приростом  $[S]_{\text{чав}}$ . Характерним є зменшення вмісту (CaO), наявність у шлаку корольків Fe та графітової спілі, підвищений вміст (SiO<sub>2</sub>) та зниження *B2* до 0,3-0,5. Шлаковий покрив у ківшах перед десульфурацією практично являє собою шлако-графіто-металевий конгломерат (ШГМК) товщиною шару у 50–250 мм, що знаходиться практично у твердому стані.

При подальшому транспортуванні ківшів з чавуном (з ДШ на поверхні ванни) у конвертерний цех суттєвих змін у хімічних складах як чавуну, так і шлаку не виявлено. Пояснюють це тим [5], що ківшовий шлаку знаходиться у твердому стані або у стані доволі в'язкого покриття, у зв'язку із чим масообмін як у шлаку, так і у чавуні не відбувається до моментів переливу, зливання чавуну або проведення рафінувальних операцій.

Зазвичай, внаслідок охолодження, чавун із ДП до моменту надходження на УДЧ перенасичується вуглецем, що у свою чергу призводить до утворення графіту. Графіт, що має густину 2200 кг/м<sup>3</sup>, підіймається до шлаку, і, на думку [3], може перешкоджати процесу видалення сірки з чавуну за рахунок блокування MgS, що спливає у шлакову фазу. Графіт залишається на границі «шлак-метал» і може покинути ківшову ванну виключно через вільну від шлаку поверхню, розміри якої визначаються, як показано у [1, 6], в основному дуттьовим та шлаковим режимом. Підвищення температури чавуну, наприклад з 1335 до 1400 °C, сприятиме зменшенню утвореної графітової спілі на 0,15%. На противагу цим умовам, для підвищення ефективності використання Mg на  $[S]_{\text{чав}}$  термодинамічно сприятливим є знижена температура чавуну.

Дослідженнями механізму рафінування залізобуглецевих розплавів підтверджено [1, 2, 6, 7], що максимальну рідкоплинність мають легкоплавкі шлаки евтектичного складу, а їхня абсорбційна ємність залежить від ступеня структурно-хімічного розпорядження. Відомо, що присадки MgO та Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> знижують температуру плавлення шлаків в певних інтервалах їх вмісту.



Згідно з результатами аналізу [7] фаз потрійних систем  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  та  $\text{CaO-SiO}_2\text{-MgO}$  на полігональних діаграмах до таких віднесли вміст  $\text{MgO}$  та  $\text{Al}_2\text{O}_3$  у шлаку не більше 10-12%. Такі шлаки плавляться при температурах рідкого чавуну. Відмічається, що структурне розпорядження досягається при розкисленні шлаків та активуванні їх вуглецем. У системі  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  таким умовам відповідає шлак стехіометричного складу  $6\text{CaO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  ( $54,4 \text{ CaO} + 29,1 \text{ SiO}_2 + 16,5 \text{ Al}_2\text{O}_3$ ) з основністю 1,87. А у системі  $\text{CaO-SiO}_2\text{-MgO}$  шлак, що містить  $50,5 \text{ CaO} + 40,5 \text{ SiO}_2 + 9,0 \text{ MgO}$  з основністю 1,24. При взаємодії таких шлаків утворюється легкоплавка евтектика ( $52,7 \text{ CaO} + 34,0 \text{ SiO}_2 + 9,5 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 3,8 \text{ MgO}$ ) з основністю 1,56 та температурою плавлення  $\leq 1250$  °C.

На різних етапах відпрацювання технології десульфурзації, з метою розрідження КШ на металургійних заводах вводили плавиковий шпат; використовували 4% бури разом із вапном при коінжекції  $\text{CaC}_2$  та  $\text{Mg}$ ; змішували кальційвміщуючі реагенти з 2-3%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (А. Freismut, 1998). Відомі також варіанти додавання доломітизованого вапна ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ),  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ , колеманиту ( $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), ангідриду бору ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ), натрієвого ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) та калієвого кріоліту ( $\text{KAlF}_4$ ) та добавкою безфтористих сполучень, таких як нефеліновий сієніт ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  та  $\text{Na}_2\text{O}$ ), пилоподібна паливна зола (PFA), що містить  $\text{SiO}_2$  та  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (Diao et al., 2009). Встановлено (Amini et al., 2007), що добавки плавикового шпату, незважаючи на зниження  $T_{\text{пл}}$  і в'язкості шлаку, призводять до негативного ефекту внаслідок взаємодії фтору з  $\text{Mg}$  із утворенням  $\text{MgF}_2$ , а використання  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  нераціонально з екологічних міркувань та агресивного впливу на футерівку ківшу.

Окремі шлакоутворюючі можуть сприяти десульфурзації, наприклад  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , на думку А. Freismut, (1998) не безпосередньо, через ефекти «вимивання», коли утворені сульфідні виносяться на поверхню ванни разом із утвореними рідкими шлаками.

У післяопераційний період, розрідження шлаку може стати негативним чинником для операції скачування. До заходів, що перешкоджають ресульфурзації, відносять добавку у шлак матеріалів, що містять  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ , які підвищують  $C_s$ . Так, дані [2] стосовно підвищення  $C_s$  та поверхневого натягу ( $\eta$ ) КШ при збільшенні ( $\text{CaO}$ )  $> 30\%$  є обґрунтуванням як для добавок вапна при десульфурзації чавуну  $\text{Mg}$ , так і для загущення кінцевого шлаку присадками відходів вапна (фракції 2-15 мм) перед його скачуванням.

В основі будь-якого доменного шлаку лежить система  $\text{CaO-SiO}_2\text{-MgO-Al}_2\text{O}_3$ . У таких розплавах, що містять менше 15%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , збільшення  $B2$  від 0,6 до 1,5, а ( $\text{MgO}$ ) від 0 до 20 % призводить до зростання температури плавлення до 1350-1400 °C та зменшення інтервалу температур загущення. Шлаки стають коротшими.

Згідно з дослідженнями [8, 9] при температурах нижче 1400 °C шлаки, що містять більше 25 %  $\text{MgO}$ , не текучі. Зміна вмісту ( $\text{MgO}$ ) з 0 до 25 % у шлаку з  $B2=0,6-1,5$  призводить до зменшення в'язкості до певного мінімуму, область складів якого залежить від вмісту  $\text{Al}_2\text{O}_3$  та температури, причому у кислих шлаках зменшення в'язкості протікає інтенсивніше, ніж у основних.

Якщо відношення  $MgO/Al_2O_3 \sim 0,5$ , то при  $B_2 \sim 1,1-1,2$   $T_{пл}$  наближається до  $1450^\circ C$ , зменшення  $B_2$  до  $0,6$  знижує  $T_{пл}$  до  $1350^\circ C$ . У таких шлаках мінімальна в'язкість змінюється від  $0,4$  Па·с ( $1500^\circ C$ ) до  $1,0$  Па·с ( $1400^\circ C$ ) при вмісті  $SiO_2$  34-36%. Таким чином, у шлаках з  $B_2$  менше  $1,0$  вміст  $MgO$  може досягати 15-20%, не викликаючи великих труднощів для формування рідкорухомих (з температурою плавлення нижче  $1350^\circ C$ ) шлаків.

В той же час, зростання вмісту сірки у шлаку після десульфурації чавуну (з  $0,2-1,43$  до  $0,65-5,89$  %S) і збільшенні  $(S)/[S]$  з  $3,3-55$  до  $98-954$  при недостатній основності ( $B$ ) створює умови для ресульфурації, особливо за сприятливих умов (вмісті  $[Mg]_{розч} < 0,005\%$ , тривале очікування, переливання, зливання чавуну у конвертер та ін.). Водночас, підвищення  $(S)$  призводить до зниження залежності  $T_{пл}$  від  $B_2$  у певних межах (Куліков І.С., 1986).

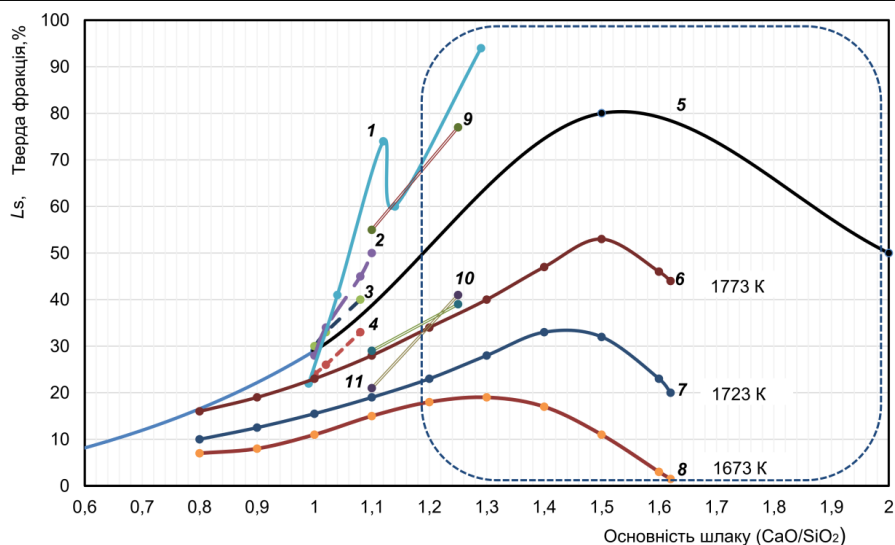
Авторами даного доповіді запропоновано використання відходів сталеплавильного виробництва – кінцевого шлаку операції десульфурації сталі перед розливанням на МБЛЗ (ШАКП або SHLF) (далі модифікатор), отриманого у якості відходів на агрегаті ківш-піч (АКП). Обґрунтування напрямків оптимізації ківшового шлаку за основними металургійними властивостями виконували за наступною схемою.

Фактичний хімічний склад міксерного або доменного шлаку на поверхні ванни не відповідає вимогам фірми «ThyssenKrupp Polysius» для десульфурації на УДЧ «КС» (за вимогами:  $CaO$  48%;  $SiO_2$  39%;  $MgO$  5,9%;  $Al_2O_3$  5,4%;  $MnO$  0,2%;  $FeO$  0,05%).

Зниження температури по ходу проведення десульфурації найбільш впливовий фактор зростання % твердої фракції та втрат чавуну зі шлаком. Кількість твердої фракції у кінцевому ківшовому шлаку УДЧ в залежності за даними [10] наведена на рис. 1 та вплив на коефіцієнт розподілу сірки основності ( $CaO/SiO_2$ ) за даними [2, 11] може бути додатковим фактором визначення раціональних витрат модифікатору для забезпечення раціонального складу та властивостей КШ.

За результатами аналізу визначено, що  $T_{пл}$  КШ, що відповідає умовам ківшової десульфурації забезпечується при концентраціях ( $MgO$ ) та ( $Al_2O_3$ ) на рівні 2-6% та 6-12% відповідно, а величина модулю  $MgO/Al_2O_3$  для шлаку з основністю 1,1-1,15 та вмістом 10 %  $Al_2O_3$  з в'язкістю нижче  $0,4$  Па·с -  $0,5-0,64$ . Шлак з таким вмістом  $Al_2O_3$  вписується у фазове поле меліліту, має тенденцію до розміщення уздовж границі меліліт/мервинит та відображає компроміс між підвищеною  $C_s$  та зниженою  $T_{пл}$ .

Для шлаків з середнім вмістом 15 %  $Al_2O_3$ , що розміщуються у двох різних фазових полях (меліліті та шпінелі), збільшується модуль  $MgO/Al_2O_3$  до  $0,6-0,8$ , значення  $L_s$  знижуються у 2 рази при одночасному зменшенні в'язкості до  $0,35$ . Для шлаків з вмістом 20 %  $Al_2O_3$ , що розміщуються у полі фази меліліту і наближені до перетину зі шпінеллю, при зменшенні модулю  $MgO/Al_2O_3$  до  $0,25-0,4$ , значення  $L_s$  знижуються у 2-4 рази при одночасному зменшенні  $T_{пл}$  та в'язкості до  $0,06-0,07$  Па·с.



**Рис. 1. Вміст твердої фракції у типовому ківшовому шлаку десульфурації чавуну ( $T_{\text{шл}}=1723$  °C) згідно з розрахунками [10] із використанням FactSage (5) та вплив основності шлаку на коефіцієнт розподілу сірки за даними:**

Кузнецова М.С. ( $T_{\text{шл}}=1688-1770$  К) (1); Myasoedov S.V. (2-4) та Воскобойникова В.Г. ( $T_{\text{шл}}=1673-1773$  К) (6-8); за результатами розрахунків з використанням моделі Yang a.o. (9), Кулікова І.С. (10) та Сосінського та Sommerwila (11)

Для визначення впливу присадки модифікатору на зміну складу й властивостей ківшового шлаку перед початком інжекції у ківш з чавуном суміші вапна з магнієм та ківшового шлаку після закінчення десульфурації виконали відповідні розрахунки та оцінку наступних величин:  $C_s$ ,  $L_s$ , зміни  $T_{\text{пл}}$ , в'язкості, плавкості, температури «хорошої» текучості модифікованого присадками ШАКП ківшового шлаку у різні періоди рафінування чавуну.

Для відповідних розрахунків та порівняльної оцінки використали відомі хімічні склади ШАКП різних підприємств: (Erdemir, Туреччина (LF1, LF3) та ПрАТ «Камет-Сталь», Кам'янське (LF2)). Хімічний склад модифікаторів наведено у таблиці 1.

**Таблиця 1 - Хімічний склад кінцевих шлаків з АКП, %**

Варіант	Вміст, %						
	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	інші	основність
LF1	57,3	4,9	6,7	24,6	0,1	6,4	11,69
LF2	67	24,2	5,3	2,21	1,19	0,1	2,77
LF3	56	15,6	4,7	14,4	1,3	8	3,59

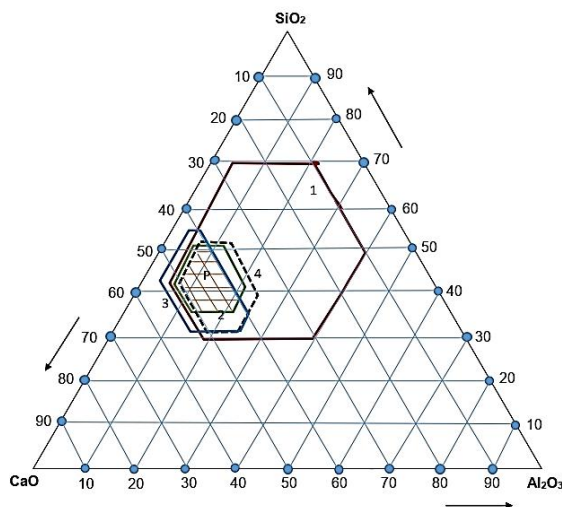
Враховано можливу наявність на поверхні ківшової ванни на УДЧ «КС» перед вдуванням реагентів залишків МШ (200-2500 кг) або ДШ (200-3000 кг). Вплив добавок ШАКП на  $T_{\text{пл}}$  КШ досліджували з використанням діаграми температури плавлення шлаків системи CaO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (з врахуванням зміни вмісту у шлаку MgO по ходу десульфурації чавуну) (Куліков І.С., 1986). За  $T_{\text{пл}}$  прийняли температуру початку кристалізації при охолодженні розплаву шлаку. На діаграмі було виділено область обмежену лініями рівних  $T_{\text{пл}}$  (з точки зору мінімальних температур). Визначено, що за  $T_{\text{пл}} (< 1420$  °C) раціональним можна вважати склад КШ, %: 10-52 CaO; 30-70 SiO<sub>2</sub>; 6-40 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

З використанням запропонованих різними авторами виразів розраховані зміни  $C_s$  та  $L_s$  модифікованих шлаків. Визначено, що з точки зору мінімізації витрат тепла на розплавлення, склад КШ наступний, %: 37-55 CaO; 33-51 SiO<sub>2</sub>; 5-24 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Необхідно відмітити, що практичне значення має не тільки температура плавлення модифікованого шлаку, а і його в'язкість (0,3-0,8 Па·с). Використали діаграму для в'язкості алюмосилікатів кальцію (при 1673 К) з роботи В.Г. Воскобойникова [11]. Визначено, що до раціонального складу малов'язкого КШ можна віднести наступний, %: 40-52 CaO; 32-57 SiO<sub>2</sub>; 3-27 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Необхідно відмітити, що як (SiO<sub>2</sub>), так і (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) можуть коливатись в широкому діапазоні >33% не суттєво впливаючи на в'язкість шлаку. Кількість (CaO) може коливатись у вузькому діапазоні ~13%, при цьому при вмісті (CaO) < 40% в'язкість шлаку вище 0,8 Па·с підвищується на 0,2 Па·с на 1% зменшення (CaO). З іншої сторони, при зростанні (CaO) понад 50% шлак стає нестійким, з підвищенням в'язкості ще більш швидкими темпами (>0,3 Па·с на 1% збільшення (CaO)).

Умови забезпечення хімічного складу для «хорошої» текучості шлаків визначали із використанням діаграми [11]. Визначено, що до такого складу КШ, слід віднести, %: 38-51 CaO; 36-51 SiO<sub>2</sub>; 5-21 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Для визначення хімічного складу ківшового шлаку, що відповідає усім перерахованим вище металургійним властивостям, застосували метод лінійного програмування (геометричним методом за методикою [12]). Визначені області оптимальних складів КШ розмістили на одній діаграмі (рис. 2). Згідно з рис. 2 усі чотири оптимальні області: 1 –  $T_{пл}$ ; 2 – «хорошої» текучості шлаку; 3 – в'язкості шлаку; 4 – плавкості шлаку, при перетині утворюють загальну зону  $P$ , з вмістом, %: 40-51 CaO; 36-51 SiO<sub>2</sub>; 6-21 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Такий склад модифікованого ківшового шлаку, ( $B_2=1,11-1,41$ ) з певними припущеннями, можна вважати раціональним, як таким, що задовольняє заданому діапазону обраних металургійних властивостей.



**Рис. 2.** Розміщення зони  $P$  раціонального хімічного складу ківшового шлаку з врахуванням визначених оптимальних діапазонів  $T_{пл}$  (1), «хорошої» текучості (2), в'язкості (3) та плавкості (4) шлаку



Згідно з результатами виконаних розрахунків  $C_s$  та  $L_s$  для модифікованих присадками ШАКП ківшових шлаків визначені раціональні витрати модифікаторів в залежності від їх хімічного складу та маси залишків доменного або міксерного шлаків (різних х/складів) на поверхні ківшової ванни перед початком операції десульфурзації чавуну. Розрахунки виконані як для умови забезпечення розрідження шлаків у період вдування вапна та магнію, так і для загушення кінцевих ківшових шлаків для полегшення їх скачування.

### Посилання

1. Сігарьов Є.М., Похвалітій А.А., Довженко О.В., Ісаков В.Н. Закономірності масообміну між ковшовою ванною та покривним шлаком. *Збірник наукових праць Дніпровського технічного університету: (технічні науки)*. Кам'янське: ДДТУ, вип. 2(33). 2018. С. 3-8.
2. Внепечная десульфурация чугуна в ковшах. Технология, исследования, анализ, совершенствование. Д.: *Дніпро-VAL*. Монографія, 2017. 252 с.
3. Frank N. H. Schrama, Elisabeth M. Beunder, Sourav K. Panda, HesselJan Visser, Elmira Moosavi-Khoonsari, Jilt Sietsma, Rob Boom & Yongxiang Yang (2021). Optimal hot metal desulphurisation slag considering iron loss and sulphur removal capacity part I: fundamentals. *Ironmaking & Steelmaking*. 1-13.
4. В. Домальски, К. Фабиан, Д. Нолле. Внедоменная десульфурация чугуна. *Черные металлы*. 1968. №17. С. 9-18.
5. Особенности шлакообразования в ковшах с жидким чугуном. Н.Т. Ткач, А.Ф. Шевченко, Д.В. Костенко, П.С. Лындя. *Сб. науч. тр. ИЧМ*. 2002. С. 167-174.
6. Сігарьов Є.М., Кочмола Д.С., Сігарьов М.К. Формування відкритої зони на міжфазовій границі при ковшовому рафінуванні розплаву. *Збірник наукових праць Дніпровського технічного університету: (технічні науки)*. Кам'янське: ДДТУ, вип. 1(32). 2018. С. 3-9.
7. Analysis of refining processes for ladle processing of steel. I.D. Buga, A.I. Trotsan, V.F. Belov a.o. *Metallurgical and mining industry*. 2010. №3. p. 16-20.
8. Kou M., Wu S., Ma X., Wang L., Chen M., Cai Q., Zhao B. Phase equilibrium studies of CaO–SiO<sub>2</sub>–MgO–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> system with binary basicity of 1.5 related to blast furnace slag. *Metallurgical and Materials Transactions B*. 2016. 47(2). 1093–1102.
9. Liu Y., Lu X.W., Li B., Bai C.G. Relationship between structure and viscosity of CaO–SiO<sub>2</sub>–MgO–30.00 wt.% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> slag by molecular dynamics simulation with FT-IR and Raman spectroscopy. *Ironmaking & Steelmaking*. 2018. 45(6). 492–501.
10. To cite this article: Frank N. H. Schrama, Fuzhong Ji, Adam Hunt, Elisabeth M. Beunder, Rhian Woolf, Alison Tuling, Peter Warren, Jilt Sietsma, Rob Boom & Yongxiang Yang (2020). Lowering iron losses during slag removal in hot metal desulphurisation without using fluoride. *Ironmaking & Steelmaking*. 47:5. 464-472.
11. Свойства жидких доменных шлаков. *Воскобойников В.Г., Дунаев Н.Е., Михалевич А.Г., Кухтин Т.И., Штенгельмейер С.В.* *Металлургия*, 1975. 184 с.
12. Ковшов В.Н., Петренко В.А., Верещак В.И. Оптимизация доменного процесса. *Днепропетровск: Арт-Пресс*. 1977. 108 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ РОЗПАДУ НЕДЕФОРМОВАНОГО ПЕРЕОХОЛОДЖЕНОГО АУСТЕНІТУ БОРОВМІСНОЇ СТАЛІ

*Ст. викладач М.О. Соболенко, ст. викладач Г.В. Кокашинська*

*Інститут промислових та бізнес технологій УДУНТ*

*м. Дніпро, Україна*

### **Вступ**

Застосування боровмісних сталей дозволяє суттєво розширити обсяги виробництва високоміцних виробів, одержуваних методами холодного об'ємного штампування (ХОШ). Наразі, способи, які використовуються для підготовки металу до подальшої холодної пластичної деформації (для ХОШ), мають низку недоліків, до яких належить і операція сфероїдизуючого відпалювання [1]. Необхідно зазначити, що сфероїдизуючий відпал, який здійснюється за традиційною технологією у шахтніх, ковпакових або прохідних роликкових печах, характеризується високими енергетичними та часовими затратами, а також низькою продуктивністю та складністю забезпечення рівномірного нагріву і охолодження оброблюваного металу [2].

Альтернативою термічній обробки (ТО) з нагрівом в печах стає електротермічна обробка металевих заготовок. Безсумнівною перевагою електротермічної обробки є отримання більш високого комплексу властивостей сталевих виробів, яке обумовлене специфічним впливом високих швидкостей нагріву на кінетику та механізм структурних змін сталі. До інших переваг можна віднести такі: виключення забруднення навколишнього середовища; зменшення окалино утворення; значне скорочення тривалості ТО [3].

Для розробки швидкісних режимів ТО боровмісної сталі потрібно знання закономірностей формування структури та властивостей під час нагрівання та охолодження. Перспективним матеріалом для виробництва високоміцних кріпильних виробів методом ХОШ слугує боровмісна сталь марки 30Г1Р [4]. Однак у відомих нам інформаційних технічних джерелах відсутні дані щодо особливостей структуроутворення цих сталей за швидкісним нагрівом та охолодженням. Тому дослідження закономірностей розпаду переохолодженого аустеніту боровмісної сталі є актуальним завданням.

### **Методика проведення експериментів та результати досліджень**

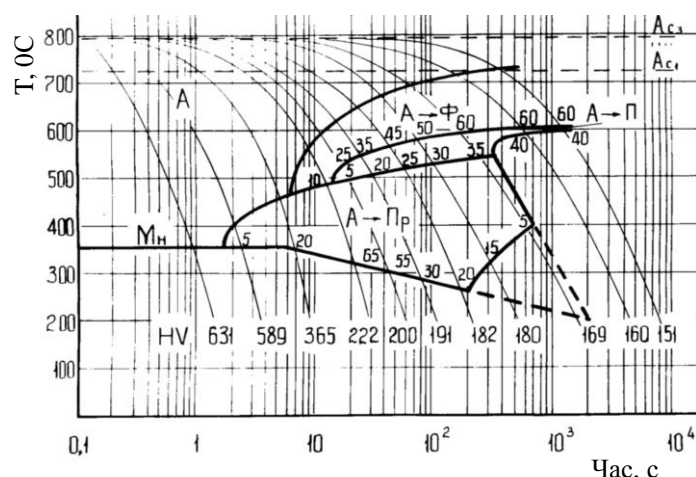
У дослідженнях кінетики розпаду переохолодженого аустеніту використовували катанку діаметром 6,5 мм зі сталі марки 30Г1Р такого хімічного складу: С – 0,30%; Si – 0,31%; Mn – 1,02%; S – 0,007%; P – 0,024%; Al – 0,020%; N – 0,016%; Ti – 0,017%; В – 0,0007.

Для реєстрації процесів перетворення у металі та встановлення відповідних температур (або інтервалів температур) перебудови кристалічної решітки застосовували диференціально – термічний метод аналізу (ДТА) [5], який доповнювали дослідженнями мікроструктури та твердості. Дослідження мікроструктури металу здійснювали на світловому металографічному мікроскопі «Neophot – 21», шліфи виготовляли за стандартною методикою.



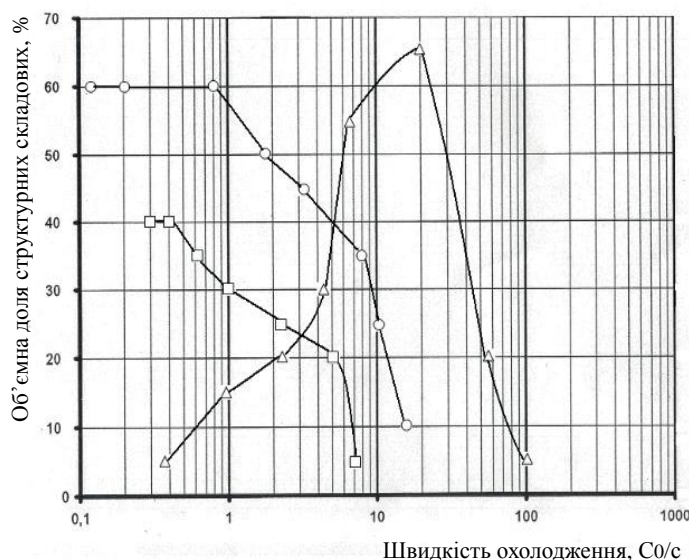
Вимірювання твердості зразків у лабораторних умовах проводили за шкалою Віккерса – на приладі типу ТП – 7Р1. Нагрівання зразків здійснювали у високотемпературній лабораторній установці, а необхідний діапазон швидкостей охолодження (від 0,14 до 350 °C/c) забезпечували шляхом підбору відповідного охолоджувального середовища.

Проведеними дослідженнями встановлено, що положення критичних точок сталі 30Г1Р вказаного хімічного складу відповідає температурам:  $A_{c1}=725\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $A_{c3}=795\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Для визначення режимів ТО та отримання різних структурних станів були побудовані термокінетичні діаграми розпаду переохолодженого аустеніту сталі (рис.1).



**Рисунок 1 – Термокінетична діаграма перетворення аустеніту борівмісної сталі 30Г1Р**

Проведені дослідження і аналіз отриманих даних дозволив побудувати графік структуроутворення сталі 30Г1Р вказаного хімічного складу. На рис. 2 представлено кількісний вміст структурних складових недеформованого аустеніту, що виникають при охолодженні з різними швидкостями.



**Рисунок 2 – Вплив швидкості охолодження на характер перетворення переохолодженого аустеніту сталі 30Г1Р:**

$\Delta$  – бейніт;  $\circ$  – ферит;  $\square$  – перліт

Аналіз закономірностей розпаду переохолодженого аустеніту сталі марки 30Г1Р показав, що перетворення за бездифузійним механізмом з утворенням мартенситу (рис. 3а) відбувається при швидкості охолодження не менш  $250\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ . Початок мартенситного перетворення відповідає температурній точці  $355\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ . Твердість продуктів розпаду дорівнює HV 631.



а



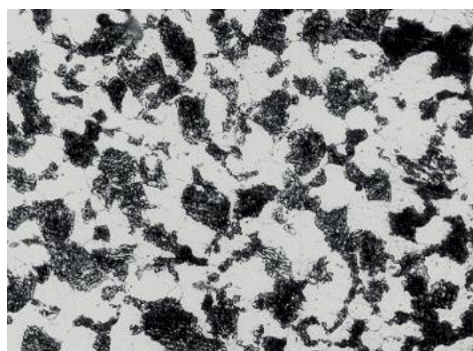
б



в



г



д

**Рисунок 3 – Мікроструктура зразків диференціально-термічного аналізу сталі 30Г1Р**

*а – HV=631; б – HV=365; в – HV=220; з – HV=169; д – HV=151*

Під час охолодження зі швидкістю нижче критичної встигають частково протікати дифузійні процеси з утворенням до 20% бейніту (рис. 3б), що призводить до зниження твердості до 365 HV. Подальше зниження швидкості охолодження (до  $40\text{...}30\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ ) спричиняє більш інтенсивне протікання

дифузійних процесів з виділенням у температурному інтервалі 500...550 °С структурно – вільного фериту (рис. 3в). Це призводить до істотного зниження твердості (215...222 HV), при цьому кількість структури проміжного типу досягає максимуму – 65%.

В сталі 30Г1Р утворення перліту відбувається у температурному інтервалі 500...600 °С при охолодженні зі швидкістю 20 °С/с і менше. Зниження швидкості охолодження призводить до плавного зростання кількості фериту та перліту у структурі, при цьому кількість бейніту та мартенситу зменшується, а при швидкості охолодження близько 1 °С/с процентне співвідношення цих структурних складових становить відповідно 60 та 35% і 4 та 1% (рис. 3г). Твердість сталі 30Г1Р з такою структурою дорівнює 169 HV.

При швидкостях охолодження 0,8 °С/с та менше відбувається чисто дифузійне перетворення аустеніту з утворенням 60% фериту та 40% перліту (рис. 3 д). Твердість такої структури становить 151 HV.

### ***Висновки***

1. Вивчено критичні точки і виявлено особливості впливу швидкості охолодження недеформованого аустеніту на об'ємну частку структурних складових боровмісної сталі 30Г1Р.

2. Отримано якісну і кількісну картину структуроутворення сталі 30Г1Р.

3. Проведені дослідження критичних точок і кінетики розпаду аустеніту за безперервного охолодження можуть бути використані для розроблення різних режимів ТО з окремого нагрівання сталі.

### ***Посилання***

1. Долженков І.Є. Термічна і деформаційно-термічна обробка металопрокату // Теорія і практика металургії. Дніпро.2002. №3(29). С. 30-36.
2. Швачич Г.Г., Колпак В.П., Соболенко М.О. Математичне моделювання швидкісних режимів термічної обробки довгомірних виробів // Теорія і практика металургії. Дніпро. 2007. №4 – 5 (59 – 60). С. 61 – 67.
3. Колпак В.П., Лещенко А.Н., Полторацький Л.М. Комплексні лінії електротермічної обробки сталюного прокату та дроту // Обладнання і технології термічної обробки металів і сплавів. Збірник доповідей 4 – того Міжнародного Конгресу, м. Харків. 2003. Том 1. С.42 – 44.
4. Парусов В.В., Парусов О.В., Сичков А.Б. Прокат із боровмісних сталей для високоміцних кріпільних виробів. Монографія. Дніпро. Арт – прес. 2010. 160 с.
5. Клименко О.П., Карнаух А.І., Буря А.І., Ситар В.І. Диференціально – термічний аналіз і технології термічної обробки. Монографія. Дніпро. Пороги. 2008. 323 с.

## УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ

*Доц., канд. техн. наук В.М. Сторожук,  
проф., докт. техн. наук Б.Я. Кишовецький; доц., канд. техн. наук О.Б. Ференц,  
ст. викл., канд. біол. наук О.М. Маєвська*  
**Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна**

На даному етапі розвитку суспільства питання управління відходами поряд з іншими екологічними проблемами посідають одне з чільних місць щодо забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку. Їх успішне вирішення можливе за умови систематичної та інтенсивної роботи з боку органів державного управління, науковців та громадськості у зв'язку з необхідністю узгодження комплексу екологічних, економічних та соціальних завдань.

В Україні відходи виробництва становлять домінуючу частину в загальному обсязі утворених/накопичених відходів і генеруються більшістю виробничих підприємств, діяльність яких пов'язана з видобутком і збагаченням корисних копалин, енергетикою, металургією, хімією і коксохімією, машинобудуванням і металообробкою, деревообробкою та целюлозно-паперовим виробництвом, легкою і харчовою промисловістю, сільським господарством, виробництвом продукції лісового господарства, веденням лісозаготівель тощо.

На підприємствах в результаті функціонування основного виробництва, допоміжних підрозділів і служб, а також забезпечення життєдіяльності працівників утворюється низка різноманітних відходів – відходів сфер виробництва та сфер споживання.

Правові, організаційні, економічні засади діяльності щодо запобігання утворенню, зменшення обсягів утворення відходів, зниження негативних наслідків від діяльності з управління відходами, сприяння підготовці відходів до повторного використання, рециклінгу і відновленню з метою запобігання їх негативному впливу на здоров'я людей та навколишнє природне середовище визначає Закон України «Про управління відходами» [1] (далі – Закон). Закон спрямований на забезпечення нормативно-правового регулювання в галузі управління відходами, що відповідає вимогам відповідних директив ЄС, зокрема, Директива Європейського Парламенту та Ради від 19.11.2008 № 2008/98/ЄС «Про відходи та скасування деяких Директив» [2] та ін.

Головним принципом національного законодавства у сфері управління відходами та міжнародних нормативних актів є впровадження ієрархії поводження з відходами, яка передбачає певну послідовність дій, спрямованих на керування відходами з метою максимального збереження ресурсів та мінімального видалення залишкових відходів.

Ієрархія управління відходами впроваджується органами влади, місцевого самоврядування, підприємствами, установами та організаціями з метою (у порядку пріоритетності) [1]:



- 1) запобігання утворенню відходів;
- 2) підготовки відходів до повторного використання;
- 3) рециклінгу;
- 4) відновлення відходів (у тому числі виробництва енергії);
- 5) видалення відходів.

Підприємства, які є утворювачами відходів, зобов'язані забезпечувати дотримання ієрархії управління відходами шляхом: планування та здійснення своєї діяльності таким чином, щоб запобігати утворенню відходів, зменшувати їх утворення, запобігати негативному впливу на здоров'я людей та навколишнє природне середовище під час проектування продукції, її виробництва, під час і після використання продукції; здійснення відновлення відходів, утворенню яких не вдалося запобігти, забезпечуючи підготовку відходів до повторного використання, рециклінгу або проведення інших операцій з відновлення, включаючи виробництво енергії; видалення лише тих відходів, що непридатні з технологічних чи економічних причин до рециклінгу або інших операцій з відновлення відходів.

Для вирішення проблем, пов'язаних з відходами виробництва, слід організувати виконання низки робіт, таких як інвентаризація (виявлення та ідентифікація) відходів, нормування утворення відходів, здійснення операцій управління відходами (рециклінг, відновлення, видалення відходів), забезпечення документального супроводу (організація первинного обліку і поточного контролю утворення відходів і поводження з ними, подання звітності та декларацій) [3 - 5].

В процесі інвентаризації відходи мають бути ідентифіковані з присвоєнням відповідного коду – віднесені до відповідної групи, підгрупи та виду відходів згідно чинного порядку класифікації відходів [6] з урахуванням джерела походження відходів, властивостей, у зв'язку з наявністю яких відходи є небезпечними, наявності у відходах компонентів із вмістом небезпечних речовин, перевищення лімітів концентрації яких може призвести до визнання відходів небезпечними.

Передбачаються заходи щодо запобігання утворенню та зменшення обсягів утворення відходів, визначаються умови тимчасового зберігання відходів до передавання спеціалізованим організаціям, розробляється план управління відходами.

Оскільки підприємства-утворювачі відходів зобов'язані обробляти відходи самостійно, за наявності відповідного дозволу, або передавати їх для оброблення суб'єктам господарювання у сфері управління відходами, які мають такий дозвіл [1], то необхідно визначитись, які операції з оброблення відходів планує здійснювати підприємство (згідно законодавчо закріпленого переліку операцій з відновлення відходів).

Суб'єкти господарювання, які мають намір здійснювати або здійснюють діяльність у сфері оброблення відходів, зобов'язані створити обліковий запис в інформаційній системі управління відходами «ЕкоСистема» та внести до системи визначені законодавством необхідні відомості.

Підприємства-утворювачі небезпечних відходів та ті суб'єкти господарювання, кому їх передано для обробки, а також всі власники інших відходів із загальним щорічним обсягом понад 50 тонн зобов'язані подавати Декларацію про відходи. Порядок подання декларації про відходи та форма декларації про відходи затверджені Постановою Кабінету міністрів України від 07.05.2022 р. № 556 [7].

Передбачається подання підприємством звітності, зокрема:

- декларації про відходи – через інформаційну систему «ЕкоСистема»;
- інформації про відходи та пов'язану з ними діяльність, що надається – органам виконавчої влади та органам місцевого самоврядування;
- інформації про стан управління з відпрацьованими мастилами (оливами) – до Державної екологічної інспекції України;
- статистичної звітності – у територіальні органи державної статистики України.

У разі сплати екологічного податку, передбаченого Податковим кодексом України [8], підприємство складає податкову декларацію.

### ***Висновки***

Розроблення і впровадження політики підприємства щодо запобігання утворенню та управління відходами дозволить зробити вагомий внесок у забезпечення сталого розвитку і досягти низки позитивних результатів, зокрема:

- зменшити ризики негативного впливу на здоров'я населення та навколишнє середовище від утворення відходів;
- запровадити практики управління, що відповідають принципам ієрархії відходів і які є найкращими з позицій міжнародного досвіду;
- оптимізувати можливості для запобігання утворенню та мінімізації кількості відходів;
- мінімізувати розміри екологічних платежів, витрати на видалення відходів та видатки щодо забезпечення розширеної відповідальності виробника;
- отримувати прибутки від використання чи реалізації продукції, отриманої внаслідок рециклінгу та відновлення відходів;
- покращити привабливість підприємства щодо співпраці з партнерами.

Належне управління відходами сприяє відверненню негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини, а також забезпечує раціональне використання ресурсного потенціалу відходів на території України.

### ***Посилання***

1. Закон України «Про управління відходами»: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>.
2. Директива Європейського Парламенту та Ради від 19.11.2008 №2008/98/ЄС «Про відходи та скасування деяких Директив»: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_029-08#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_029-08#Text).



3. Сторожук В.М. Технології захисту навколишнього середовища. Поводження з відходами: підручн. / В.М. Сторожук, О.В. Мельников, Б.Я. Кшивецький, Г.В. Сомар, І.А. Соколовський, О.М. Маєвська; М-во освіти і науки. Нац. лісотехн. ун-т України – К.: Видавничий дім "Професіонал", 2023. – 354 с.
4. Сторожук В.М. Забезпечення екологічної безпечності деревообробних виробництв / В.М. Сторожук, Б.Я. Кшивецький, О.Б. Ференц // Лісівництво, деревообробка та озеленення: стан, досягнення і перспективи. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з проблем вищої освіти і науки в системі МОН України (ДБТУ, 22–23 листопада 2022 р.). – Харків, 2022. – С. 54.
5. Сторожук В.М. Декларування відходів деревообробного підприємства у світлі реформування законодавства про управління відходами / В.М. Сторожук, Б.Я. Кшивецький, О.Б. Ференц, М.І. Максимів, Р.А. Яцюк // Лісівництво, деревообробка та озеленення: стан, досягнення і перспективи. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (ДБТУ, 24-25 жовтня 2023 р.). – Харків, 2023. – С. 158-160.
6. Постанова Кабінету Міністрів України від 20.10.2023 р. № 1102 «Про затвердження Порядку класифікації відходів та Національного переліку відходів»: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-poriadku-klasyfikatsii-vidkhodiv-ta-natsionalnoho-pereliku-vidkhodiv-i201023-1102>.
7. Постанова Кабінету Міністрів України від 07.05.2022 р. № 556 «Деякі питання подання декларації про відходи»: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/556-2022-%D0%BF#Text>.
8. Податковий кодекс України: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>.

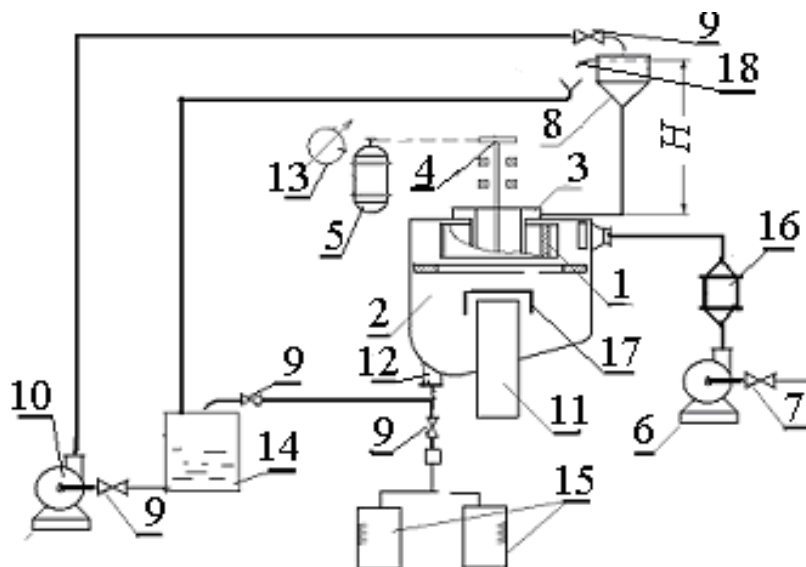
## **ЕНЕРГОВИТРАТИ ПЛІВКОВОГО ВІДЦЕНТРОВОГО РОЗПИЛЮВАЧА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПАРАМЕТРІВ ЙОГО РОБОТИ**

*Зав. лабораторії, викладач С.О. Фалько,  
здобувач освіти Н.В. Дорошенко*

***ВСП «Шосткинський фаховий коледж імені Івана Кожедуба Сумського державного університету», м. Шостка, Україна***

Для визначення енерговитрат розпилювача в залежності від параметрів роботи були проведені експериментальні дослідження на установці, схема якої наведена на рисунку 1.

Досліджувана рідина з напірної ємкості – 8, постійність рівня в якій забезпечується переливним пристроєм – 18, через пристрій – 3 поступала в плівковий розпилювач. Витрата рідини регулювалася висотою установки напірної ємкості 8. Виходячи з аналізу огляду існуючих методів вимірювання витрати рідини, з метою визначення продуктивності плівкового розпилювача, був прийнятий найбільш простий метод – по тривалості заповнення тарованої ємкості, яку можна визначити по ручному секундоміру.



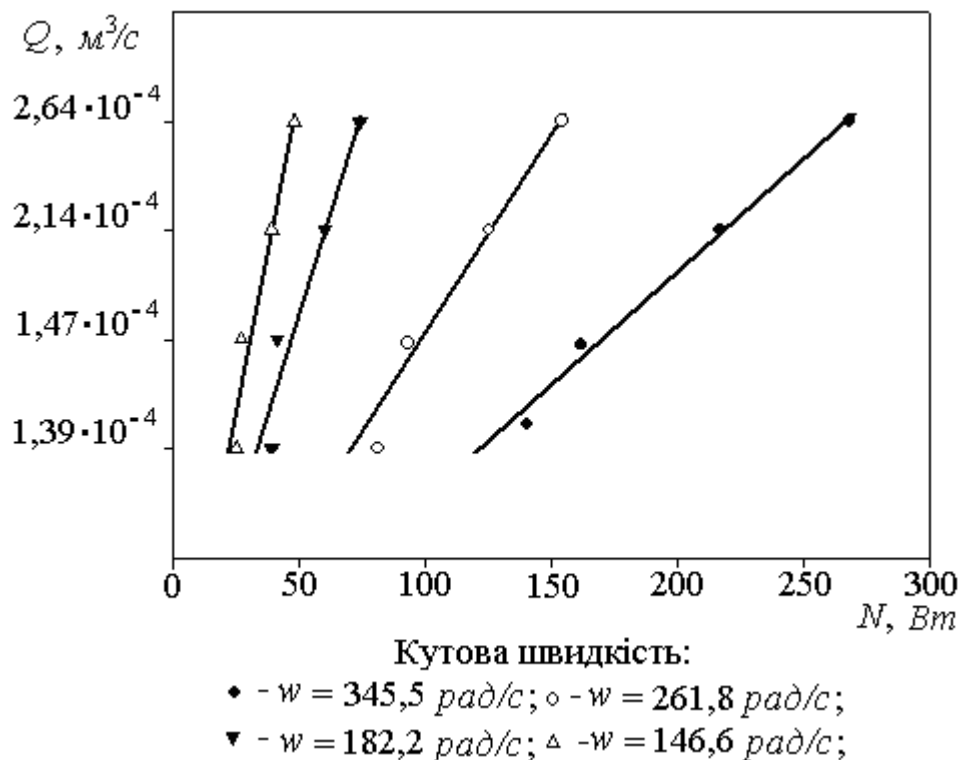
**Рис. 1. Принципова схема стану для дослідження параметрів процесів розпилення рідких плівок:**

1 – плівковий розпилювач рідини; 2 – ємкість стану; 3 – пристрій для подачі рідини в плівковий розпилювач; 4 – змінний шків; 5 – електродвигун; 6 – вентилятор ВВТ; 7 – регулятор витрати повітря; 8 – напірна ємкість; 9 – вентиля; 10 – насос пристрій; 11 – повітровід для відведення повітря; 12 – зливний патрубок; 13 – ватметр; 14 – приймальна ємкість; 15 – таровані ємкості; 16 – електродігрівач; 17 – пристрій що запобігає бризгоуносу; 18 – переливний пристрій

Цей спосіб забезпечує високу точність вимірювання витрати рідини. Помилка складає всього  $\pm 0,5\%$ . Змінні шкиви – 4, якими укомплектований стэнд, дозволяли встановлювати фіксоване число обертів розпилювача: 3000, 2500, 1700 і 1400 *об/хв*. В процесі проведення досліджень контроль числа обертів розпилювача проводився за допомогою тахометра *ТЧ10–Р*. При кожній швидкості обертання розпилювача  $n$ , *об/хв* фіксувалися показання амперметра та вольтметра, включених в електричний ланцюг електродвигуна. За показниками амперметра та вольтметра визначались значення повної потужності  $N_P$ , *Вт*, при роботі розпилювача з навантаженням  $Q$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ , і потужність холостого ходу (без навантаження за рідиною)  $N_h$ , *Вт*. Різниця  $N_r = N_P - N_h$ , *Вт* складала потужність, яка витрачається на розпилення рідини.

На рисунку 2 показана залежність потужності, що витрачається на розпилення рідини від її кількості (продуктивності розпилювача) при різних кутових швидкостях.

З графіку, представленому на рисунку 2 видно, що збільшення кутової швидкості розпилювача і збільшення витрати рідини, призводить до збільшення потужності, потрібної на розпилення рідини. Цьому можна знайти пояснення якщо проаналізувати формулу, яка досить точно дає можливість розрахувати потужності, що витрачається на розпилення рідини [34, с.92–94]:



**Рисунок 2. Залежність потужності, що витрачається на розпилення рідини від її кількості при різних кутових швидкостях плівкового розпилювача**

$$N = 1,095 \cdot 10^{-5} G n^2 \left( R_0 - \frac{1}{2} r_0^2 \right), \text{ кВт}, \quad (1)$$

де  $G$  – продуктивність віялового розпилювача в  $\text{кг/год}$ ;  $r_0$  – відстань по радіусу від осі до місця подання рідини в розпилювач в  $\text{м}$ ;  $n$  – число оборотів віялового розпилювача в секунду

Як можна бачити з формули, потужність прямо пропорційна помноженню продуктивності розпилювача на число його обертів.

### **Висновки**

При інших постійних параметрах, збільшення продуктивності плівкового відцентрового розпилювача і його числа обертів призводить до росту величини потужності, що витрачається на розпилення рідини.

### **Посилання**

1. Черняк Л. М., Фалько С. О., Самков О. В. Стенд для вивчення гідродинамічних параметрів вихрових апаратів //Матеріали та програма науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів фізико-технічного факультету: присвяченої Дню науки в Україні та 60-річчю СумДУ, 21-24 квітня – Суми: СумДУ, – 2008, Т.1, – 75–76.
2. Черняк Л. М., Фалько С. О. Дисперсний склад крапель у факелі, утвореним віяловим розпилювачем при диспергуванні малов'язких рідин.: «Восточно-европейский журнал передовых технологий», 4/5 (46), – 2010, – 16–19 с.

3. Dubrovskyy V. V., Podvysotskiy A. M., and Bashtovyy A. I. The effect of geometrical and hydrodynamic parameters of centrifugal atomizers on the disperse composition of a drop ensemble for different modes of liquid atomization // Proc. of the 11th Workshop on two-phase flow predictions, Merseburg, April 5-8, 2005.
4. Chen, S. K.; Lefebvre, A. H.; Rollbuhler, J. Influence of Geometric Features on the Performance of Pressure-Swirl Atomizers. J. Eng. Gas Turbines Power 1990,112, 579.

## **ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПОЛІМЕРНОЇ ІНДУСТРІЇ**

*Аспірант Д.Г. Філінський, керівник, докт. техн. наук, проф. О.В. Черваков,  
ст.викл. А.О.Філінська*

*Український державний університет науки і технологій,  
м. Дніпро, Україна*

Виробництво полімерних матеріалів динамічно розвивається і актуальними залишаються обговорення питань щодо негативного впливу полімерних відходів на довкілля та пошуки шляхів впровадження інноваційних технологій у виробництво полімерних матеріалів з короткотривалим терміном розкладення.

З прийняттям в липні 2023 року Закону України «Про управління відходами» змінюються основні концептуальні підходи, що полягають в запобіганні їх утворення, зменшенні обсягів та зниженні негативного впливу на здоров'я людей і навколишнє середовище. Полімерні матеріали, як домінуюча складова пакувальної галузі, є чи не найбільшим джерелом забруднення, оскільки для них притаманний досить тривалий термін розкладення. Тож питанням утилізації і перероблення полімерних матеріалів на сьогодні приділяється особлива увага [1, 2].

Наукові дослідження, що проводились до недавня, були спрямовані на створення полімерних матеріалів, стійких до дії чинників навколишнього середовища. Але зараз формується діаметрально протилежний підхід до даного питання. Його метою є одержання полімерних матеріалів, які зберігають експлуатаційні характеристики лише протягом періоду використання, а потім мають зазнавати фізико-хімічних і біологічних перетворень під дією чинників довкілля та легко деградувати в процесі метаболізму природних біосистем. Реалізація такого підходу можлива у зосередженні досліджень в двох основних напрямках. Один з них - це створення високомолекулярних сполук із природної полімерної сировини, а саме з вуглеводів і білків; інший - це надання традиційним синтетичним полімерам властивостей пришвидшеного біорозпаду.

Природні полімери представлені різними групами, серед яких основна - це відновлювані ресурси, біомаса тваринного та рослинного походження. Поширеними природними біополімерами рослинного походження є крохмаль, пектин, целюлоза та ін., тваринного - хітозан та желатин, мікробного - ксантан, гелан, керкогель R та ін. Природні полімери мають багато переваг, таких як відновлюваність, біорозкладність та біосумісність, і тому широко використовуються в багатьох галузях промисловості. Володіючи високим рівнем сумісності з живими організмами, вони виявляють обмежений шкідливий вплив на довкілля, і в результаті відіграють значну роль у розробленні стійких та екологічно чистих матеріалів. Останнім часом спостерігається помітний прогрес у дослідженні потенційного застосування природних полімерів, що вказує на доцільність їх використання у якості відновлюваної сировини багатоцільового призначення [3, 4].

Запропоновані біополімерні плівкоутворюючі стимулюючі композиції сільськогосподарського призначення, що поєднують у собі всі найбільш необхідні речовини для живлення рослин на основі таких природних полімерів як ксантанова смола, карбоксиметилцелюлоза та крохмаль [5]. Досліджено можливості застосування композицій на основі хітозану та крохмалю для одержання плівок медичного призначення [6, 7]. Підтверджено перспективність використання гідрогелів на основі хітозану для пролонгування та капсулювання лікарських препаратів [8]. Приділяється увага вивченню потенціалу природних полімерів у фармацевтичній галузі, де вони відіграють важливе значення в системі постачання ліків, включно з білками і пептидами [9]. Хітин-глюканові комплекси широко використовуються в різних сферах медицини, біотехнології, харчовій промисловості (особливо в пивоварінні для видалення осаду), косметології, сільському господарстві і промисловості у якості сорбентів, наповнювачів, агентів для іммобілізації ферментів [10]. Промислового застосування знаходить полігідроксибутират (ПГБ) – біополімер, який за фізичними властивостями, подібний полістиролу. Він виявлений у бактерії *Alcaligenes eutropus*. ПГБ швидко руйнується ґрунтовими мікроорганізмами. Його отримують під час вирощування *Azotobacter* на глюкозі з лімітацією кисню, а також *Alcaligenes* – під час дефіциту азоту в біологічно активному середовищі [11, 12]. Перспективним біорозкладальним полімером є полілактид, який отримують бактеріальною ферментацією кукурудзи, цукрового буряка. Він являє собою термопластичний кристалічний полімер з високою температурою плавлення і своїми фізико-механічними властивостями нагадує відомий синтетичний полімер – поліетилентерефталат, але на відміну від останнього повністю біодеградує в умовах компостування за гідролічним механізмом [13].

Незважаючи на низку переваг та екологічну привабливість, природні полімери мають і недоліки, які обмежують їх ефективне застосування. Наприклад, природним полімерним гідрогелям медичного призначення властиві недоліки з точки зору фізичної міцності та утримання вологи. І щоб усунути ці обмеження та підвищити їх ефективність при застосуванні у тканинній інженерії, використовуються стратегії, що включають зшивку та

кополімеризацію [14]. Виготовлення біопластику з крохмалю потребує використання пластифікаторів [15].

Здатність полімерів до біодеградації залежить від багатьох чинників, в основному від хімічного складу його молекулярного ланцюга. Він має бути гетероланцюговим та включати доступні до біорозкладу хімічні групи. Тож надання традиційним синтетичним полімерам властивостей пришвидшеного біорозпаду здійснюється за рахунок додавання до їх структури молекул з функціональними групами, які сприяють полімерному фоторозкладанню та пришвидшують руйнування полімеру під дією інших зовнішніх чинників (вологості, температури, дії мікроорганізмів та ін.). Виготовлення полімерів з біологічно руйнуючими натуральними добавками забезпечує одержання з них матеріалів, які у звичайних умовах стійкі до розкладання, а за різних інших умов (природних і спеціально створених) безпроблемно утилізуються, не створюючи екологічних ризиків.

### **Висновки**

1. В Україні і світі полімерні матеріали є основним джерелом забруднення. Актуальним питанням сьогодення залишається пошук шляхів зниження екологічних ризиків в умовах зростаючого попиту на полімерні матеріали і розширення сфер їх застосування у різних галузях промисловості.

2. Окреслено основні напрями науково-дослідницької діяльності щодо створення полімерних матеріалів з короткотривалим терміном розкладання.

3. Природні полімери розглядаються як перспективна, екологічна, відновлювана сировина багатоцільового призначення.

4. Виконуються роботи щодо створення спеціальних модифікуючих добавок до синтетичних полімерів, які призначені для прискорення процесу їх деструкції під впливом тепла, УФ променів, кисню та ін.

### **Посилання**

1. Lupinos, A. and HurzhiiN. (2018). Analysis of trends of development of enterprise activity in the field of polymeric waste utilization in Ukraine, Management and Entrepreneurship: Trends of Development, 2(04), pp. 55-63. <https://doi.org/10.26661/2522-1566-2018-2/04-06>.
2. Нові підходи до упарвління відходами в Україні / Павлюк С.К., Суха І.В., Філінська Т.Г., Філінська А.О. / XIV Всеукраїнська конференція «Молоді вчені 2024 – від теорії до практики» 21 березня 2024 р., Інститут промислових та бізнес-технологій УДУНТ, м. Дніпро (Україна) – 340с. (С.228-230).
3. Surjith Kumar Kumaran, Manika Chopra, Euna Oh, Hyo-Jick Choi (2020) Chapter 11 - Biopolymers and natural polymers. Polymer Science and Nanotechnology. Fundamentals and Applications. - P. 245-256. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816806-6.00011-X>.
4. Філінська Т.Г. Харчові полісахариди. Виробництво, властивості, використання. Навчальний посібник / Т.Г. Філінська, О.В. Черкаков, А.О. Філінська. – Д: ДВНЗ УДХТУ, 2017. – 253 с.



5. Струмінська, О. О., Байляк, М. М., & Курта, С. А. (2014). Microbiological properties of natural film-forming materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(10(68)), 34–40. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.22007>.
6. Фізико-хімічні властивості плівок на основі хітозану та технологія їх одержання [Текст] / О. В. Іщенко, І. О. Ляшок, В. І. Губатенко, А.-М. І. Осередчук, А. О. Варданян, І. В. Ресницький // Фізико-органічна хімія, фармакологія та фармацевтична технологія біологічно активних речовин : збірник наукових праць / за заг. ред. А. Ф. Попова. - Київ : КНУТД, 2019. - Вип. 2, Т. 1. - С. 262-270.
7. Іщенко, О. В. (2021). Плівки медичного призначення на основі полісахаридів. *Технічні науки та технології*, (1(19)), 257–263. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-1\(19\)-257-263](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-1(19)-257-263).
8. Побігай Г. А., Коновалова В. В., Гнатчук Н. М., Бурбан А. Ф. (2011) Методика отримання гідрогелів біомедичного призначення на основі хітозану та дослідження їхніх властивостей / Наукові записки. Наукма. Випуск 118. Хімічні науки і технології, С.17-21.
9. Sourabh Jain, Aakanchha Jain, Richa Jain, Nagendra Singh Chauhan (2024). Potential of natural polymeric materials in pharmaceuticals. *Pharmacological Research - Natural Products*. Volume 2, March 2024, 100014. <https://doi.org/10.1016/j.prenap.2024.100014>.
10. Siroid, O., Klechak, I., & Duhan, O. (2021). PROSPECTS OF INDUSTRIAL PRODUCTION OF CHITIN-GLUCAN COMPLEXES FROM FUNGAL CULTURES. *Food Science and Technology*, 15(4). p.69-76. <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2259>.
11. Таланюк В.В. (2020). Основні характеристики та промислове застосування біополімерів на основі полігідроксибутирату (огляд). *Науково-практичний журнал Екологічні науки*, №1(28), С.83-89. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.12>.
12. Technological features of welding of plastics based on polyhydroxybutyrate / Victoriya Talanyuk; Andriy Shadrin; Maksym Iurzhenko; Mykola Korab; Andriy Agarov // *Scientific Journal of TNTU*. — Tern. : TNTU, 2020. — Vol 97. — No 1. — P. 65–71. [https://doi.org/10.33108/visnyk\\_tntu2020.01.065](https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2020.01.065).
13. Лубська М. В. Біорозкладні полімерні матеріали на основі полілактиду / М. В. Лубська, Ю. О. Будаш // Тези доповідей XV Всеукраїнської наукової конференції молодих учених та студентів "Наукові розробки молоді на сучасному етапі". Т. 1 : Секція "Нові наукомісткі технології виробництва матеріалів, виробів широкого вжитку та спеціального призначення" : 28-29 квітня 2016 р. — К. : КНУТД, 2016. — С. 254. Електронний ресурс: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/4419>.
14. Han Zhang, Xiang Lin, Xinyue Cao, Yu Wang, Jinglin Wang, Yuanjin Zhao (2024). Developing natural polymers for skin wound healing. *Bioactive Materials* Volume 33, Pages 355-376. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2023.11.012>.
15. Mojica-Muñoz D. M., Macías-Sánchez K. L., Juárez-Hernández E. O., Rodríguez-Álvarez A., Grévy J.-M., Díaz-Valle A., Carrillo-Tripp M., Falcón-González J. M. (2024). Optimizing biodegradable plastics: Molecular dynamics insights into starch plasticization with glycerol and oleic acid. *Journal of Molecular Graphics and Modelling*. Vol. 126, January 2024, 108674. <https://doi.org/10.1016/j.jmgm.2023.108674>.

## **ФУРМА ДЛЯ ДЕСУЛЬФУРАЦІЇ ЧАВУНУ ЗЕРНИСТИМ МАГНІЄМ**

*Доц., канд. техн. наук Чубіна О.А., доц., канд. техн. наук Руденко М.Р.,  
магістрант Бринюк Н.В., магістрант Мись А.В., аспірант Руденко Р.М.  
Дніпровський державний технічний університет,  
м. Кам'янське, Україна*

У зв'язку з загальним прагненням промисловості до енерго- та ресурсозбереження і зростанням вимог споживачів чавуну і сталі до їхньої якості, відповідно зростають вимоги до ефективної позапічної обробки розплавів з метою рафінування від неметалевих домішок: сірки, фосфору, розчинених газів, окисних включень тощо. Виникає необхідність створення пристроїв, до яких пред'являються більш жорсткі вимоги щодо працеспроможності. Тобто їх стійкість – є найголовнішою задачею для металургії та машинобудування. Метою роботи є удосконалення технології десульфурації чавуну зернистим магнієм.

Одним із шляхів раціонального використання матеріалів, зниження витрати енергоносіїв, підвищення якості металу та збільшення терміну служби плавильного агрегату є розробка конструкцій фурм, які можуть забезпечити підвищення ступеню використання газопорошкових рафінувальних реагентів, зниження собівартості обробки розплаву магнієм, зниження витрати газокисневих енергоносіїв та збільшення терміну служби елементів фурм плавильного агрегату.

Розроблена конструкція фурми для десульфурації чавуну зернистим магнієм, за допомогою якої удосконалюється процес позапічної обробки рідкого чавуну [1], яка відноситься до лінійки занурених фурм, що подають газоподібні і/або порошкоподібні реагенти в зону обробки та рафінують її як у заливальних, так і чавуновозних ковшах або мікзерах на підприємствах чорної, а в деяких випадках (виробництво феронікелю) на підприємствах кольорової металургії.

Поставлена задача удосконалення фурми для десульфурації чавуну зернистим магнієм вирішується шляхом установки сопла у вигляді конструкції «труба в трубі», що забезпечує двопоточну подачу газу, внаслідок чого підвищується ступень використання газопорошкових рафінувальних реагентів. Це забезпечить зниження собівартості обробки розплаву магнієм, зменшить витрати газокисневих енергоносіїв. За рахунок цього покращиться якість металу, що обробляється, при збільшенні терміну служби елементів фурми плавильного агрегату.

Конструктивно фурма для десульфурації чавуну зернистим магнієм включає: каркас із вогнетривкої футерівки, канал фурми з роздільником двофазного потоку, відводи з соплами вбудованими під кутом  $45 \pm 15^\circ$  до вертикальної осі фурми, сопла відводів, що виконані у вигляді конструкції «труба в трубі», роздільник двофазного потоку з'єднаний з внутрішніми

трубами сопел з зовнішньою циліндричною камерою, яка з'єднана з міжтрубним простором сопел та за допомогою зміювика – з каналом підводу газу.

Завдяки конструкції сопла у вигляді «труба в трубі» забезпечується можливість двопоточної подачі суміші газу або зернистого магнію та газу в розплав. Внаслідок чого знижується температурне навантаження на внутрішню трубу сопла та досягається охолодження устя сопел, що запобігає їх розігріванню і запечатуванню розм'якшеним магнієм. Таким чином забезпечується найефективніше продування розплаву, підвищується міцність вогнетривкої футерівки, стійкість сопла та фурми.

Наявність у запропонованій конструкції фурми каналу підводу газу забезпечить підведення додаткового газу в фурму для створення двопоточної подачі, яка дозволить регулювати співвідношення газу/зернистого магнію, швидкість подачі реагенту, що дасть можливість знизити їх витрати.

Завдяки наявності зміювика, що з'єднує канал підводу газу і зовнішню циліндричну камеру роздільника двофазного потоку знижується температурне навантаження за рахунок охолодження стовбура фурми, внаслідок чого підвищуються стійкість вогнетривкої футерівки та регенерація тепла, яке попадає на фурму шляхом підігріву газу, що подається в розплав та знижуються втрати тепла на процес.

Наявність зовнішньої циліндричної камери, яка з'єднує зміювик з міжтрубним простором сопел, забезпечить турбулізацію розплаву та його перемішування, створення захисної газової оболонки зони виходу зернистого магнію із сопла, що попередить захльостування рідким розплавом устя сопла та підвищить ступень регулювання введення зернистого магнію за рахунок перерозподілу подачі газу в соплі.

Лабораторні дослідження показали, що для введення магнію і його ефективного перемішування в розплаві необхідно визначити витрату газоносія. Останнє залежить від швидкості виходу газу і магнію із сопла, яка лімітується бурхливістю процесу введення. Занурена фурма з організацією двохпоточної системи продування дозволяє регулювати витрату газу без збільшення швидкості потоку, за рахунок зростання площі введення газу в розплав через сопло конструкції «труба в трубі». Це дозволить створювати рівномірне перемішування ванни чавуну, навіть при значних витратах магнію, з високим ступенем засвоєння та наповнення ковша.

**Висновки.** Запропонована конструкція фурми для десульфурації чавуну зернистим магнієм дозволить покращити управління процесом та підвищить техніко-економічні показники обробки розплавів.

#### *Посилання*

1. Патент №151243, Україна, МПК С21С 1/02 (2006.01) 25.01.2022, u202200307, Опубл. 22.06.2022, бюл. № 25.

## NEW METHOD OF THE CONVERTER TUB COMBINED BLOWING TECHNOLOGY WITH USING MULTIDECK TUYERE

*Cand. of Sc. (in Tech.), Senior scientist researcher P.O. Yushkevych  
The Iron and Steel Institute im. Z. I. Nekrasova of the National Academy of  
Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine, e-mail: [isi.dps.r@gmail.com](mailto:isi.dps.r@gmail.com).*

**The relevance and the state of the question.** The oxygen-converter methods of obtaining a mass assortment is dominant in Ukraine and to the world today [1-3]. The part production of steel from converter can be more than 70 % of the total, in Ukraine such indicators were reached in 2017 [1-3]. According to the World Steel Association (WSA) data, the total volume of steel production in Ukraine for 2023 amounted to 6228 thousand tons [1, 2]. At the same time, according to [4, 5], from January 2023 to October 2023, metallurgical enterprises were loaded only at 20% of their capacities [4, 5, 7]. Despite this, the production of mass-scale converter steel remains dominant compared to electric steelmaking process and the Marten method for steel production. According to the oxygen-converter method of obtaining steel in Ukraine, the following are currently working: PJSC "KAMET-STAL", PJSC "ArselorMyttal Kryvyy Rih", PJSC "Dniprovs'kyy metalurhiynyy zavod", which have for the design capacities in total 11 converters working according to the technology of top blowing, with capacity from 60 to 250 tons [7].

From the three main industrial methods of obtaining steel in Ukraine, the oxygen converter method is the most promising today as it allows to provide [1-3, 6]: the highest productivity; don't need to use external fuel and energy resource carriers with obtaining the end steel semicon product of the required chemical composition and more other strong advantages. Marks of converter steel with quality such as the Marten and electric steel is the most favorable in the cost of production according to the data given in the source [6]. Therefore, the development of new, or improvement of existing technologies for oxygen converter production of steel is a topical and promising area of research.

**The purpose of the article.** Presentation of results in the developed and worked out new technological method for combined blowing of the converter tub with oxygen and neutral gas using multideck top tuyere, which makes it possible to ensure a stable state of blowing under variable conditions and charging of the converter melt, to increase the quantity of afterburning  $\{CO\}$  to  $\{CO_2\}$  in the mixture of waste converter gases which increases the productivity of the melt converting processes.

**Features of a new technological method for combined blowing in the converter tub and research methods.** In accordance with the above, has been developed a new technological method for combined blowing in the converter tub with oxygen and neutral gas using multideck top tuyere. During this blowing of the melt in the working space of the converter tub simultaneously from the four bottom tubular nozzles with the neutral gas -  $\{N_2\}$  need for mixing melt from below and

above the mixing with four supersonic oxygen jets formed by the Laval nozzles of the nozzle tip together with eight sonic oxygen jets formed by the cylindrical nozzles of the lower blowing unit. Provided that the level of the slag-gas-metal emulsion rises above the limits of lower blowing block to the limits of the upper blowing block, at certain moments, in the blowing gets involved eight more sonic oxygen jets, which were formed by the cylindrical nozzles of the upper blowing block.

During of a series laboratory experiments for high-temperature physical modeling was developed and worked out a new method of combined converter tub blowing technology which one is using multideck tuyere. High-temperature physical modeling was carried out on a scale model of a sixty-kilogram oxygen converter, made 1:18 to the industrial unit. The converter model was equipped with a mechanical system for moving the top tuyere; four bottom tuyeres; helped to supplying process gases, the equipment for supplying and draining cooling water is a exhaust device and gas removal system also control and measuring equipment. The bottom tuyeres were located equidistant from each other beyond 0.5 from  $R_k$  – the radius of the bottom of the converter model and were made in the form of cylindrical tubular nozzles in the lining blocks.

Liquid cast iron preheated to 1550°C was used as a modeling environment. Liquid cast iron had the following chemical composition: [C] – carbon from 4 to 4.4%; [Si] – silicon from 0.5 to 1.0%; [Mn] – manganese from 0.1 to 0.4%; [S] – sulfur from 0.02 to 0.05%; [P] – phosphorus from 0.04 to 0.08%. As slag-forming materials used, crushed lime and slag were to sizes from 5 to 10 mm. The process of converting the melt was carried out according to a pre-compiled technological program for the blowing in the slag mode. The entire blowing process was recorded on a camera with a recording speed of up to three hundred frames per second, to record the characteristics of the melt conversion process.

**The main research materials.** The conducted high-temperature physical modeling made it possible to experimentally confirm that the course of a new method for the blowing converter tub combined technology with oxygen from top with a neutral gas and from the bottom using multideck tuyere as in the case of traditional combined blowing [7], of three main periods: the first - ignition of the melt and slag formation; the second - intensive carbon oxidation; the third – finishing for the chemical composition and temperature of the melt. At the same time, combined blowing in a new method technology with the use of a multideck top tuyere contributed to:

1. Faster dissolution of slag-forming materials with early formation of liquid and highly basic slag, with improvement of dephosphorization of the melt;

2. To improve the flow of hydro-gas-dynamic and heat-mass exchange processes during each of the periods of blowing and homogenization of the entire volume of the melt, both in terms of temperature and chemical composition;

3. The stable formation of burning torches {CO} to {CO<sub>2</sub>} in the mixture of waste gases, without their aggressive effect on the defense lining of the converter,

with the appearance of their development from the moment of ignition of the fuse until the end of the period of intensive carbon oxidation;

4. The stable course of blowing, with controlled development of macrophysical phenomena with minimization of the occurrence overflows of the melt emissions and metallization of the multideck tuyere and other converter equipment;

5. To increase the productivity of the process of converting the melt due to the reduction of the duration of blowing until obtaining a steel semi-product of the final chemical composition with the required output temperature.

Do was established that the use of a multideck tuyere with a group of Laval nozzles and two groups of cylindrical nozzles designed to create sonic oxygen jets increases the afterburning of {CO} to {CO<sub>2</sub>} in the range from 29 to 43% which exceeds the corresponding indicators with the use of a conventional two-tier lance in the range from 14 to 28%. The location of the blowing blocks on the trunk of the multideck tuyere and the angle of inclination of the cylindrical nozzles of the blocks to the vertical axis of the tuyere, were calculated so as to ensure the maximum possible interaction of afterburning torches from {CO} to {CO<sub>2</sub>} with layers of the melt with transferring up to 65% of the generated heat to the melt. Afterburning {CO} to {CO<sub>2</sub>} led to the release of heat in size: 565 kJ/mol.O<sub>2</sub> (565000 J/mol.O<sub>2</sub>) or 135 kcal/mol. O<sub>2</sub> (135000 kcal/mol.O<sub>2</sub>) or 0,157 kWh/mol. O<sub>2</sub> (157 Wh/mol. O<sub>2</sub>). The temperature during the afterburning of {CO} to {CO<sub>2</sub>} in the combustion torch was reached up to 3000 °C. The increase in the degree of afterburning {CO} to {CO<sub>2</sub>} had a favorable effect on the reduction of the total volume of waste gases, which allows, without changing the throughput of gas removal system, to increase the intensity of oxygen blowing by 50% from the increase in the share of afterburning {CO<sub>2</sub>} in the total composition of waste gases.

At the same temperature of liquid cast iron and other initial conditions in experimental melts on a new technological method for combined blowing of the converter tub with oxygen and neutral gas using multideck top tuyere in tip which four Laval nozzles with bottom and top blowing blocks which have each one eight cylindrical nozzles, the final melting temperature of the steel semi-product was higher in the range from 80 °C to 140 °C compared to blowing under the same conditions using a traditional multi-nozzle tuyere, only by increasing the share of afterburning {CO} to {CO<sub>2</sub>} without using external fuel resources and energy carriers during purging.

### **Conclusions**

1. Developed and was worked out during a series laboratory experiments of high-temperature physical modeling on a large-scale model of an oxygen converter, a new technological method for combined blowing for the converter tub with oxygen and neutral gas using a multideck top tuyere;

2. High-temperature physical modeling was carried out, which made it possible to experimentally confirm that new technological method for combined blowing of the converter tub with oxygen and neutral gas using a multideck top



tuyere, get a number of advantages, including: has a favorable effect on controllability, was stability of the flow and development of macrophysical phenomena; increases the quantity of afterburning {CO} to {CO<sub>2</sub>} in the mixture of the waste converter gases and increases the productivity of the melt converting process.

3. Do was established that the use of a multideck tuyere with a group of Laval nozzles and two groups of cylindrical nozzles designed to create sonic oxygen jets increases the afterburning of {CO} to {CO<sub>2</sub>} in the range from 29 to 43% and give chance to increase final melting temperature of the steel semi-product from 80 °C to 140 °C compared to blowing under the same conditions using a traditional multi-nozzle tuyere, only by increasing the share of afterburning {CO} to {CO<sub>2</sub>} without using external fuel resources and energy carriers during blowing.

### References

1. Yushkevych P.O. [The condition and experience of using oxygen converters at metallurgical enterprises of modern Ukraine]. *Fundamental'ni ta prykladni problemy chornoyi metalurhiyi. [Fundamental and applied problems of ferrous metallurgy]*. 2023. No. 37. pp. 304-315. – <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2023-37-304-315> (Ukr.)
2. Total production of crude steel: World total 2023 (2023 MAP). – [https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/annual-production-steel-data/?ind=P1\\_crude\\_steel\\_total\\_pub/CHN/IND/WORLD\\_ALL/UKR](https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/annual-production-steel-data/?ind=P1_crude_steel_total_pub/CHN/IND/WORLD_ALL/UKR)
3. Trotsan, A. I., & Turkov, A. V. [Konverterne vyrobnytstvo v Ukrayini i v sviti]. – [http://www.confcontact.com/20110531/tn10\\_trocan.htm](http://www.confcontact.com/20110531/tn10_trocan.htm)
4. [Metallurgical and mining enterprises of Ukraine operate on 15-20% of power – expert]. – <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3620198-metalurgijni-ta-girnicorudni-pidpriemstva-ukraini-pracuut-na-1520-potuznosti-ekspert.html> (Ukr.)
5. [Ukrainian metallurgy continues to reduce production volumes]. – <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3679910-ukrainska-metalurgia-prodovzue-skorocuvati-obsagi-virobnictva.html> (Ukr.)
6. Khaustov V., Venher V. [Construction of electrometallurgical industrial enterprises is a promising direction of development of the metallurgical industry in general]. – <https://zn.ua/macrolevel/metallurgiya-ukrainy-kuda-idem-313251.html>
7. Yushkevych P.O. [Analysis of the formation of the reactionary zone of interaction into the melt in converter aggregate and systematization of equations to determine the depth of its penetration]. *VPDTU: zb. nauk. prats'. Seriya: Tekhnichni nauky. [PSTU: Coll. Sciences. works. Series: Technical Sciences.]* 2023. No. 47. pp. 181-191. – <https://doi.org/10.31498/2225-6733.47.2023.300057> (Ukr.)

————— **Секція 2** —————

**ЯКІСТЬ В ОСВІТІ**

МОДЕРАТОР – ЛУЗИК ЕЛЬВИРА 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 Украина,  
глава Катедра Педагогика и психология на професионалното образование  
Национален авиационен университет (Київ)

**ПРО ДОСВІД СПІВПРАЦІ КАФЕДРИ ДИЗАЙНУ  
ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
З АСОЦІАЦІЄЮ ТЕКСТИЛЬНИХ ДЕКОРАТОРІВ  
І ДИЗАЙНЕРІВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ**

*Зав. каф.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц. Е.В. Базилюк*

<sup>1</sup>Кафедра дизайну

*Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна*

Співпраця вищих навчальних закладів з професійними організаціями, роботодавцями і бізнесом є важливою складовою організації якісного навчального процесу, підготовки фахівців, затребуваних на ринку праці. Тривалий час представники бізнес-спільнот в Україні позиціонували себе незалежними експертами і критиками якості вищої освіти, намагаючись уникати участі в освітньому процесі та комунікації з освітньою спільнотою. Проте, все частіше спостерігається тенденція спілкування представників бізнесу з студентством. Успішні бізнесмени і фахівці-практики частіше діляться власним досвідом, створюють для студентів навчальні кейси, заохочують до співпраці та запрошують на роботу талановитих і активних студентів, які проявили себе ще на етапі навчання. Деколи успішні фахівці-підприємці шукають і пропонують співпрацю закладам вищої освіти, переслідуючи не лише комерційну вигоду.

В 2021 році до керівництва Хмельницького національного університету звернулась Ірина Сосницька – президентка Асоціації текстильних декораторів і дизайнерів України (АТДДУ) – з запитом щодо підготовки спеціалістів з текстильного декору інтер'єрів. Пані Ірина звернула увагу, що в Україні є затребуваними спеціалісти, які можуть оздобити приміщення текстилем з врахуванням стиля, кольористики, запитів замовників, проте в Національному класифікаторі України «Класифікатор професій» ДК 003:2010 [1] професія текстильного декоратора інтер'єрів відсутня. Члени АТДДУ, більшість яких є успішними бізнесменами, здобували знання самостійно, поєднуючи навички різних професій: з дизайну інтер'єрів, проектування текстильних виробів, фотографіки, колористики, рисунку, технологій виготовлення швейних виробів тощо. Отже, метою пані Сосницької було започаткування нової професії, а для Хмельницького національного університету (ХНУ), зокрема для кафедри дизайну, важливою стала можливість розширити професійні можливості своїх випускників, підвищити їх конкурентспроможність на ринку праці, отримати досвід від успішних професіоналів-практиків.

Перша офіційна зустріч з членами АТДДУ відбулась за участі керівництва ХНУ, зокрема ректора Сергія Матюха та проректора з науково-педагогічної роботи Віктора Лопатовського, 8 лютого 2022 року. Зустріч проходила онлайн, на платформі ZOOM. Учасниками зустрічі були текстильні декоратори інтер'єрів з Одеси, Харкова, Дніпра, Києва та інших міст України (рис.1).

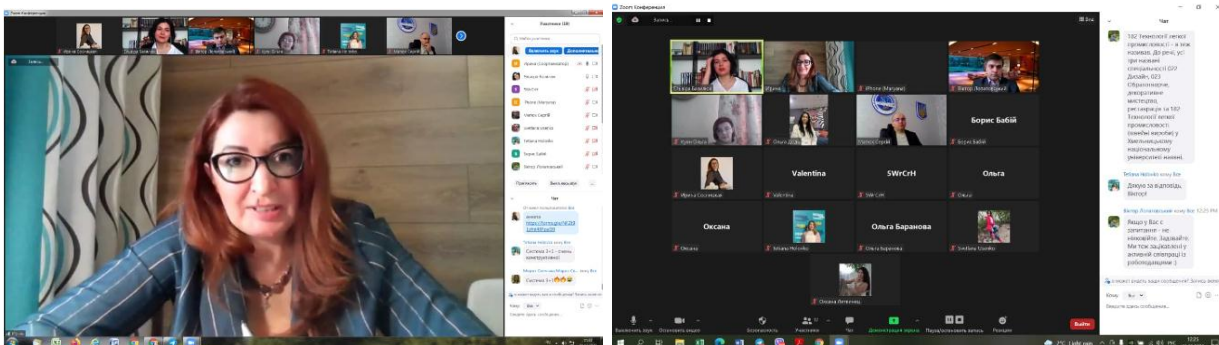


Рисунок 1 – Перша онлайн зустріч

В ході зустрічі 8 лютого 2022 року були обговорені напрямки співпраці для популяризації актуальної і затребуваної на ринку праці професії текстильного декоратора. Як зазначила на зустрічі пані Ірина Сосницька, пропозиція від АТДДУ щодо співпраці була надана кільком закладам вищої освіти, але погодився впроваджувати цей задум лише Хмельницький національний університет. За результатами цієї першої зустрічі було погоджено розробити вибірккову програму мініог для студентів-дизайнерів, а також була визначена дорожня карта по впровадженню цієї програми в освітній процес [2, 3]. Наступна зустріч була запланована на 26 лютого 2022 року. Проте, 24 лютого почалась війна: росія атакувала мирні міста України.

Зважаючи на те, що Хмельницький національний університет розміщений не в зоні активних бойових дій, навчання було поновлене через 2 тижні після початку повномасштабної війни. Але кілька місяців знадобилося, щоб адаптуватися українцям до нових реалій: періодичних ракетних обстрілів, повітряних тривог, залучення викладачів і студентів до волонтерської роботи (плетіння маскувальних сіток, облаштування укриттів, допомоги біженцям, військовим). Отже, друга робоча зустріч відбулась значно пізніше, ніж планувалось: 19 жовтня 2022 року.

Зустрічі 19 жовтня 2022 року відбувалась онлайн на платформі ZOOM, але кількість учасників була меншою і майже всі члени АТДДУ знаходились за межами України (в Республіці Польщі, Італії, Франції, Німеччині). За результатами цієї зустрічі було визначено, що програма мініог буде містити чотири дисципліни, на яких студенти-дизайнери зможуть: вивчати асортимент і стилістику текстильного декору; вивчати матеріали, конструкції і фурнітуру для текстильного декору; набувати навички впровадження проектів у виробництво, здійснення авторського контролю; а також ознайомляться з психологією продажів. Важливі для текстильного декоратора знання і навички з рисунку, основ композиції, кольорознавства, історії мистецтва і дизайну, комп'ютерної графіки студенти-дизайнери здобувають на обов'язкових дисциплінах освітньої програми «Дизайн інтер'єру та меблів». Для презентації студентам програми мініог була обрана дата 23 листопада 2023 року [4, 5].

Проте, 23 листопада зустріч не відбулась, оскільки напередодні в м. Хмельницькому в результаті ракетного обстрілу була пошкоджена інфраструктура: місто було майже повністю знеструмлено, світло та інтернет підключали по черзі в різних районах міста лише по кілька годин. Тому презентація програми була перенесена на наступний день і відбулась 24 листопада, під час нетривалого підключення електроенергії, з невеликою кількістю учасників [6]. Запис зустрічі і текстовий опис було поширено для студентів через Viber.

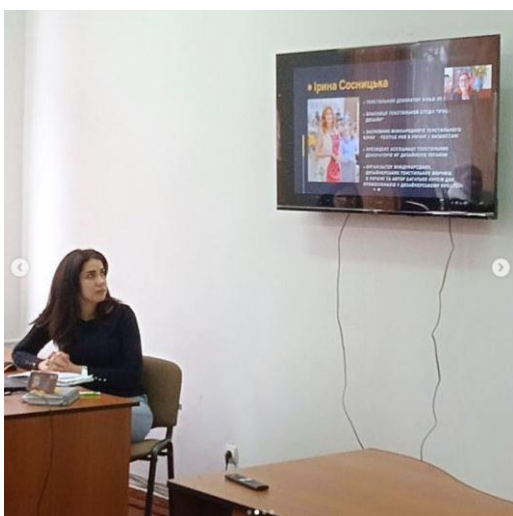
Робота над змістом дисциплін продовжувалась навіть після презентації програми студентам. Файл з змістом дисциплін був розміщений на Google-диску, де учасники обговорення могли надати коментарі і пропозиції. Обговорення також проводились у вигляді переписки в Telegram, а 29 березня 2023 року була проведена робоча зустріч, щоб узгодити нові пропозиції, відкоригувати назви тем лекцій та доповнити програму новими темами: як працювати з клієнтом, отримати замовлення, оформити портфоліо, рекламувати свій бренд [7].

На зустрічі 29 березня також були обговорені питання подальшої співпраці. Зокрема, присутні члени АТДДУ мали можливість познайомитися з власницею студії текстильного декору «Margo», розташованого в м. Хмельницькому, дизайнеркою інтер'єрів Маргаритою Бобровською, яка дала згоду очно викладати дисципліни програми мініог для студентів ХНУ. Також на цій зустрічі керівники хмельницьких салонів з текстильного декору погодились брати на практику студентів, які будуть вивчати дисципліни з текстильного декорування. Обговорена була участь членів АТДДУ в наповненні матеріальної бази кафедри дизайну зразками текстильних матеріалів і фурнітури. Члени АТДДУ, які знаходились за кордоном, радо відгукнулись на можливість проведення гостьових лекцій, щоб ділитися з студентами власним досвідом, а також висвітлювати нові світові тенденції з текстильного декорування інтер'єрів. Президентка АТДДУ І.Сосницька пообіцяла надавати консультації з фахових тем, а також виявила бажання моніторити наповнення дисциплін програми мініог, щоб мати можливість забезпечити студентів найбільш актуальними знаннями.

Остаточне затвердження програми мініог «Текстильний дизайн та декорування інтер'єрів» відбулось на науково-методичній раді ХНУ 23 листопада 2023 року (протокол №3). Таким чином, розроблена програма мініог – це вибіркова програма, яку студенти можуть обрати за власним бажанням. Програма включає чотири навчальні дисципліни по 4 кредити ЄКТС: «Текстильний декор в інтер'єрі», «Матеріали, технології та конструкції текстильних виробів для інтер'єру», «Презентація та маркетинг проекту текстильного декорування інтер'єру», «Реалізація проекту текстильного декорування інтер'єру». До розробки програми долучились 11 фахівчинь, власниць і керівниць салонів з текстильного декору: Ірина Сосницька – засновниця TextileHUB, керівниця салону «Ірис-дизайн» (м.Одеса); Ольга Додь – керівниця та провідний текстильний декоратор

салону штор «Exclusive» (м.Хмельницький), Оксана Богомаз – керівниця текстильної компанії «GARNY collection» (м. Київ); Олена Гололобова – керівниця салону штор «Прованс» (м.Київ); Євгенія Старченко – керівниця і головний дизайнер Майстерні Зої Беркович (м.Одеса); Надія Кучанська – керівниця текстильної компанії «Multi-штори» (м.Дніпро); Тетяна Головка – керівниця салону штор «IT\_Deco студія», (м.Харьків); Тетяна Іванова – керівниця студії ”MONE” (м. Біла Церква); Ольга Куян – керівниця салону штор "Еліт" (м.Хмельницький); Оксана Бондаренко – керівниця і текстильна декораторка салону «Enigma textile club» (м Київ); Людмила Харлампович – керівниця і головна декораторка Студії текстильного дизайну «LuX Deco» (м.Ковель).

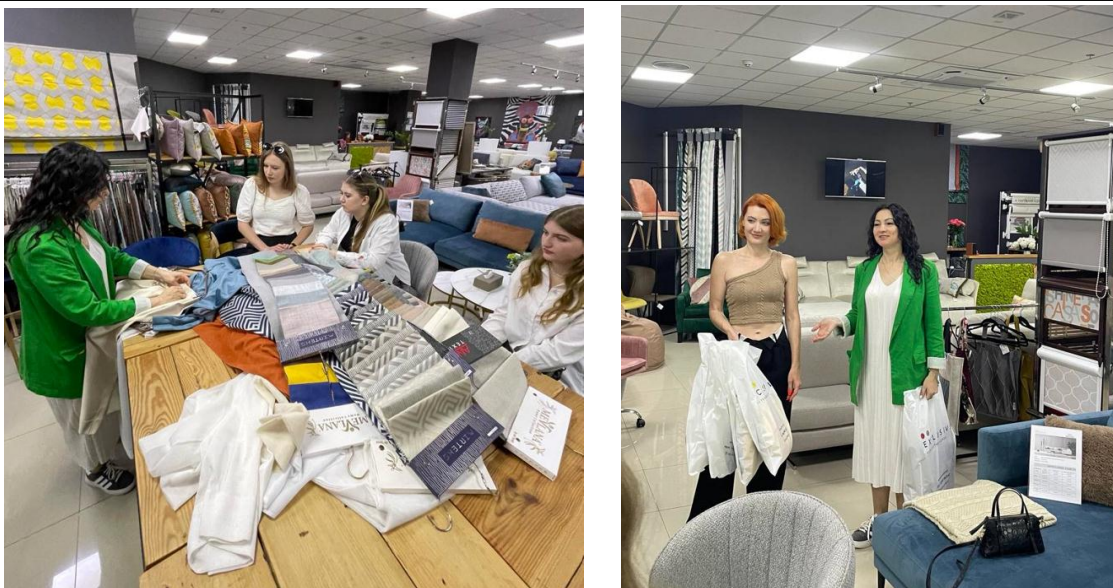
Вивчення студентами дисциплін «Текстильний декор в інтер'єрі» і «Матеріали, технології та конструкції текстильних виробів для інтер'єру» розпочалось в II семестрі 2023/24 навчального року. В березні 2024 р. відбулось дві гостьових лекції, в форматі онлайн на платформі ZOOM: «Унікальність, можливості та перспективи професії текстильний декоратор» (лекторка І. Сосницька), «Сучасні тренди і тенденції» (лекторка Т. Головка) [8, 9].



**Рисунок 2 – Гостьові лекції від І. Сосницької та Т. Головка**

23 травня 2024 року, в рамках співпраці з АТДДУ, проводилось виїзне заняття в салоні штор «Exclusive» [10]. Під час заняття Ольга Додь, власниця салону і членкиня АТДДУ, розповідала студентам про різні види штор, особливостями підбору матеріалів та фурнітури (рис.3). Для проведення лабораторних занять власниця салону подарувала зразки матеріалів.





**Рисунок 3 – Виїзне заняття в салоні штор «Exclusive»**

### ***Висновки***

В умовах війни Хмельницький національний університет, як і інші навчальні заклади України, стикнувся з рядом викликів, які ускладнювали, а деколи унеможливлювали проведення занять в звичних форматах. Проведенню навчання під час війни в містах, віддалених від активних бойових дій, перешкоджають: небезпека для життя від ракетних обстрілів, відсутність світла та інтернету. Викладачі та студенти мусили адаптуватися до таких умов навчання та набули навичок швидкого реагування на зміну планів та навчальних локацій.

Українські підприємці лише в перші місяці повномасштабної війни зменшили рівень підтримки освітнього процесу та співпраці, але швидко адаптувались до нових викликів і відчули значну відповідальність за майбутнє України, зокрема в підготовці майбутніх кваліфікованих спеціалістів.

Співпраця з АТДДУ, навіть в умовах війни, сприяє залученості представників малого бізнесу до наповнення навчальних аудиторій зразками-експонатами, зразками матеріалів, фурнітури. Крім того, успішні підприємці-члени АТДДУ активно долучаються до спілкування з студентами, проявляють ініціативу щодо передачі особистого досвіду і знань з розвитку власного бізнесу, бренду, кар'єри.

Встановлення та перебіг співпраці кафедри дизайну ХНУ з представниками бізнес-спільноти, які є членами Асоціації текстильних декораторів та дизайнерів України, висвітлено на сайті кафедри дизайну ХНУ і на сторінках Instagram @kaf\_design\_khnu, @sosnitskaia.textilehub та інших членів АТДДУ.

**Посилання**

1. Національний класифікатор України «Класифікатор професій» ДК 003:2010 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va327609-10#Text>
2. АТДДУ & Хмельницький національний університет. Професія текстильний декоратор [Електронний ресурс] / Ірина Сосницька // АТДДУ. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://atddu.com.ua/professiya/>
3. Перша робоча сесія Асоціації текстильних декораторів і дизайнерів України та Хмельницького національного університету [Електронний ресурс] / Е.Базилук // Хмельницький національний університет. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://dz.khmnu.edu.ua/persha-robocha-sesiya-asocziacziyi-tekstnyh-dekuratoriv-i-dyzajneriv-ukrayiny-ta-hmelnyczkogo-nacziionalnogo-universytetu/>
4. Продовження співпраці Асоціації текстильних декораторів і дизайнерів України та Хмельницького національного університету [Електронний ресурс] / Е.Базилук // Хмельницький національний університет. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://dz.khmnu.edu.ua/prodovzhennya-spivpraczi-asocziacziyi-tekstnyh-dekuratoriv-i-dyzajneriv-ukrayiny-ta-hmelnyczkogo-nacziionalnogo-universytetu/>
5. Навчання професії текстильний декоратор. ХНУ-АТДДУ [Електронний ресурс] / Ірина Сосницька // АТДДУ. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://atddu.com.ua/prezentaciya-24112022/>
6. Презентації вибіркових дисциплін з текстильного декорування інтер'єрів [Електронний ресурс] / Е.Базилук // Хмельницький національний університет. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://dz.khmnu.edu.ua/prezentacziyi-vybirkovyh-dysczyplin-z-tekstynogo-dekoruvannya-interyeriv/>
7. Зустріч з членами Асоціації текстильних декораторів і дизайнерів України. Розроблення нової дисципліни [Електронний ресурс]/ Е.Базилук // Хмельницький національний університет. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://dz.khmnu.edu.ua/zustrich-z-chlenamy-asocziacziyi-tekstnyh-dekuratoriv-i-dyzajneriv-ukrayiny-rozroblennya-novoyi-dysczypliny/>
8. Гостьова лекція президентки Асоціації текстильних декораторів і дизайнерів України Ірини Сосницької [Електронний ресурс] / Е.Базилук // Хмельницький національний університет. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://dz.khmnu.edu.ua/gostova-lekczziya-prezydentky-asocziacziyi-tekstnyh-dekuratoriv-i-dyzajneriv-ukrayiny-iry-n-sosnyczkoyi/>
9. Гостьова лекція керівниці салону штор «IT\_Deco студія» Тетяни Головки [Електронний ресурс] / Е.Базилук // Хмельницький національний університет. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://dz.khmnu.edu.ua/gostova-lekczziya-kerivnyczy-salonu-shtor-it-deco-studiya-tetyany-golovko/>
10. Виїзне заняття студентів в салоні штор “Exclusive”. [Електронний ресурс] / Е.Базилук // Хмельницький національний університет. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://dz.khmnu.edu.ua/vyyizne-zanyattya-studentiv-v-saloni-shtor-exclusive/>

## **ДОСВІД МОНІТОРИНГУ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ З ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ У ГАЛУЗІ МЕТАЛУРГІЇ**

**(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*  
Кафедра теорії, технології та автоматизації металургійних процесів НФ УДУНТ  
**Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)**  
**Дніпро, Україна**

Наказом МОН України від 11 липня 2019 р. №977 було затверджено «Положення про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» [1]. Серед критеріїв оцінювання якості освітньої програми, що наведені у додатку до цього документа, є такий, який містить рекомендації щодо внутрішнього забезпечення її якості (критерій 8). Цим критерієм рекомендовано забезпечувати якість програми за рахунок дотримання процедур її розроблення, затвердження, моніторингу та періодичного перегляду освітньої програми. Останні дві процедури по суті є інструментом зворотного зв'язку та налаштування/адаптації освітньої програми до зовнішніх умов, що змінюються. Це вкрай важливо і тому потребує більш детального аналізу (далі).

ОПП «Металургія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 13 «Механічна інженерія», спеціальності 136 «Металургія» Нікопольського факультету (НФ) Українського державного університету науки і технологій (УДУНТ) було розроблено на основі стандарту вищої освіти України для першого (бакалаврського) рівня галузі знань 13 «Механічна інженерія», спеціальності 136 «Металургія», затвердженого та введеного в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 04.10.2018 року №1072 [2] та відповідно до наказу МОН України від 26.04.2021 р. №464 «Про утворення Українського державного університету науки і технологій» з метою продовження реалізації ОПП «Металургія».

У 2021-22 рр. провідними фахівцями факультету за безпосередньої участі стейкхолдерів (роботодавців) ОПП «Металургія» було остаточно скориговано та введено в дію наказом ректора [3]. Широкомасштабне вторгнення на територію України у лютому 2022 р., введення воєнного стану в Україні та евакуація факультету з м. Нікополь до м. Дніпро завадили проведенню своєчасної акредитації програми. Тим не менше, у квітні 2024 р., враховуючи умови воєнного стану та віднесення території Нікопольської міської територіальної громади до таких, що розташовані на територіях активних бойових дій, нацагентством із забезпечення якості вищої освіти було прийняте рішення про надання програмі чергової умовної (відкладеної) акредитації [4]. Тут важливо зазначити, що названа форма акредитації ніяким чином не «відмінила» і не «спростила» завдань групи забезпечення якості названої ОПП щодо виконання вимог (критеріїв), наведених у додатку до згаданого вище Положення [1].

На наше переконання одним з важливих завдань щодо вдосконалення освітньої програми і, відповідно, формування добротного звіту з самооцінювання і в цілому – акредитаційної справи є забезпечення актуальних та достовірних даних щодо формування відповідних програмних компетентностей і програмних результатів навчання, запропонованих стандартом вищої освіти й додаткових, визначених навчальним закладом та роботодавцями. Щоб мати такі дані, бажано мати валідну методику (процедуру) для їх отримання та інтерпретації. Але перш ніж розглядати питання методики, слід уточнити: - А що таке взагалі «моніторинг» та «моніторингові дослідження»?

Українська вільна енциклопедія Вікіпедія та сайт Leksika, посилаючись на українську енциклопедію ім. М.П. Бажана, наводять загальне визначення терміну: *моніторинг* (англ. *monitoring* — контроль, від лат. *monitor* — той, хто попереджає, застерігає, радник, консультант) — регулярне спостереження за станом природних, технічних і соціальних процесів з метою їх оцінки, контролю та прогнозування. ... Найпоширеніші системи моніторингу: за станом навколишнього природного середовища, громадської думки з певних питань, злочинності. Порядок проведення моніторингу регулюється відповідними правилами. Інформація, що отримана ... кладеться в основу рішень, що приймаються державними органами, політичними партіями, громадськими організаціями тощо [5].

Більш чіткі визначення для моніторингу як процедури та його завдань як інструменту вдалося знайти в англомовному сегменті Інтернету. Так, на сайті Мінприроди уряду Нової Зеландії [6]. Тут моніторинг « ... - це перевірка того, що ми хочемо досягти, і наявність інформації, на основі якої можна приймати обґрунтовані рішення щодо управління ресурсами. ... Моніторинг є постійним і систематичним процесом». Там же ж зазначається, що моніторинг повинен передбачати:

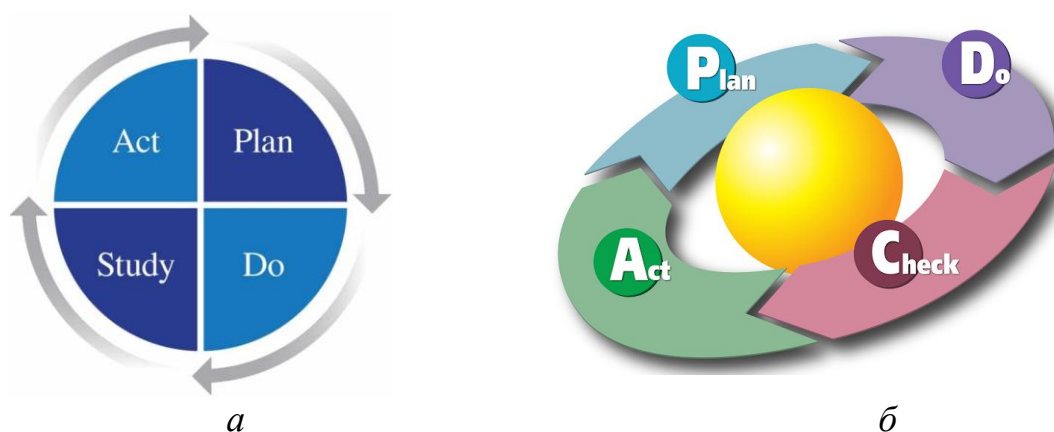
- плановий і повторний збір даних;
- аналіз та інтерпретація;
- звітність за результатами моніторингу;
- рекомендації щодо дій (які зазвичай включають звітність про моніторинг);
- вжиття заходів та перегляд дій.

На сторінці групи незалежної оцінки (IEG) групи світового банку (World Bank Group) зазначається, що моніторинг може бути визначений як «...Безперервна функція, яка використовує систематичний збір даних про визначені показники для надання керівництву та основним зацікавленим сторонам щодо поточного втручання в розвиток показників ступеня прогресу та досягнення цілей і прогресу у використанні виділених ресурсів» [7]. При цьому зазначається, що інформація моніторингу є необхідною, але недостатньою для ретельного оцінювання. Хоча інформацію про моніторинг можна збирати та використовувати для цілей поточного управління, довіра до такої інформації не може бути стовідсотковою через те, що вона зазвичай

охоплює лише певні аспекти діяльності проекту чи програми, що обумовлює обережне використання цієї інформації. Робиться висновок про те, що правильно було б покладатися на інформацію моніторингу для виявлення потенційних проблемних питань, що вимагають більш детального дослідження за допомогою оцінки.

В навчальному посібнику від групи EvalCommunity, що презентований на відповідному ресурсі, надані основні тези щодо сутності, функцій та основних елементів моніторингу. Визначення моніторингу є наступним: «Моніторинг – це процес спостереження та відстеження діяльності та прогресу. ... це постійний, безперервний процес, що вимагає збору даних у кількох точках протягом програмного або проектного циклу, в тому числі на початку, щоб забезпечити базову лінію, цілі. Використовується для відстеження змін продуктивності програми з часом. Мета – дозволити зацікавленим сторонам приймати обґрунтовані рішення щодо ефективності програм та ефективного використання ресурсів...» [8]. В тому ж джерелі зазначається, що моніторинг можна використовувати, щоб визначити, чи потребують коригування дії під час втручання для покращення бажаних результатів.

Наведені визначення моніторингу дозволяють вважати його частиною загальновідомого циклу Шухарта-Демінга, а саме в частині вивчення/перевірки (*study* або *check* на рис. 1). Ця частина (вивчення/перевірка) і є в нашому контексті «моніторинг». А сам цикл, який часто позначають скороченням PDCA, можна вважати процедурою забезпечення якості (галузь не має значення). Для галузі освіти – процедура забезпечення якості освіти (освітніх послуг).



**Рис. 1. Цикл Шухарта-Демінга (PDCA):**

*a* – зображення з сайту Інституту Демінга [9]; *б* – зображення з авторського сайту [10]

На офіційному сайті Державної служби якості освіти України надане наступне визначення: «Моніторинг якості освіти - це система послідовних і систематичних заходів, що здійснюються з метою виявлення та відстеження тенденцій у розвитку якості освіти в країні, на окремих територіях, у закладах освіти (інших суб'єктах освітньої діяльності), встановлення відповідності



фактичних результатів освітньої діяльності її заявленим цілям, а також оцінювання ступеня, напряму і причин відхилень від цілей» [11]. По суті – це спосіб отримання інформації про досягнення / не досягнення цілей освітнього процесу та результатів, що заплановані відповідними освітніми програмами.

Назване на початку «Положення про акредитацію...» [1] та вимога (критерій 8) щодо моніторингу та періодичного перегляду освітньої програми зазвичай є відправним пунктом при розробці вишами відповідних Положень, якими врегульовуються ці питання. З метою вивчення досвіду інших навчальних закладів авторами було досліджено декілька таких документів. Так, наприклад, у Положенні, що розроблене в НТУ КПІ ім. Ігоря Сікорського зазначено, що «...Моніторинг ОП здійснюють для встановлення досяжності визначених цілей та результатів навчання... Моніторинг ОП передбачає щорічне опитування учасників освітнього процесу, які задіяні в реалізації ОП (здобувачі ВО, науково-педагогічні працівники, навчально-допоміжний і адміністративно-управлінський персонал Університету), опитування випускників, роботодавців та інших зовнішніх стейкхолдерів, перевірку залишкових знань здобувачів ВО тощо» [12].

В Положенні, що розроблене у НУБіП України, у підрозділі, присвяченому моніторингу ОП зазначено наступне: «...Моніторинг освітньої програми здійснюється з метою визначення, чи є призначення кредитів, означені результати навчання та розраховане навчальне навантаження досяжними, реалістичними та адекватними. Моніторинг здійснюється, як правило, проектною групою. До здійснення моніторингу можуть долучатися експерти: НПП, професіонали-практики, здобувачі вищої освіти. Суттєвим елементом для перевірки та перегляду призначення кредитів є зворотний зв'язок із зацікавленими сторонами.» [13].

В документі, що розроблений в ДНУ ім. О. Гончара [14], зазначається, що до виконання завдань моніторингу освітніх програм в цьому університеті залучені: випускові кафедри, групи забезпечення освітніх програм спеціальності та бюро із забезпечення якості вищої освіти та освітньої діяльності факультету/центру (Бюро з якості). Такий підхід, маючи певну перевагу через «спеціалізацію» окремих підрозділів та робочих груп на тих чи інших питаннях, на наш погляд певною мірою ускладнює обробку результатів моніторингу та формування рішень щодо вдосконалення освітніх програм.

На наше переконання найбільш важливими елементами моніторингу будь якої освітньої програми є опитування випускників та представників ринку праці (роботодавців) з питань якості освітніх програм та підготовленості випускників до професійної діяльності. Цей підхід присутній в усіх згаданих Положеннях, що були розглянуті. Але сюди ж ми б додали опитування роботодавців та галузевих асоціацій щодо змісту освітніх програм з точки зору їх відповідності сучасному рівню розвитку тієї чи іншої галузі економіки (промисловості), сфери людської діяльності (послуг) тощо. Такий підхід нами застосовувався з часів започаткування освітньої програми і відображений у багатьох публікаціях, перелік яких наведений на сайті



Нікопольського факультету [15]. Так, наприклад, в одній з останніх публікацій, після детального аналізу сучасних тенденцій в розвитку чорної металургії та ситуації на міжнародних ринках металопродукції нами було зроблено висновок про наступне. «...ОПП Металургія, що реалізовується Нікопольським факультетом УДУНТ, в цілому задовольняє чинним вимогам і враховує основні побажання (на час її створення) ключових стейкхолдерів, але потребує коригування з метою урахування сучасних тенденцій в світлі євроінтеграційних процесів України та реалізації національної цілі щодо скорочення викидів парникових газів, в т.ч. в металургійній галузі. Важливою умовою при цьому є узгодження коригувань ОПП з основними роботодавцями – партнерами факультету щодо врахування специфіки того чи іншого підприємства та обраної ним стратегії модернізації виробництва» [16].

Наш багаторічний досвід також показує, що ефективність (якість) формування у здобувачів освіти відповідних програмних компетентностей і програмних результатів навчання значною мірою залежить від базового рівня підготовки потенційних вступників. Тут йдеться про фундаментальну підготовку з дисциплін фізико-математичного циклу (STEM), яка є визначальною для подальшої успішності у вищій школі, що було показано і нами, і іншими дослідниками. Так, авторами [17] показано, що разом з «вічними» предметами на кшталт письма, арифметики та геометрії в сучасних технічному та постіндустріальному суспільствах стали вельми затребуваними такі шкільні предмети, як алгебра, тригонометрія, біологія, хімія та фізика (рис. 2).

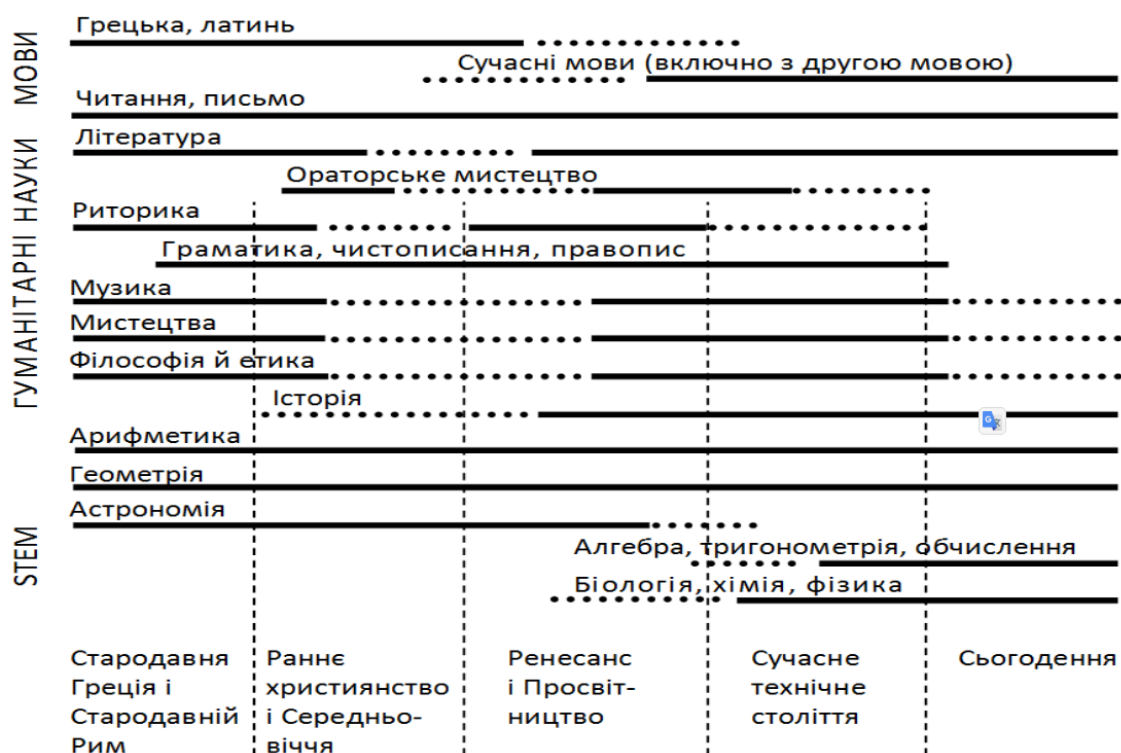


Рис. 2. Наявність та затребуваність шкільних предметів за різних часів\*

\* відтворено з першоджерела [17]

Висновки, отримані в роботі [17], знайшли підтвердження і в дослідженнях за участі авторів [18], в яких доведено, що важливим завданням під час реалізації освітньої програми з металургії є моніторинг та актуалізація знань з базових шкільних предметів (математика, фізика, хімія). Не менш важливою є підтримка постійного зворотного зв'язку з роботодавцями і розширення арсеналу заходів та засобів для врахування їх пропозицій (зауважень). У науково-методологічному напрямі для подальших досліджень представляє чималий інтерес проблема подолання об'єктивного протиріччя між постіндустріальним суспільством (відповідно й мисленням, орієнтацією сучасної науки на людину та її потреби) та індустріальним виробництвом й індустріально орієнтованою освітою.

### ***Висновки***

Моніторинг освітніх програм повинний обов'язково включати не тільки анкетування (опитування) роботодавців, як ключових стейкхолдерів, але й певною мірою оцінювати відповідність змісту освітнього процесу сучасному рівню розвитку тієї чи іншої галузі економіки (промисловості), сфери людської діяльності (послуг) тощо.

Важливим аспектом моніторингу є також оцінка того, як враховується базовий рівень фундаментальної підготовки вступників на освітню програму з точки зору його відповідності мінімальним вимогам для успішного опанування освітніх компонент ОПП та формування належного рівня програмних компетентностей і програмних результатів навчання, запропонованих стандартом вищої освіти й додаткових, визначених навчальним закладом та роботодавцями

### ***Посилання***

1. Положення про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти // Офіційний портал Верховної ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-19#Text> (дата звернення 01.06.2024).
2. Офіційний сайт МОН України. Затверджені стандарти вищої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/136-Metalurhiya-bakalavr.pdf> (дата звернення 01.06.2024).
3. Освітньо-професійна програма «Металургія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 136 Металургія: Веб-сторінка Нікопольського факультету УДУНТ. URL: <https://nmetau.edu.ua/ua/mfac/i3002/p4402> (дата звернення 01.06.2024).
4. Сайт Нацагентства із забезпечення якості вищої освіти. Протоколи засідань. Протокол № 9 (59) від 16.04.2024. URL: <http://surl.li/uikxx> (дата звернення 01.06.2024).
5. Юридична енциклопедія. – К.: Українська енциклопедія ім. М.П. Бажана, 2001. – Т. 3.

6. The Quality Planning Resource // Environmental monitoring portal of the New Zealand Ministry of Environment. URL: <https://www.qualityplanning.org.nz/node/1022> (дата звернення 02.06.2024).
7. Портал Independent Evaluation Group (IEG). URL: <https://ieg.worldbankgroup.org/about-us> (дата звернення 02.06.2024).
8. Unveiling the Essentials of Monitoring: A Comprehensive Guide // EvalCommunity. URL: <https://www.evalcommunity.com/career-center/what-is-monitoring/> (дата звернення 02.06.2024).
9. The W. Edwards Deming Institute®. URL: <https://deming.org/explore/pdsa/> (дата звернення 01.06.2024).
10. Авторський сайт KARNBULSUK. URL: <https://www.bulsuk.com/2009/02/taking-first-step-with-pdca.html> (дата звернення 01.06.2024).
11. Офіційний сайт Державної служби якості освіти України. Моніторингові дослідження. URL: <https://sqe.gov.ua/diyalnist/monitoringovi-doslidzhennya/> (дата звернення 01.06.2024).
12. Положення про розроблення, затвердження, моніторинг та перегляд освітніх програм в КПІ ім. Ігоря Сікорського // Офіційний сайт КПІ ім. І. Сікорського. URL: <https://osvita.kpi.ua/node/137> (дата звернення 01.06.2024).
13. Положення про освітні програми в Національному університеті біоресурсів і природокористування України. URL: [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u284/polozhennya\\_osvitni\\_programi\\_26\\_kvintnya\\_2023.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u284/polozhennya_osvitni_programi_26_kvintnya_2023.pdf) (дата звернення 01.06.2024).
14. Порядок розроблення, моніторингу, періодичного перегляду та закриття освітніх програм. URL: [https://www.dnu.dp.ua/docs/obgovorennya/Poriadok\\_Rozroblennya\\_OP\\_2020.pdf](https://www.dnu.dp.ua/docs/obgovorennya/Poriadok_Rozroblennya_OP_2020.pdf) (дата звернення 01.06.2024).
15. Офіційний сайт ІПБТ УДУНТ. Наукові публікації за результатами роботи НФ з реалізації освітніх програм. URL: <https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2062/p4742> (дата звернення 01.06.2024).
16. Балакін В.Ф., Хохлова Т.С., Ступак Ю.О. Зелений перехід як поштовх до переосмислення та редизайну окремих компонент освітньої програми підготовки фахівців з металургії (на прикладі ОПП Металургія бакалаврського рівня) / VI Міжнар. конф. "Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід" (16-18 січня, 2024, Дніпро, Україна). Електронне видання. – Дніпро, Журфонд, 2024. – С. 6-20.
17. Fadel Charles, Bialik Maya, Trilling Bernie. (2015). Four-Dimensional Education. URL: [https://www.researchgate.net/publication/318430582\\_Four-Dimensional\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/318430582_Four-Dimensional_Education) (дата звернення 01.06.2024).
18. Хохлова Т.С., Ступак Ю.О., Савченко Г.Г. (2020) Зміст та якість базової освіти як суттєвий чинник якості підготовки фахівців у сучасному технічному закладі вищої освіти. Освітні обрії. №1(50). 2020. – С. 190-200 (DOI: <https://doi.org/10.15330/obrii.50.1.190-200>).

## ОСОБЛИВОСТІ ДУАЛЬНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ КУРСАНТІВ ОСВІТНІХ ЗАКЛАДІВ СИСТЕМИ ДСНС

*Полковник служби цивільного захисту,  
докт. наук з держ. упр., проф<sup>1</sup>. С.А. Вавренюк*

*<sup>1</sup>Кафедра пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій  
Національний університет цивільного захисту України  
м. Харків, Україна*

Дуальна форма навчання в закладах освіти Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) поєднує теоретичне навчання в освітніх закладах із практичною підготовкою на базі підрозділів ДСНС[1]. Це забезпечує ефективну підготовку фахівців, які зможуть відразу після закінчення навчання виконувати свої обов'язки на високому рівні.

Основні аспекти дуальної форми навчання:

1. Співвідношення теорії і практики:
  - Теоретична частина навчання включає традиційні академічні заняття, які проводяться в закладах освіти ДСНС[2].
  - Практична частина передбачає стажування та роботу на об'єктах ДСНС, де курсанти можуть застосовувати отримані знання на практиці.
2. Переваги дуальної форми навчання:
  - Практичний досвід: Курсанти отримують реальний досвід роботи в умовах, наближених до реальних, що підвищує їхню готовність до професійної діяльності.
  - Підвищення мотивації: Застосування теоретичних знань на практиці допомагає курсантам краще розуміти навчальний матеріал і підвищує їхню мотивацію до навчання.
  - Працевлаштування: Випускники, які пройшли дуальну форму навчання, мають більші шанси на працевлаштування, оскільки вони вже знайомі з робочими процесами та мають досвід роботи.
3. Організація навчального процесу:
  - Співпраця з підрозділами ДСНС: заклади освіти структури ДСНС по погодженням зі структурними підрозділами в областях відправляють на стажування і навчальну практику здобувачів вищої освіти на різні посади, для здобуття практичного досвіду.
  - Планування навчання: Навчальний план розробляється таким чином, щоб теоретичні заняття чергувалися з практичними. Це забезпечує оптимальне поєднання теорії та практики.
4. Вимоги до здобувачів:
  - Здобувачі повинні проявляти високу мотивацію та готовність до інтенсивної роботи як в аудиторії, так і на місцях проведення практики.
  - Важливими є дисципліна та відповідальність, оскільки практичні заняття часто проводяться в умовах підвищеної небезпеки.
5. Роль наставників:

- Під час практичної частини навчання курсантам призначаються наставники з числа досвідчених працівників ДСНС, які керують їхньою роботою та допомагають застосовувати теоретичні знання на практиці.

- Наставники також відповідають за оцінку успішності здобувачів під час практичної підготовки.

Навчання курсантів у закладах Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) є комплексним процесом, який включає як теоретичну підготовку, так і практичні заняття, спрямовані на формування висококваліфікованих фахівців у сфері цивільного захисту та ліквідації надзвичайних ситуацій[3].

Основні аспекти навчання курсантів ДСНС:

1. Теоретична підготовка полягає у вивченні загальних обов'язкових компонентів, таких як вища математика, фізика, хімія, українська мова, іноземна мова, психологія професійної діяльності та інших. Основу професійних обов'язкових компонентів складають такі дисципліни: основи пожежно-рятувальної справи, пожежна профілактика в населених пунктах, пожежна тактика, пожежна безпека технологічних процесів, протипожежна та аварійно-рятувальна техніка та інші.

2. Практична підготовка полягає у регулярних тренуваннях, під час яких здобувачі відпрацьовують дії в умовах надзвичайних ситуацій, використання спеціального обладнання та техніки.

3. Фізична підготовка є важливою складовою навчання, оскільки рятувальні роботи часто вимагають високої фізичної витривалості та сили. Курсанти виконують спеціальні вправи, що розвивають витривалість, швидкість та силу.

4. Психологічна підготовка у вигляді тренінгів та семінарів, проводяться з метою розвитку стресостійкості, вміння діяти в умовах підвищеної небезпеки та приймати швидкі і правильні рішення в критичних ситуаціях, а психологи закладів вищої освіти допомагають курсантам справлятися зі стресом та емоційними навантаженнями.

5. Інформаційно-технічна підготовка, дозволяє вивчати сучасні інформаційні системи та технології, включаючи в себе використання комп'ютерних симуляторів для моделювання НС, систем зв'язку і управління. Курсанти навчаються керувати спеціальними транспортними засобами, обладнанням для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та засобами індивідуального захисту.

Навчання курсантів у закладах ДСНС є багатогранним процесом, який поєднує теоретичну підготовку з практичними навичками, фізичною та психологічною підготовкою. Такий підхід дозволяє сформувати всебічно розвинених фахівців, готових до дій у будь-яких надзвичайних ситуаціях, забезпечуючи ефективність та безпеку в умовах реальних загроз.

Основні аспекти практичної підготовки курсантів ДСНС у підрозділах.

Практична підготовка курсантів Державної служби України з надзвичайних ситуацій у підрозділах є невід'ємною частиною навчального

процесу, яка дозволяє майбутнім фахівцям здобути реальний досвід та навички, необхідні для виконання професійних обов'язків у сфері цивільного захисту.

Основні аспекти практичної підготовки включають[4]:

1. Навчально-тренувальні заняття та їх відпрацювання в реальних умовах:

- Рятувальні роботи: Курсанти беруть участь у тренувальних рятувальних операціях, що включають пошук та евакуацію потерпілих, надання першої допомоги, роботу на висоті та в задимлених приміщеннях.

- Пожежогасіння: Відпрацювання різних способів гасіння пожеж, включаючи використання пожежних рукавів, пожежно-технічного обладнання, пожежної техніки, вогнегасників та іншого обладнання.

- Робота з технікою: Навчання використанню спеціального обладнання та техніки, такої як пожежні машини, автодрабини, насоси, апарати для захисту органів дихання тощо.

- Реальна практика: Курсанти проходять стажування у діючих підрозділах ДСНС, де вони беруть участь у реальних операціях з ліквідації надзвичайних ситуацій, пожеж, аварій та катастроф.

- Взаємодія з досвідченими фахівцями: Залучення курсантів до роботи під керівництвом досвідчених співробітників дозволяє перейняти найкращі практики та отримати цінні поради щодо виконання завдань.

2. Тренування в умовах, наближених до реальних:

- Симуляційні вправи: Використання симуляторів та тренувальних полігонів для моделювання надзвичайних ситуацій, що дозволяє курсантам відпрацювати дії в умовах, максимально наближених до реальних.

- Масові заходи: Організація масштабних навчань, де курсанти можуть працювати в умовах великого скупчення людей, наприклад, під час евакуацій, ліквідації наслідків природних катастроф тощо.

Практична підготовка курсантів ДСНС у підрозділах є критично важливою для забезпечення їхньої готовності до виконання завдань у реальних умовах. Вона включає різноманітні аспекти, від рятувальних робіт та пожежогасіння до фізичної і психологічної підготовки, що в комплексі формує висококваліфікованих і стійких фахівців, здатних ефективно діяти в надзвичайних ситуаціях.

Аналіз переваг і викликів, пов'язаних з впровадженням дуальної форми навчання курсантів ДСНС.

До переваг дуальної форми навчання можна віднести:

1. Підвищення практичної компетентності:

- Дуальна форма навчання дозволяє курсантам поєднувати теоретичну підготовку з реальними практичними заняттями у підрозділах ДСНС. Це сприяє кращому розумінню теоретичних знань через їхнє застосування на практиці.



- Курсанти отримують можливість працювати з сучасним обладнанням та технологіями, які використовуються у повсякденній діяльності підрозділів ДСНС, що підвищує їх професійну компетентність.

2. Реальний досвід роботи:

- Під час практичних занять курсанти набувають безцінного досвіду роботи у реальних умовах надзвичайних ситуацій, що є незамінним для їхньої майбутньої кар'єри.

- Навчання у реальних умовах сприяє формуванню навичок швидкого реагування та прийняття рішень у кризових ситуаціях.

3. Зменшення розриву між теорією та практикою:

- Дуальна форма навчання допомагає зменшити розрив між теоретичними знаннями, отриманими в навчальному закладі, та їх практичним застосуванням у професійній діяльності.

- Така форма навчання забезпечує більш плавний перехід курсантів від навчання до повноцінної роботи.

4. Покращення працевлаштування випускників:

- Курсанти, які пройшли якісно дуальну форму навчання, мають більше шансів на успішне працевлаштування, оскільки вони вже знайомі з робочими процесами і вимогами у даному практичному підрозділі.

- Практичні підрозділи зацікавлені у прийомі на роботу випускників, які вже мають практичний досвід і можуть швидко адаптуватися до роботи.

Виклики дуальної форми навчання:

1. Організаційні труднощі:

- Організація дуальної форми навчання вимагає тісної співпраці між навчальними закладами та підрозділами ДСНС, що може бути складним у реалізації.

- Потрібно забезпечити відповідне планування і координацію навчального процесу, щоб теоретичні та практичні заняття були гармонійно поєднані.

2. Потреба у додаткових ресурсах:

- Впровадження дуальної форми навчання може вимагати додаткових фінансових, матеріальних та людських ресурсів, що може бути проблематичним в умовах обмеженого бюджету.

- Необхідно забезпечити наявність кваліфікованих фахівців та керівників стажування у підрозділах ДСНС, які будуть відповідати за практичну підготовку курсантів.

3. Високі вимоги до курсантів:

- Дуальна форма навчання ставить перед курсантами високі вимоги, оскільки вони повинні поєднувати навчання з виконанням практичних завдань, що може бути досить напруженим і вимагати значних зусиль.

- Курсанти повинні бути готові до роботи у складних і стресових умовах, що може бути викликом для деяких з них.

4. Проблеми з адаптацією:

- Не всі курсанти можуть однаково легко адаптуватися до реальних умов роботи, що може вплинути на їх успішність та мотивацію.

- Потрібно забезпечити належну психологічну підтримку і супровід курсантів під час їхньої практичної підготовки.

Дуальна форма навчання курсантів ДСНС має значний потенціал для підвищення якості їх підготовки, зокрема за рахунок поєднання теоретичних знань з практичним досвідом. Водночас її впровадження вимагає вирішення ряду організаційних, ресурсних та психологічних проблем, які потребують уваги з боку навчальних закладів та підрозділів ДСНС. Збалансований підхід до впровадження дуальної форми навчання може забезпечити підготовку висококваліфікованих фахівців, готових до роботи в умовах надзвичайних ситуацій.

Дуальна форма навчання в закладах освіти ДСНС є ефективним способом підготовки кваліфікованих спеціалістів, які готові до роботи в екстремальних умовах. Вона сприяє формуванню необхідних професійних навичок та адаптації до реальних умов служби. Розвиток цієї форми навчання має важливе значення для підвищення якості підготовки фахівців у сфері цивільного захисту[5].

### *Посилання*

1. Вавренюк С.А. Державне управління реформуванням вищої освіти в Україні : монографія / С.А. Вавренюк. – Харків : НУЦЗУ, 2020. – 284 с.
2. Садковий В.П., Домбровська С.М., Шведун В.О., Вавренюк С.А. Державне управління виховним процесом в закладах вищої освіти України : монографія / В.П. Садковий, С.М. Домбровська, В.О. Шведун, С.А. Вавренюк. – Харків : НУЦЗУ, 2019. – 352 с.
3. Садковий В., Горонескуль М. Особливості професійної підготовки майбутніх фахівців у сфері цивільного захисту. Новий колегіум, 2016. № 3. С. 18–22.
4. Таймасов Ю. Головні наукові підходи до підготовки фахівців служби цивільного захисту. Педагогіка і психологія: актуальні проблеми досліджень на сучасному етапі : міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 31 березня – 1 квітня 2017 р.) : зб. тез. наук. робіт. Київ : ГО «Київська наукова організація педагогіки та психології», 2017. С. 70-73.
5. Таймасов Ю. Компетентнісний підхід до підготовки фахівців служби цивільного захисту. Нове та традиційне у дослідженнях сучасних представників психологічних та педагогічних наук : міжнар. наук.- практ. конф. (м. Львів, 24-25 березня 2017 р.) : зб. тез. наук. робіт. Львів : ГО «Львівська педагогічна спільнота», 2017. С. 97-100.

## **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСВІТІ**

*Канд. техн. наук, доц.<sup>1</sup> З.М. Гадецька, здобувач в.о. В.С. Заремба*

<sup>1</sup>Кафедра моделювання економіки і бізнесу

***Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького  
м. Черкаси, Україна***

Найчастіше, під штучним інтелектом розуміють комп'ютерні програми, які працюють подібно до людського мислення. Основним елементом штучного інтелекту (ШІ) є машинне навчання - принцип роботи програм, згідно якого комп'ютер вивчає на прикладах, як вирішувати ті чи інші задачі [1]. Сукупність таких прикладів називається «датасет», який самостійно формується розробниками кожної такої програми.

Одним із способів застосувань ШІ в юридичній галузі є пошук інформації в великих масивах даних, наприклад під час Due Diligence, яке використовує алгоритми машинного навчання для аналізу великих обсягів юридичних документів, заощаджуючи час і ресурси юристів у процесі перевірки документів [2].

Щоб не вглиблюватися в деталі можна назвати 10 переваг ШІ для юридичної сфери:

1) AI для правових досліджень (швидкий доступ до інформації, заощаджуючи дорогоцінні години);

2) Ефективна перевірка юридичних документів (виявляють релевантну інформацію, позначають невідповідності та визначають пріоритетність документів, скорочуючи час і зусилля, необхідні для перегляду);

3) Предиктивна правова аналітика (надають цінну інформацію, аналізуючи величезні набори юридичних даних та історичну інформацію про справи, здатний знайти відповідні прецеденти та справи зі схожими фактами чи юридичними проблемами, що дає можливість юристам приймати обґрунтовані рішення, які мінімізують юридичні ризики);

4) Виявлення шахрайства в юридичних документах;

5) Розширена оцінка правових ризиків (до прикладу ШІ оцінює договори на предмет прихованих ризиків, таких як невігідні умови або зобов'язання, що дозволяє юристам домовлятися про більш вигідні умови для своїх клієнтів);

6) Зниження витрат на легальні операції (автоматизує створення юридичних документів, договорів та угод, скорочуючи час та зусилля, необхідні для складання, їх перегляду, аналізу і класифікації);

7) Складання юридичних договорів (ШІ інструменти допомагають юристам створювати точні, індивідуальні та сумісні юридичні угоди);

8) Виявлення відповідності вимогам законодавства;

9) Автоматизація рутинних юридичних завдань;

10) Покращення залучення клієнтів до надання юридичних послуг (до прикладу, віртуальні помічники на базі ШІ доступні 24/7, щоб відповідати на запити клієнтів, призначати зустрічі та надавати негайну допомогу) [3].

Та варто не забувати, що використання штучного інтелекту має і свої ризики та можливі негативні наслідки. Сама Єврокомісія 21 квітня 2021 року опублікувала пропозиції щодо регулювання ШІ, для його безпечного та етичного використання [4, 5]. Вона, назвала високим ризиком – технології ШІ, які застосовуються у таких сферах, які прямо зачіпають безпеку особи або права людини, в тому числі право на освіту, працю чи отримання соціальних послуг. Використання систем ШІ з високим ризиком можливе лише за дотримання жорстких вимог. Крім того, ризиковими є системи розпізнавання особи, які передбачають біометричну ідентифікацію. Їх використання у публічних місцях, у тому числі, в інтересах правоохоронних органів, прямо заборонено, окрім деяких випадків (наприклад, для пошуку загублених дітей, для запобігання терористичній діяльності або для пошуку особливо небезпечних злочинців). Кожен з цих винятків потребує дозволу від суду чи іншого уповноваженого органу. Також були введені таке значення, як неприйнятний ризик, обмежений ризик, мінімальний ризик [5].

ШІ - це предмет досліджень науковців у багатьох галузях науки. Так, дослідники ШІ в правовій сфері виділяють із навчального курсу Лундського університету “AI & Law” [6, 1], оприлюдненого на онлайн-ресурсі Coursera, режим доступу, такі його ризики:

1. розробник ШІ може бути зацікавленою особою. Хоч модель ШІ і навчається самостійно, зацікавленість розробника може проявлятися підлаштуванням програми під прийняття тих чи інших рішень;

2. домінування певного типу інформації в датасеті може призвести до дискримінації та порушень прав людини;

3. у датасет ШІ може потрапити неправдива та незаконна інформація, яку потім використовуватиме ШІ [1].

Хотілося б звернути увагу на ШІ в Україні, передумовою його впровадження є запуск єдиної судової інформаційно-телекомунікаційної системи (ЄСІТС). Загалом система передбачає повністю безпаперове діловодство шляхом використання електронного цифрового підпису та електронного документообігу, створення особистих кабінетів з метою вчинення будь-яких процесуальних дій, вдосконалення єдиного державного реєстру судових рішень, додавши в нього систему гіперпосилань на правові позиції Верховного Суду. Цілком реально, що в подальшому малозначні спори можуть бути вирішені за допомогою системи ШІ в режимі он-лайн, що дасть змогу значно розвантажити суди [7]. Також в українському законодавстві запровадження ШІ досі перебуває на етапі концепції та планування. Відомо, що Кабінет Міністрів України своїм Розпорядженням від 29 грудня 2021 року № 1787-р [8] схвалив Концепцію розвитку штучного інтелекту в Україні. ШІ планують включити до значної кількості сфер суспільного життя: від освіти і до правосуддя.

Також, у жовтні 2023 року Міністерство цифрової трансформації оприлюднило дорожню карту з регулювання штучного інтелекту в Україні, кінцевою метою якої є імплементація акту Європейського Союзу про штучний інтелект (AI Act) [6].

#### **Посилання**

1. Анастасія Клян, Ігор Селівакін “Штучний інтелект та технологія GPT: юридичні тонкощі для користувачів” [https://jurliga.ligazakon.net/news/226223\\_shtuchniy-intelekt-ta-tekhnologiya-gpt-yuridichn-tonkoshch-dlya-koristuvachv](https://jurliga.ligazakon.net/news/226223_shtuchniy-intelekt-ta-tekhnologiya-gpt-yuridichn-tonkoshch-dlya-koristuvachv);
2. Білик Петро “ Штучний інтелект в юриспруденції: очікується стрімке зростання” <https://speka.media/stuchnii-intelekt-v-yurisprudenciyi-ocikujetsya-strimke-zrostannya-9w8w39>;
3. Топ-10 переваг AI для юристів <http://surl.li/unpwo>
4. Johannes VANRKE “Europe fit for the Digital Age: Commission proposes new rules and actions for excellence and trust in Artificial Intelligence” [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_21\\_1682](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_1682)
5. Єврокомісія пропонує нові правила використання штучного інтелекту. URL: <https://cedem.org.ua/news/ec-shtuchnyi-intelekt/>
6. Навчального курсу Лундського університету “AI & Law”: <https://www.coursera.org/learn/ai-law>
7. Штучний інтелект у правосудді: <https://cedem.org.ua/analytics/shtuchnyj-intelekt-pravosuddia/>
8. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 29 грудня 2021 року № 1787-р <https://ips.ligazakon.net/document/KR201556?an=141>

## **КОДЕКСИ ЧЕСТІ ЯК ТРАНСЛЯТОРИ МОРАЛЬНИХ ПРИНЦИПІВ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

*Канд. пед. наук, доц. О.Г. Данилко, канд. пед. наук, доц. Т.А. Тернавська  
Льотна академія Національного авіаційного університету,  
м. Кропивницький, Україна*

Питання етики є завжди актуальним у будь-якому контексті, а питання наукової етики – тим більше з огляду на прагнення України інтегруватись у європейський і світовий освітній та науковий простори. Якість та авторитетність результатів наукових праць можлива лише за умови чесної реалізації дослідницького процесу без застосування дій, неприйнятних у науковій спільноті.

Кодекс честі закладу вищої освіти (ЗВО) є формою інституціоналізації його системи цінностей, окреслення етичної моделі поведінки й діяльності кожного члена академічної громади, фіксації механізмів боротьби зі списуванням, плагіатом та іншими видами академічної недоброчесності. Це є нормативний документ, виконання положень якого є обов'язковим і

корисним абсолютно для всіх учасників освітнього процесу. Тобто за своїм змістом, Кодекс честі – це єдина система етичних правил для всієї академічної громади.

Мета Кодексу полягає на дотриманні високих професійних стандартів в усіх сферах діяльності (освітній, науковій, навчальній, виховній тощо) щодо адекватних академічних взаємовідносин та професійного спілкування між науковими, науково-педагогічними, педагогічними працівниками та здобувачами вищої освіти, запобіганні порушень академічної доброчесності; забезпечення честі, гідності, взаємної поваги і довіри, рівноправності та толерантності усіх учасників освітнього процесу шляхом дотримання усіма учасниками освітнього процесу принципів та загальноприйнятих норм щодо етичної поведінки.

У 2023 році Європейська федерація академій природничих і гуманітарних наук (All European Academies/ ALLEA) оприлюднила оновлену редакцію Європейського кодексу академічної доброчесності – «European Code of Conduct for Research Integrity Code», що служить європейському дослідницькому співтовариству основою для саморегулювання в усіх наукових і наукових дисциплінах і для всіх дослідницьких установ [1].

У новій редакції Кодексу зазначається, що «академічна доброчесність має важливе значення для забезпечення стабільної та надійної роботи дослідницької системи й отримання достовірних результатів досліджень». Документ містить перелік основних правил проведення наукових досліджень і правил поведінки науковців, поради щодо етичного поводження під час проведення досліджень. Їх дотримання має забезпечити якомога вищу якість, надійність і достовірність досліджень та їх результатів. Наявність прописаних та узгоджених правил дозволить належним чином реагувати на порушення доброчесності та заздалегідь запобігати таким порушенням. У новій редакції знайшов відображення розвиток дослідницьких технологій і соціальних мереж, де відбувається обмін результатами досліджень та їх подальше оприлюднення, поява штучного інтелекту. ALLEA об'єднує понад 50 академій з країн-членів ЄС та країн з-поза меж ЄС, пропагує науку як всесвітнє надбання, підтримує розвиток транскордонного наукового співробітництва. Європейська комісія визнає Кодекс довідковим документом для цілісності досліджень для всіх дослідницьких проектів, що фінансуються ЄС, і як модель для організацій і дослідників по всій Європі [2].

Саме Європейський кодекс академічної доброчесності став орієнтиром при розробці Кодексів честі ЗВО України. ЗВО має створювати інноваційне середовище та сприятливу атмосферу для якісної освіти, підтримувати особливу університетську культуру взаємовідносин, що має бути закріплена у Кодексах честі. Кодекс академічної честі (доброчесності) зазвичай оформлюється як документ, що схвалюється як найбільш широким представництвом відповідної соціальної групи академічної спільноти (як правило на рівні академічних установ та/або академічних громадських організацій). У зв'язку з цим зазначені акти етичного регулювання мають



універсальні норми та локальну складову, що, як правило, залежить від конкретного соціокультурного контексту та обставин, що постійно змінюються.

Як правило, вони є сукупністю нормативних вимог, які ґрунтуються на попередньому досвіді, ціннісних орієнтаціях, ідеалах, світогляді членів відповідної соціальної групи академічної спільноти та не мають жорсткої юридичної фіксації.

Акти етичного регулювання академічної діяльності належать до групи м'яких документів (soft law) [3].

Дослідники виділяють три моделі етичного регулювання навчальної та наукової діяльності ЗВО.

Перша модель передбачає глибоку інтегрованість етичного регулювання в комплекс механізмів управління ЗВО й підтримки внутрішньої дисципліни та передбачає:

- розгорнуту кодифікацію, що фіксує обов'язки членів академічної спільноти на основі опису належних і неналежних дій;
- пріоритетну увагу до санкцій і їх диференціацію;
- створення та фіксацію повноважень етичних органів (зокрема — передачу їм частини адміністративно-дисциплінарних функцій);
- регламентацію процедур прийняття рішень етичного регулювання навчальної та наукової діяльності.

Нормативна документація за цією моделлю включає значний масив актів із спеціальними додатками з конкретних питань етичного регулювання і розгорнутими кейсами з минулого досвіду роботи етичних органів (зазвичай — відповідних комісій і уповноважених).

Друга модель спирається переважно на декларації принципів і цінностей. Обов'язки членів конкретної соціальної групи академічної спільноти (зокрема — науковців, викладачів і осіб, що навчаються) сформульовані у вигляді цілей індивідуальних дій або навіть бажаних індивідуальних властивостей, які повинні виявлятися в тих чи інших практичних контекстах. Призначення і застосування санкцій — в сфері повноважень адміністрації академічної установи. Нормативна документація є лаконічною. У діяльності етичних комісій та уповноважених з етики робиться наголос на проведення консультативної та навчально-виховної роботи.

Третя модель має змішаний характер, передбачає поєднання ціннісних декларацій і набору конкретизованих норм. Як правило, регламентація, що здійснюється на основі останніх, не є дуже детальною. Пріоритетним визнається індивідуальна спроможність членів спільноти виносити оцінки та приймати рішення. Система регулювання у цій моделі не зосереджується на контролі і санкціях, однак припускає можливість їх використання в разі прийняття відповідних рішень етичними комісіями або уповноваженими [4].

У зв'язку з цим Слободянюк О. виокремлює три основні проблеми, пов'язані з повсюдним запровадженням ЗВО України кодексів академічної доброчесності. Перша, на її думку, полягає у імплікованості ухвалення

подібних кодексів «згори», а не визрівання потреби в них на основі розвитку внутрішньоуніверситетської академічної культури. Другу проблему науковиця вбачає в тому, що наявні кодекси навряд чи відбивають думку більшості, адже, прийняті в авральному порядку, вони не пройшли стадій належного обговорення за участі всієї академічної спільноти. І третя проблема полягає у відсутності унікального підходу, специфічного контенту, адже заклади вищої освіти можуть і повинні творити свій власний, неповторний набір засобів запровадження тих універсальних вимог до академічної доброчесності, що закріплені в ст. 42 Закону України «Про освіту» [5]. Проте робота у сфері запровадження й удосконалення кодексів академічної доброчесності на сьогодні ведеться досить активно, і вже останніми роками спостерігаємо поступове наближення світових вимог і стандартів у цій сфері до практики освітньої діяльності в конкретних закладах вищої освіти України [6].

При цьому важливою рисою етичних документів, що регулюють діяльність ЗВО, має бути їх динамічний розвиток, оскільки вони покликані вирішувати ті конкретні проблеми, які стоять перед ЗВО «тут й зараз». Зазначене вимагає постійної зміни версій (редакцій) кодексів і правил поведінки, а також введення в них спеціальних розділів, присвячених тим проблемам життя всіх учасників академічної спільноти, які найбільш гостро сприймаються громадською думкою.

На сьогодні більшість ЗВО України мають і застосовують Кодекси академічної доброчесності або колегіально прийняті документи, які виконують функції такого кодексу. Зокрема, в Льотній академії Національного авіаційного університету дотримання академічної доброчесності учасниками освітнього процесу ЗВО регламентоване внутрішнім нормативним документом Положення про організацію освітнього процесу в ЛА НАУ [7]. Система забезпечення академічної доброчесності є невід'ємною складовою внутрішньої системи забезпечення якості вищої освіти академії і містить правила, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової діяльності.

В академії розроблені та введені в дію: Положення про дотримання академічної доброчесності в Льотній академії Національного авіаційного університету [8], Положення про комісію з питань етики та академічної доброчесності в Льотній академії Національного авіаційного університету [9], Кодекс честі Льотної академії Національного авіаційного університету [10].

Кодекс честі Льотної академії Національного авіаційного університету (Кодекс) базується на 2-й моделі етичного регулювання навчальної та наукової діяльності ЗВО та встановлює загальні моральні принципи та правила етичної поведінки осіб, які працюють і навчаються в Льотній академії Національного авіаційного університету (ЛА НАУ), якими вони мають керуватись у своїй діяльності.

У Кодексі ЛА НАУ:

- детально розкрито загальні моральні принципи, якими повинні керуватися всі члени академічної спільноти;

- окремий розділ (розділ №2) присвячено нормам етичної поведінки членів академічної спільноти, що включає, яка модель поведінки визнається гідною, а яка є неприйнятною для членів академічної спільноти;

- окреслено напрямки та особливості політики академічної доброчесності ЛА НАУ, у тому числі наголошено на правах та обов'язках учасників освітнього процесу; акцентовано увагу на тому, які дії (бездіяльність) вважаються неприйнятними у навчальній та науково-дослідній діяльності;

- відображено правові засади діяльності Комісії з питань етики та академічної доброчесності в ЛА НАУ;

- у розділі Кодексу «Прикінцеві положення» йдеться про порядок його затвердження та погодження, процедуру внесення змін та доповнень до Кодексу, порядок ознайомлення зі змістом зведення правил (кодексом) академічної спільноти тощо.

Загальними моральними принципами, якими, згідно Кодексу, мають керуватися члени Академічної спільноти, є:

**Принцип законності.** У своїй діяльності члени Академічної спільноти суворо дотримуються законів України, а також заохочують інших поважати й неупереджено застосувати їх.

**Принцип взаємної довіри.** Атмосфера довіри заохочує вільний обмін ідеями та інформацією в Академічному середовищі, сприяє співпраці та вільному продукуванню нових ідей, позбавляє остраху, що результати діяльності може бути вкрадено, кар'єру спаплюжено, а репутацію підірвано.

**Принцип ввічливості та толерантності.** Члени Академічної спільноти з повагою та доброзичливо ставляться до інших, їхніх думок, поглядів, переконань тощо.

**Принцип чесності та порядності.** У навчальній та викладацькій діяльності, у наукових дослідженнях, у практичній роботі тощо представники Академічної спільноти зобов'язані діяти чесно, бути відвертими й у жодному разі свідомо не висувати неправдивих тверджень.

**Принцип справедливості та об'єктивності.** У взаємовідносинах між членами Академічної спільноти важливим є неупереджене ставлення одне до одного, правильне й об'єктивне оцінювання результатів навчальної, дослідницької та трудової діяльності, спроможність розглядати дискусійні питання неупереджено, не беручи до уваги особистих уподобань чи вигод.

**Принцип компетентності й професіоналізму.** Члени Академічної спільноти зобов'язані підтримувати найвищий рівень компетентності у роботі та навчанні. Імперативом є постійне підвищення ними свого освітнього і наукового рівня як форми здійснення принципу "від освіти на все життя – до освіти протягом усього життя".

**Принцип добросовісності та відповідальності.** Члени Академічної спільноти мають брати на себе відповідальність за результати своєї

діяльності, виконувати взяті на себе зобов'язання. Бути відповідальним – означає протистояти ганебним вчинкам, негативному впливу інших осіб і бути прикладом для інших.

Принцип партнерства і взаємодопомоги. З метою підвищення якості навчальних та дослідницьких результатів представники Академічної спільноти орієнтуються на суб'єкт-суб'єктну або партнерську взаємодію.

Принцип взаємоповаги. Повага в Академічному середовищі має бути взаємною, що передбачає виявлення її як до себе, так і до інших, незалежно від віку, статі, статусу. Варто поважати й цінувати різноманітні, а іноді й протилежні думки та ідеї.

Принцип прозорості. Щоб уникнути зловживань посадовим становищем виборними чи призначеними представниками Академічної спільноти, необхідно, щоб усі процедури, які стосуються освітньої, науково-дослідницької, господарської та фінансової діяльності, були прозорими і нескладними.

Принцип безпеки та добробуту Академічної спільноти. Члени Академічної спільноти повинні піклуватися про дотримання безпеки й добробуту в стінах Академії. Діяльність членів Академічної спільноти не повинна приводити до виникнення загроз їхньому життю, заподіювати шкоду здоров'ю та майну Академічної спільноти загалом і кожного члена зокрема.

Принцип шанобливості. Члени Академічної спільноти зобов'язані шанувати історію Академії та осіб, які зробили значний внесок у її розвиток [10].

Дотримання зазначених вище принципів має бути справою честі всіх без винятку членів Академічної спільноти.

### ***Висновки***

Кожен ЗВО прагне розвивати та модифікувати механізми забезпечення академічної доброчесності. На прикладі ЛА НАУ продемонстровано, що дотримання норм внутрішніх нормативних документів кожним членом академічної спільноти допомагає реалізації фундаментальних цінностей, принципів, правил і норм академічної етики в науковому співтоваристві, а також запобіганню її порушень.

Дієва нормативно-правова інформаційна інфраструктура в повній мірі сприяє забезпеченню якості вищої освіти ЗВО, робить неоціненний внесок у його розвиток, зміцнення іміджу та ділової репутації серед членів світової наукової спільноти.

### ***Посилання***

1. European Code of Conduct for Research Integrity Code. Retrieved from: <https://allea.org/wp-content/uploads/2023/06/European-Code-of-Conduct-Revised-Edition-2023.pdf>
2. Нова редакція європейського кодексу дослідницької доброчесності. Режим доступу: <https://nrat.ukrintei.ua/nova-redakciya-yevropejskogo-kodeksu-doslidnyczkoyi-dobrochesnosti/>
3. Кодекс академічної честі. Режим доступу: <http://surl.li/tvkli>

4. Щодо рекомендацій з академічної доброчесності для закладів вищої освіти  
Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v-650729-18#Text>
5. Закону України «Про освіту». Режим доступу: [https://urst.com.ua/act/pro\\_osvitu](https://urst.com.ua/act/pro_osvitu)
6. Слободянюк О. М. Стан дослідження проблеми забезпечення академічної доброчесності у вищій освіті України. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. 2019. Випуск 70. С. 236–240.
7. Положення про організацію освітнього процесу в ЛА НАУ. Режим доступу: <https://cutt.ly/cPHplyf>
8. Положення про дотримання академічної доброчесності в Льотній академії Національного авіаційного університету. Режим доступу: <http://surl.li/fygsn>
9. Положення про комісію з питань етики та академічної доброчесності в Льотній академії Національного авіаційного університету. Режим доступу: <http://surl.li/fygmd>
10. Кодекс честі Льотної академії Національного авіаційного університету. Режим доступу: <http://surl.li/opcwg>

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ ПРИ ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМ 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***

При викладанні вищої математики студентам інженерних спеціальностей необхідно враховувати професійну спрямованість курсу. У процесі вивчення вищої математики студенти повинні навчитися глибше розуміти навколишній світ, аналізувати реальні процеси та застосовувати математичні методи для їх дослідження. Цьому сприяють задачі прикладного характеру, що стимулюють студентів вивчати математику і навчають їх будувати математичні моделі реальних процесів. Більшість математичних понять з різних розділів вищої математики можна проілюструвати задачами практичного змісту [1], [2]. Зокрема, велику кількість фізичних, хімічних та біологічних задач можна розглянути при вивченні диференціального та інтегрального числення функції однієї змінної, диференціальних рівнянь тощо.

Студентам технічних спеціальностей, зокрема, майбутнім енергетикам, при вивченні диференціальних рівнянь можна запропонувати таку задачу [3]. *Нехай конденсатор ємності  $C$  заряджений до потенціалу  $V$ . Знайти силу струму  $I$  у зовнішньому електричному ланцюзі з опором  $R$  та самоіндукцією  $L$ . Величина пониження потенціалу  $dV$  конденсатора із зарядом  $CV$  за час  $dt$*

визначається з рівності  $Idt = -CdV$ , звідки  $\frac{dV}{dt} = -\frac{I}{C}$ . Враховуючи

самоіндукцію  $L$  зовнішнього ланцюга, маємо  $V = L\frac{dI}{dt} + RI$ . Знайшовши

похідну від обох частин рівності, дістанемо  $\frac{dV}{dt} = L\frac{d^2I}{dt^2} + R\frac{dI}{dt}$ . Оскільки

$\frac{dV}{dt} = -\frac{I}{C}$ , то останнє рівняння набуває вигляду  $\frac{d^2I}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{dI}{dt} + \frac{1}{LC}\cdot I = 0$

(рівняння Томпсона). Отримали лінійне однорідне диференціальне рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами, розв'язком якого і буде сила струму  $I$ . Можна ускладнити задачу, припустивши, що в зовнішньому електричному ланцюзі сила струму збуджується електрорушійною силою

$E = I_0 \sin \omega t$ , де  $I_0 = I(0)$ , тоді  $L\frac{dI}{dt} + RI = I_0 \sin \omega t$ . Враховуючи пониження

потенціалу конденсатора, дістанемо лінійне неоднорідне диференціальне рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами,

$\frac{d^2I}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{dI}{dt} + \frac{1}{LC}I = I_0 \sin \omega t$ , розв'язком якого є функція  $I(t)$ , що описує

силу струму в заданому електричному ланцюзі.

При вивченні систем диференціальних рівнянь зі студентами хімічних спеціальностей можна розглянути таку задачу. *Процес хлорування багатьох органічних сполук можна описати системою рівнянь*

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = k_1 c^n (x_0 - x), \\ \frac{dy}{dt} = k_2 c^n (x - y), \end{cases}$$

де  $x_0$  – початкова концентрація продукту, що хлорується (в молярних долях),  $x$  – концентрація продукту після хлорування (в молярних долях),  $y$  – зменшення монохлорпохідного продукту,  $c$  – концентрація хлору,  $n$  – порядок реакції,  $t$  – час,  $k_1$ ,  $k_2$  – константи швидкості реакції. Знайти залежність між величинами  $x$  і  $y$ . Ця задача не передбачає побудови

математичної моделі, а зводиться тільки до розв'язання системи диференціальних рівнянь, що не вимагає особливих зусиль. Поділивши друге рівняння системи на перше, дістанемо лінійне диференціальне рівняння

першого порядку  $\frac{dy}{dx} = k \frac{x - y}{x_0 - x}$ , де  $k = \frac{k_2}{k_1}$ . Розв'язком цього рівняння є

функція  $y = \frac{kx - x_0}{k - 1} + C(x - x_0)^k$ , де  $C$  – стала, що залежить від початкових

умов.



### **Висновки**

Необхідною складовою для мотивації вивчення вищої математики є прикладні задачі, які не тільки навчають студентів моделювати реальні процеси, але й дають їм можливість застосовувати математичні методи при розв'язуванні практичних задач у подальшій професійній діяльності.

### **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. Дудкін М.Є. Вища математика: підручник для здобувачів ступеня бакалавра за інженерними спеціальностями / М.Є. Дудкін, О.Ю. Дюженкова, І.В. Степахно. – К: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 449 с. [Електронний ресурс]. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/51064>
3. Ковтун І.І. Вища математика. Побудова математичних моделей фізичних процесів / І.І. Ковтун, Т.А. Скороход. К: Центр інформаційних технологій, 2010. – 60 с.

## **СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ ЯК НЕОБХІДНА УМОВА ДЛЯ ОСВІТНЬОГО ПАРТНЕРСТВА ЗІ СТЕЙКХОЛДЕРАМИ**

*Аспірант А. Л. Зінченко*

*Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг*

*Докт. філософії (пед.), доц.<sup>1</sup>, керівник ДП НФ<sup>2</sup> С.М. Зінченко*

<sup>1</sup>Кафедра ТТтаАМП Нікопольського факультету

*Український державний університет науки і технологій*

*м. Дніпро, Україна*

<sup>2</sup>Допоміжний підрозділ Нікопольського факультету УДУНТ

«Регіональний центр моніторингу освіти та соціального партнерства»

*м. Нікополь, Україна*

Для проведення якісної професійної підготовки фахових молодших бакалаврів до організації освітнього партнерства вважаємо, що необхідно створити умови, які направлені на покращення організації навчально-виробничого процесу у закладі фахової передвищої освіти, а саме – створити інформаційно-освітнє середовище для конструктивної партнерської взаємодії зі стейкхолдерами.

Юридичні та фізичні особи – учасники у співпраці із закладом фахової передвищої освіти можуть впливати на його діяльність та мати свої інтереси, називають стейкхолдерами. Дефініція «стейкхолдер» (від.англ. stakeholder) у більшості джерел характеризується як особа або компанія, яка інвестує у

бізнес та володіє його часткою; як «власник інтересу», «група інтересу», «залучена сторона», «зацікавлена сторона».

Науковці Є. Астахової, Є. Батаєвої під стейкхолдером розуміють фізичну особу, організацію, яка заінтересована, причетна до певної діяльності з досягнення спільних цілей; яка забезпечує можливість функціонування тієї чи іншої організації та є джерелом вимог до неї [1].

Науковець Е. Фримен, трактує поняття «стейкхолдер» як будь-яка особистість, група чи організація, які зацікавлені в результаті діяльності компанії або організації, впливають на прийняття рішень [2].

Аналіз вітчизняних та закордонних наукових джерел (Шевченко Л., Колот А., Сментина Н., Lamandi I., Deaconu A. та ін.) виявив, що інтереси стейкхолдерів найбільш активно впливають на процес функціонування та розвитку фахового коледжу

Розрізняють внутрішніх (студенти, викладачі, адміністрацію) та зовнішніх стейкхолдерів (фахові молодші бакалаври, роботодавці, громадські організації, представники державних та місцевих органів влади). Класифікація груп стейкхолдерів фахового коледжу надано в таблиці 1.

**Таблиця 1. Класифікація груп стейкхолдерів фахового коледжу**

Стейкхолдери	Зовнішні стейкхолдери
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• держава, яка здійснює нормативно-правове регулювання діяльності фахового коледжу і основне замовлення на підготовку фахових молодших бакалаврів;</li> <li>• регіональні органи державної влади та органи місцевого самоврядування</li> <li>• роботодавці;</li> <li>• учні гімназій, ліцеїв, абітурієнти та їх батьки;</li> <li>• освітні установи різних типів і видів, які розташовані в Нікопольському районі;</li> <li>• різноманітні громадські організації та об'єднання, які безпосередньо не пов'язані із системою освіти (політичні партії, творчі спілки, наукові установи тощо), але, які зацікавлені у освітньому партнерстві</li> </ul>
	Внутрішні стейкхолдери
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• здобувачі освіти, батьки;</li> <li>• науково-педагогічні працівники, навчально-допоміжний і адміністративно-управлінський персонал</li> </ul>

Поділяємо думку науковиці Н. Шевченко, яка стверджує, що у взаємодії зі стейкхолдерами виділяють наступні задачі:

- 1) реалізація державної політики у галузі освіти та підготовки кадрів;
- 2) забезпечення ринку праці за умов системних соціальних трансформацій представникам затребуваних професій з урахуванням основних тенденцій стратегічного розвитку;
- 3) швидка адаптація фахових молодших бакалаврів на ринку праці;
- 4) підвищення конкурентоспроможності фахових молодших бакалаврів відповідно до сучасних вимог роботодавців [3].

Головними функціями зовнішніх стейкхолдерів є:

- координація роботи адміністрації, здобувачів фахової передвищої освіти з роботодавцями (створено організаційні органи при відділу практики:

Центр підтримки кар'єри та працевлаштування випускників, Рада зв'язку з відпускниками, Клуб роботодавців тощо);

- сприяння організації виробничої практики (робочої, технологічної, переддипломної практики з використанням інноваційних технологій); додаткові можливості випереджаючого розвитку:

- спрощення доступу до інформації про ринок праці;
- забезпечення обліку вимог роботодавців до змісту професійної підготовки фахових молодших бакалаврів;

- розробка методичних рекомендацій з метою покращення організації та проведення виробничої практики, спрощення процедури коригування старих і розробки нових навчальних матеріалів та програм, які відповідають вимогам роботодавців;

- участь представників підприємств для читання лекцій, у проведенні науково-практичних конференцій, професійних конкурсах «Кращий за фахом», «День кар'єри», засіданнях кваліфікаційних комісій щодо захисту курсових та дипломних робіт, науково-дослідної роботи тощо;

- розподіл фахових молодших бакалаврів відповідно до рейтингової оцінки на виробничу практику з подальшим працевлаштуванням.

Задачею системи фахової передвищої освіти є не тільки задовольнити потреби фахових молодших бакалаврів у знаннях, а також врахувати інтереси великої кількості інших зацікавлених сторін (стейкхолдерів), з метою дозволити фаховому коледжу отримувати стійкі конкурентні переваги на ринку освітніх та наукових послуг.

Згодні з думкою науковців (Л. Фамілярська, В. Гаврилюк та ін.), які вважають, що інформаційно-освітнє середовище – це цілісна система, яка складається із сукупності підсистем, що функціонують і забезпечують педагогічну взаємодію учасників навчально-виробничого процесу на основі сучасних інформаційно-технічних і навчально-методичних засобів [4].

Сучасні вимоги роботодавців, інформатизація системи фахової передвищої освіти мотивують фахові коледжі до формування власного інформаційно-освітнього середовища та його інтегрування в єдиний інформаційний простір.

Створення інформаційно-освітнього середовища для конструктивної партнерської взаємодії зі стейкхолдерами, що забезпечують набуття фаховими молодшими бакалаврами досвіду освітнього партнерства мають забезпечити навчальні потреби суб'єктів педагогічної взаємодії, зокрема, завдяки створенню і використанню в навчально-виробничому процесі: електронних освітніх ресурсів навчального призначення, комп'ютерно-орієнтованих систем оцінювання навчальних досягнень, що доповнюють традиційні, інноваційні педагогічні технології.

### **Висновки**

Використання інформаційно-освітнього середовища у фаховій передвищій освіті – одна з найбільш важливих педагогічних задач сучасного фахового коледжу зі стейкхолдерами. Воно дозволяє збільшити швидкість та

якість розуміння, засвоєння професійних знань, вмінь та навичок фахового молодшого бакалавра для покращення його професійної підготовки до організації освітнього партнерства.

Подальшу роботу вбачаємо у розробці та реалізації педагогічних умов професійної підготовки фахових молодших бакалаврів до організації освітнього партнерства.

### **Посилання**

1. Астахова Е. В., Батаева Е. В., Михайлева Е. Г., Нечитайло И. С. Социальное партнерство в образовании: ключевые маркеры анализа. Нар. укр. акад. Харьков : Изд-во НУА, 2019. 84 с.
2. Freeman R.E. Strategic Management: A Stakeholder Approach. Boston, 1984. 275 p.
3. Шевченко Н. В. Соціальне партнерство у сфері освіти: горизонти модернізації : монографія. Харків : Вид-во «Щедра садиба плюс», 2014. 504 с.
4. Фамілярська Л. Л. Діджиталізація процесу педагогіки партнерства в умовах нової української школи: *матеріали науково-практичної конференції «Педагогіка партнерства як основа розвитку суб'єктів освітньої діяльності в умовах НУШ»*. URL: <http://conf.zippo.net.ua/?p=152>
5. Шевченко Л. С. Соціальна відповідальність держави у сфері освіти *Вісник НУ «Юридична академія України імені Ярослава Мудрого»*. Серія: Економічна теорія та право. Харків: Право, 2012. № 3 (10). С. 184-199.
6. Колот А. М. Корпоративна соціальна відповідальність і проблеми її сприймання суспільством. *Соціально-трудова відносина: теорія та практика* . 2013. № 2. С. 6-15.
7. Сментина Н.В., Хусаїнов Р.В., Соціальна відповідальність вищих навчальних закладів : концептуальний аналіз. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. Серія «Економічні науки». – 2014. Вип. 9. Частина 2. С. 20 – 25.

## **ЗВ'ЯЗОК МІЖ ВУГЛЕВОДНЯМИ, СПИРТАМИ, АЛЬДЕГІДАМИ І КИСЛОТАМИ НА УРОКАХ ХІМІЇ**

*Вчитель хімії та біології Г.О. Ісаєва  
ПО "Ліцей сучасної освіти", м. Дніпро, Україна*

Вивчення взаємозв'язку між класами органічних сполук на уроках хімії має кілька ключових переваг:

1. *Збагачення розуміння хімії*. Органічна хімія є важливою галуззю науки, оскільки вона вивчає будову, властивості і реакції органічних сполук. Розуміння взаємозв'язків між різними класами органічних сполук допомагає учням краще зрозуміти принципи хімії та її застосування в реальному світі.

2. *Засвоєння системи класифікації*. Вивчення взаємозв'язків між класами органічних сполук допомагає у розвитку навичок систематизації та класифікації інформації. Це важливо для створення ментальної моделі, яка дозволяє учням легше орієнтуватися в складних хімічних системах.

3. *Розвиток критичного мислення.* Вивчення взаємозв'язку між класами органічних сполук сприяє розвитку аналітичних та критичних розумових навичок. Учні навчаються розпізнавати шаблони і виявляти закономірності, що допомагає їм розвивати логічне мислення.

4. *Практичне застосування.* Знання про органічні сполуки має практичне застосування у багатьох галузях, включаючи фармацевтику, харчову промисловість, сільське господарство та нафтопереробну промисловість. Чим більше учні знають про ці сполуки та їх взаємозв'язки, тим краще вони зможуть розуміти та застосовувати їх у майбутній професійній діяльності.

При вивченні органічної хімії є вкрай важливим окрім дослідження будови та властивостей речовин приділяти увагу також взаємозв'язкам між класами сполук. Одним із елементів цього є ланцюжки перетворення, які дозволяють краще зрозуміти зв'язок між речовинами різних класів. Доцільним є після вивчення карбоксильних сполук розглянути генетичний зв'язок між класами органічних речовин, які вже були вивчені – вуглеводнями, спиртами, альдегідами та карбоновими кислотами.

Для підготовки до цього уроку учні повторюють за підручником будову спиртів, альдегідів і кислот, їх характерні властивості і генетичні зв'язки. На уроці перш за все необхідно уточнити класифікацію вивчених речовин. Скільки ж класів оксигеновмісних сполук вже відомо учням? Можливо, будуть названі три класи – спирти, альдегіди і кислоти. До них слід віднести феноли, етери і естери – усього шість класів. Далі обговорюють можливу класифікацію всередині класів. Спирти і феноли поділяють на одноатомні і багатоатомні. Цікаво з'ясувати, чи не назвуть учні ще спирти іншої будови, наприклад ненасичені. При вивченні альдегідів також поряд з насиченими можуть бути вказані ненасичені та ароматичні альдегіди. Кислоти мають більш багату класифікацію: насичені одноосновні, насичені двоосновні (багатоосновні), ароматичні. Крім того їх слід підвести під загальну класифікацію кислот, розглянуту у курсі неорганічної хімії. В такому випадку вони будуть віднесені до оксигеновмісних кислот і до слабких електролітів.

Наступне питання узагальнення – електронна будова функціональних груп. На дошці відтворюють їх формули і під ними записують в загальному вигляді рівняння їх реакцій. Електронну будову кожної групи повинні пояснити учні. Особливо уважно показати характер подвійного зв'язку в карбонілі і сутність взаємного впливу в карбоксильній групі. Приклади реакцій для кожної функціональної групи також надаються учням.

До списку властивостей спиртів, таким чином можна віднести взаємодія з натрієм, бромоводнем, внутрішньомолекулярна та міжмолекулярна дегідратація, окиснення до альдегідів та кетонів, взаємодія з карбоновими кислотами.

Для альдегідів будуть вказані реакції відновлення, окиснення, полімеризації і поліконденсації (для формальдегіду) і, якщо згадувалося, то реакція приєднання ціановодню, знебарвлення фуксинсірчаної кислоти.

Список властивостей кислот буде більш чисельним: дія на індикатори, взаємодія з металами, оксидами металів, основами, солями, реакція естерифікації, галогенування тощо.

Усно, без наведення рівнянь реакцій, треба з'ясувати, які специфічні властивості з'являються у речовин, які мають ті або інші структурні особливості (багатоатомні спирти, ненасичені кислоти).

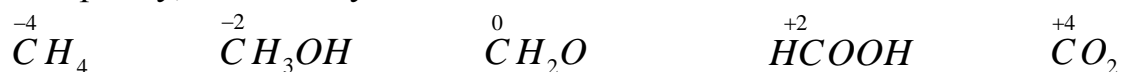
Питання про генетичні зв'язки між сполуками проходив у процесі усього вивченого, тому загальний розгляд його не зустрічає труднощів і будується на відповідях учнів. Одночасно с цим у зошитах вони повинні самостійно скласти рівняння реакцій, які ведуть від метану і етану до відповідних кислот. Необхідно також обговорити питання про те, як оксигеновмісні органічні речовини можуть бути отримані з неорганічних речовин. Це підводить до висновку про генетичну спорідненість, єдність органічних і неорганічних сполук, про розвиток речовин у природі.

Оскільки оксигеновмісні речовини характеризувалися як продукти поступового окиснення вуглеводнів, настав час обговорити цей процес узагальнено. Спочатку такий висновок підтверджується на основі порівняння речовин, наприклад етану, етилового спирту, оцтового альдегіду, оцтової кислоти. В етиловому спирті на відміну від етану з'являється Оксиген, потім відсотковий його вміст зростає ( $C_2H_6$ ,  $C_2H_6O$ ,  $C_2H_4O$ ,  $C_2H_4O_2$ ) – відбувається все більш глибоке окиснення речовини.

Після цього поняття окиснення перекладається на мову електричної теорії. При цьому простіше розглядати не процес окиснення, а стан окисненого атому карбону у сполуках:

метан → метанол → метаналь → метанова кислота → карбон(IV) оксид.

При переході від вуглеводню до спирту один валентний електрон атома Карбону змістився до Оксигену, отже, відбулося часткове окиснення атома Карбону. В альдегідах вже два електрона від Карбона змістилися у бік Оксигену, а в кислоті – три електрона. Отже, продовжується процес окиснення. В кінцевому продукті окиснення – карбон(IV) оксиді – і четвертий валентний електрон атома Карбону підходить ближче до Оксигену (у всіх випадках мається на увазі зміщення найбільшої електронної густини зв'язку). Цей процес можна спостерігати і на формальній зміні ступеня окиснення атома Карбону, який поступово змінюється від  $-4$  до  $+4$  [1, 2]:



Якщо залишиться час, слід нагадати про методи отримання найбільш важливих речовин, оскільки деякі з цих способів мають індивідуальний характер із часом забуваються. Доцільно, наприклад, загадати оптимальні умови синтезу етилового спирту з етилену та етанолу реакцією Кучерова. Оскільки учнями вже накопичені знання про більшість класів речовин, закінчити узагальнення доцільно вправами на визначення властивостей речовин за будовою, будови – за властивостями і знаходження різних переходів від одних класів сполук до інших.



### ***Висновки***

1. Вивчення взаємозв'язку між класами органічних сполук важливе для розвитку загального розуміння хімії, критичного мислення та практичного застосування знань.

2. З використанням бесіди, діалогу вчителя та учнів на основі вже отриманих знань доцільно провести узагальнення вивченого матеріалу розглянувши взаємозв'язок між класами органічних сполук: вуглеводнів, спиртів, карбонільних та карбоксильних сполук.

### ***Посилання***

1. Masterton, W.L. Chemistry: Principles and Reactions / W.L. Masterton, C.N. Hurley. – CENGAGE Learning, 2014. – 657 p.
2. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.

## **ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ В УЧИЛИЩНОТО ОБРАЗОВАНИЕ**

*Доцент д-р Елена Ковачева, гл. асистент, д-р Севдалина Георгиева  
Технически университет - Варна, България*

*Директор на гимназията, инж. Вяра Дукова*

***Професионална гимназия по компютърно моделиране и компютърни системи "Академик Благовест Сендов", гр. Варна, България***

### **УВОД**

Съвременните очаквания към работата на учителя са с доста динамични параметри и са предимно в областта на информационните технологии. Информацията е основно средство за развиване на компетентности и е лесно достъпна посредством много ресурси. Ролята на педагогическия специалист се превръща от източник на информация в съветник (ментор), който да направлява обучаемите да търсят и използват технологии за обработка и разпространение на информация. Изкуственият интелект (ИИ) като най-нова технология бурно навлезе в живота ни и дава ярък отпечатък в повечето сфери на живота. Образованието подготвя кадри на бъдещите професии, които със сигурност ще работят с обучени машини и ще управляват приложението на изкуствения интелект в отделните сфери. Необходимостта от установяване на ролята на изкуствения интелект в образованието е голяма и от експерти на различни нива в образователните институции се очаква да създадат модели на приложение и да проверят тяхната ефикасност.

## **Анализ на професионалните задължения на учителя през фокуса на ИИ**

Искусственият интелект се утвърждава като силен инструмент в съвременното образование, подпомагайки учителите в изпълнението на техните основни функции. Те включват планиране на образователния процес, организиране и провеждане на учебните занятия, оценяване на напредъка на учениците, сътрудничество с други учители и институции, както и дейности за възпитание, социализация и подкрепа на децата и учениците. Чрез интеграция на ИИ в тези процеси, учителите могат значително да повишат ефективността и качеството на образованието.

### **● Планиране на образователния процес**

ИИ предоставя на учителите разнообразни ресурси и инструменти за по-ефективно планиране на учебния процес. Например, учителите могат да използват ИИ за генериране на подходящи примери, които да демонстрират приложението на учебното съдържание в реалния живот. Това улеснява обяснението на сложни процеси и прави уроците по-достъпни и интересни за учениците. ИИ също така може да предложи интерактивни методи и средства за преподаване, включително учебни програми, дидактически игри и задачи за конструиране, които стимулират активното участие на учениците. При планирането на учебни програми за занимания по интереси, ИИ помага на учителите да създават персонализирани и ангажиращи учебни дейности, които отговарят на индивидуалните нужди и интереси на учениците.

### **● Организиране и провеждане на образователния процес**

В процеса на организиране и провеждане на урок, ИИ може да е в ролята на "още един ученик" в класната стая. Това позволява на учениците да сравняват своите решения с тези на ИИ и да развиват критично мислене, като осъзнават, че ИИ понякога може да греши. Учителят ръководи "разговора" с ИИ, стимулирайки дискусии и анализи, които обогатяват учебния процес. В часовете по математика и информационни технологии (ИТ), например, ИИ може да предоставя алтернативни решения и методи за решаване на задачи, които насърчават учениците да мислят критично и да разглеждат различни подходи.

### **● Оценяване на напредъка на учениците**

Оценяването на напредъка на учениците е друга област, в която ИИ играе важна роля. Чрез планиране на системи от критерии и показатели, ИИ подпомага учителите в генерирането на въпроси и задачи за тест, както и обективното и точното оценяване на учебните постижения. ИИ може да анализира и оценява свободни текстови отговори, да подпомага груповото оценяване и да проследява индивидуалния напредък, включително при деца със специални образователни потребности (СОП). Това позволява на учителите да предоставят персонализирана обратна връзка и да адаптират учебния процес според индивидуалните нужди на всеки ученик.

### **● Възпитание, социализация и подкрепа на децата и учениците**

Через използването на ИИ, учителите могат по-ефективно да планират своите дейности и да осигуряват цялостна подкрепа за възпитанието и социализацията на учениците, както и за разрешаване на конфликти. Через анализ на поведението и взаимодействията на учениците в класната стая, ИИ може да идентифицира ранни признаци на конфликти или социални проблеми и да предложи подходящи решения. Това включва развитие на социални и емоционални умения, които са от съществено значение за успешното интегриране на учениците в обществото.

### **Анализ на новите учебни програми по ИТ с включени елементи на ИИ**

С навлизането на изкуствения интелект в много сфери на живота се появи необходимост и от промяна на дигиталните умения на съвременния човек, което доведе до спешни изменения в очакваните резултати от обучения на регионално и европейско равнище. През 2023 г. екип от български експерти обсъди възникналата необходимост и предложи, а министърът на образованието утвърди промени в учебните програми на учебния предмет “Информационни технологии” в общообразователна подготовка. Заложените в програмата теми покриват всички области, включени в Европейската рамка за самооценка на дигиталните компетентности: Обработка на информация; Комуникация; Програмиране и изкуствен интелект; Безопасност; Решаване на проблеми.

В учебната програма по информационни технологии за VIII и X клас е добавен раздел “Програмиране и изкуствен интелект”, а в IX клас - “Създаване на съдържание”. Планираните нови очаквани резултати са както следва:

Клас	Очаквани резултати	Нови понятия
VIII	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Конфигурира приложения, софтуер, дигитални платформи, така че да активира, предотврати или модерира система за проследяване, събиране или анализиране на данни, включително чрез изкуствен интелект.</li> <li>● Разбира, че всичко, което човек споделя публично онлайн (напр. изображения, видеоклипове, звуци), може да се използва за обучение на системи за изкуствен интелект.</li> <li>● Умее да формулира недвусмислено заявка за търсене, за да постигне желан резултат при взаимодействие с “умни” (smart) агенти (напр. Siri, Alexa, Cortana, Google Assistant).</li> <li>● Разбира, че машините за търсене на информация, социалните медии и платформите</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● изкуствен интелект;</li> <li>● deep-fake;</li> <li>● интерпретатор;</li> <li>● вградена функция в език</li> <li>● за програмиране</li> </ul>

	<p>за съдържание често използват алгоритми с изкуствен интелект, за да генерират отговори, които са адаптирани към отделния потребител, което се нарича "персонализиране".</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Разбира, че генерираните от изкуствен интелект изображения, видеоклипове или аудио записи на събития, които не са се случили в действителност (deep-fake), невинаги могат да бъдат разграничени от истинските.</li> <li>● Разбира, че използването на машини за търсене на информация, управлявани от изкуствен интелект, могат да застрашат неприкосновеността на личния живот и личните данни или да подложат потребителя на търговски интереси.</li> <li>● Създава програмни инструкции на скриптов език за решаване на ясни и добре дефинирани задачи.</li> <li>● Прилага програмни инструкции на скриптов език за решаване на нови, но аналогични и сходни с решавани преди това задачи.</li> </ul>	
IX	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Оценява ползите и рисковете, преди да позволи на трети страни да обработват лични данни, включително чрез средства, използващи изкуствен интелект.</li> <li>● Открива нови модули/пакети/библиотеки за реализиране на програмни възможности съобразно идентифицирани потребности.</li> <li>● Познава начини за инсталиране на намерените модули/пакети/библиотеки.</li> <li>● Прилага налични технологични средства за използване на намерените модули/пакети/библиотеки.</li> </ul>	
X	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Разпознава начините, по които изкуственият интелект може да повлияе на информацията.</li> <li>● Посочва резултат на кратък алгоритмичен фрагмент, описан с псевдокод и програма на скриптов език.</li> <li>● Намира набори от данни от дигитални хранилища на данни.</li> <li>● Обработва набор от данни с помощта на скриптов език.</li> </ul>	набор от данни (dataset)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Розбира, че алгоритмите с изкуствен интелект работят по непрозрачен за крайните потребители начин.</li> <li>● Задава заявки към средства с изкуствен интелект (чатботове с ИИ, асистенти, търсещи машини и други).</li> <li>● Знае, че сензорите в дигиталните устройства и приложения генерират големи количества данни, които се използват за трениране на системи с изкуствен интелект.</li> <li>● Обяснява процеса на машинно самообучение.</li> <li>● Използва чатбот с изкуствен интелект за избор на метод за решение.</li> <li>● Розбира, че дигиталното пристрастяване може да причини психологически и физически увреждания.</li> </ul>	
--	--	--

Всички тези умения, които се очакват от завършилите обучението са пряко свързани с новите технологии с изкуствен интелект, които навлизат и потребителите трябва да могат да настройват, управляват, използват с професионална или лична цел. Необходимо е учителите по информационни технологии да актуализират знанията и уменията си, да се включат в курсове и специализации, които да повишат техните компетентности. Технически университет - Варна предлага 2 тясно специализирани дългосрочни обучения (професионално-педагогически специализации): “Изкуствен интелект в училищната подготовка” и “Компютърно моделиране в училищната подготовка”. В учебния план са залегнали дисциплини свързани с основите на изкуствения интелект, машинното обучение за деца, програмиране на Python, визуална блокова среда Scratch, програмируеми устройства, училищен курс по компютърно моделиране, методика на преподаването. Учителите завършват обучението със защита на дипломна работа с представена добра педагогическа практика по темата и имат право да кандидатстват за придобиване на III професионално-квалификационна степен.

#### **Споделен от учители опит за работа с изкуствен интелект**

Изкуственият интелект се утвърждава като мощен инструмент в помощ на учителите, предоставяйки множество приложения, които могат значително да облекчат техните ежедневни задължения. Технологичният напредък в областта на ИИ позволява интеграцията му в образователната среда, предлагайки на преподавателите ефективни решения за различни аспекти на тяхната работа [1].

Проучванията показват, че 95% от учителите преминали обучение не използват изкуствен интелект в своята практика. От тях само 30% притежават значителни познания за ефективното му прилагане. Този факт подчертава

нуждата от специализирани обучения, които да повишат компетенциите на учителите в използването на ИИ. [2]

Технически университет - Варна предлага и краткосрочни курсове и методически срещи по темата за използване на изкуствения интелект в образованието, в които се включват учители от различни степени и специалности. През февруари-март 2023 г. подобно обучение преминаха над 160 души. След проведените обучения, учителите са дали 100% положителна обратна връзка относно полезността на изкуствения интелект като помощник при изпълнението на рутинни задачи. Спестеното време и усилия позволяват на преподавателите да се съсредоточат върху по-важни аспекти на образователния процес, като развитието на емоционалната интелигентност на учениците и усъвършенстването на техните меки умения.

Тези положителни резултати подчертават потенциала на изкуствения интелект да трансформира преподавателската практика, като освобождава ресурси за по-качествено и персонализирано образование. Използването на ИИ не само улеснява работата на учителите, но и подобрява учебния процес за учениците.

Примерни задачи, които могат да се решат с помощта на изкуствения интелект:

1. Разработка на учебни програми: Изкуственият интелект може да анализира учебни данни и да предложи оптимални учебни програми, съобразени с нуждите и нивото на учениците.
2. Разработка на сценарии: Създаване на интерактивни и адаптивни учебни сценарии, които да ангажират учениците и да подобрят усвояването на знанията.
3. Разработка на индивидуални задачи за деца със СОП и изявени дарби: ИИ може да генерира персонализирани задачи, които да отговарят на специфичните нужди на учениците със специални образователни потребности (СОП) или изявени дарби.
4. Оценка на учениците: Автоматизиране на процеса на оценка чрез анализ на учебни постижения и предоставяне на обратна връзка, базирана на данни.
5. Управление на учебния процес: Оптимизиране на разпределението на ресурси и времето за преподаване, както и автоматизиране на административните задачи.
6. Подкрепа за ученици: ИИ-базирани приложения могат да предоставят допълнителна помощ и насоки на учениците, особено в области, където те срещат затруднения.

### ***Заключение***

В заключение, интеграцията на ИИ в образованието предлага многобройни възможности за подобряване на учебния процес и повишаване на качеството на образование. Чрез използването на ИИ, учителите могат по-ефективно да планират, организират и оценяват обучението, като



сщевременно осигуряват персонализирана подкрепа и стимулират критичното мислене на учениците.

Искусственият интелект предлага огромен потенциал за подобряване на образователния процес, като предоставя иновативни решения, които улесняват работата на учителите и повишават ефективността на учебния процес.

### *Литература*

- [1] Насоки за използване на изкуствен интелект в образованието  
[https://www.mon.bg/nfs/2024/02/nasoki-izpolzvane-ii\\_190224.pdf](https://www.mon.bg/nfs/2024/02/nasoki-izpolzvane-ii_190224.pdf)
- [2] Етични насоки за преподавателите относно използването на изкуствен интелект (ИИ) и на данни при преподаване и учене, Европейска комисия, октомври 2022  
<https://op.europa.eu/bg/publication-detail/-/publication/d81a0d54-5348-11ed-92ed-01aa75ed71a1>
- [3] <https://chovek.ai/>

## **STEAM ПОДХОДИ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ЧУЖД ЕЗИК**

*Доцент д-р Елена Ковачева, гл. асистент, д-р Севдалина Георгиева,  
старши преподавател Надежда Цонева  
Технически университет - Варна, България*

### **Увод**

Високите академични резултати от обучението в университета са пряко свързани със стратегиите за учене и уменията на студентите да се справят с всички трудности, свързани с учебния процес.

Глобализацията, високите технологии и променящите се икономически условия правят изучаването на чужди езици важен елемент от тяхната професионална реализация. Една от основните задачи на обучението в университета е да осигури на студентите подкрепа, помощ и всички условия, необходими за тяхното включване като активна страна в обучителния процес. STEAM обучението в университета, което интегрира науки, технологии, инженерство, изкуства и математика, е ефективно за подготовка на студентите за съвременния свят. Университетите могат да прилагат този подход чрез интердисциплинарни курсове, проектно-базирано обучение, изследователски програми и съвместни лаборатории. Предимствата на STEAM обучението включват развитие на комплексни умения, повишена мотивация, подготовка за реалния свят и насърчаване на иновации и творчество.

### **Дефиниране на STEAM подходи в образованието**

При определяне на основните характеристики на STEAM обучението е необходимо да се дефинира основният дейностен компонент в абревиатурата "STEAM" - инженерингът. Инженеринг е систематичен подход към технически проблем, който се състои от следните етапи: анализ на проблем,

проектиране на решение, оценяване на проекта на решението, реализиране на проекта и тестване на резултата. Всички дейности в тази система са обосновани от принципи, теореми, правила, произлизащи от науки, технологии и математика. Дизайнът на процеса и резултата е обусловен от изкуството и обосновава “art” в абривиатурата “STEAM (science, technology, engineering, art, math)”.

В книгата „За прехода от знанията към уменията“, публикувана на сайта на МОН, е цитирано, че „Смяната на фокуса в обучението от преподаване на знания към овладяване на ключови компетентности и развитието на способности да се решават проблеми извежда на преден план основните характеристики на компетентностния подход: интегрирано междупредметно взаимодействие; практическа насоченост на обучението; ориентация към резултати; прилагане на иновативни подходи и практики в процеса на преподаване и учене.“ Посочените характеристики са присъщи и за STEAM обучението, при което може да се направи корелация между STEAM подходи и компетентностен подход в образованието. Както казва Сийкман: двата подхода са насочени към резултатите и имат за цел да решат предизвикателства от реалния свят.“ [4].

Основният метод в обучение чрез компетентностен или STEAM подход е обучение чрез решаване на проблеми. В педагогическата литература в този контекст се срещат и методите: изследователски подход, постигане на творчески цели в обучението и др. Според Хуторски този метод се състои в подреждане на учебни дейности за решаване на познавателни учебни задачи (проблеми), които имат липсващи елементи [1]. В субективен смисъл учебният проблем е осъзната от субекта теоретична или практическа трудност, решаването на която чрез самостоятелно генериране на идеи осигурява на личността преход от незнание към знание“ [3]. В обективен смисъл учебният проблем е структура с непълни данни. Задачата, която трябва да се изпълни, е откриване на недостигащата информация и допълване на структурата ѝ [2]. Обучението по чужд език осигурява необходимата компонента за успешното решаване на проблема - езиковата компетентност, което осигурява намирането на информацията, комуникацията, дискусията в екипа при анализа на проблема, проектирането и реализирането и тестването на решението.

### **Анализ на STEAM подходите в обучението по чужд език**

Комбинирането на преподаване на английския език за специфични цели (ESP) във висшето образование и STEAM подхода се основава на необходимостта да се подготвят студентите със специализирани езикови умения, насочени към техните академични и професионални области. Авторите откриват няколко пресечни точки в двата подхода:

#### **1. Езиково обучение, обусловено от професионалната област и персоналните потребности на студентите.**

ESP програмите на университетско ниво се фокусират върху преподаването на английски език, който е пряко свързан с областите на обучение и бъдещите професии на студентите, което на практика означава изучаване на специфична терминология, жанрове и стилове на комуникация, присъщи на науката, технологиите, инженерството, изкуствата и математиката.

- **Научно писане и комуникация:** ESP курсовете за студенти често включват модули за това как се пишат научни текстове, статии, инструкции, лабораторни проекти и ремонтни ведомости, както и как да се представят научни открития ефективно.

- **Техническа терминология:** Студентите изучават точната терминология, използвана в техните специфични STEAM области, което е от съществено значение за разбирането на учебния материал, разширява възможностите им за професионално усъвършенстване, както и участие в академични дискусии и сътрудничество по проекти.

## **2. Интердисциплинарно обучение и сътрудничество**

STEAM образованието подчертава интердисциплинарното обучение и сътрудничеството между различни области. ESP подкрепя това, като предоставя на студентите езиковите умения, необходими за ефективна комуникация и сътрудничество между дисциплините.

- **Проектно-базирано обучение:** ESP курсовете често дават възможност за обучение, базирано на проекти, при което студентите работят по интердисциплинарни проекти, които изискват използването на английски в контекст, релевантен за техните STEAM предмети.

- **Комуникация в екип:** Ефективното сътрудничество в STEAM областите изисква ясна комуникация. ESP курсовете учат студентите как да изразяват идеите си, дават и получават обратна връзка и работят ефективно в мултикултурни и мултидисциплинарни екипи.

## **3. Критическо мислене и решаване на проблеми**

И двата подхода – ESP и STEAM – развиват умения за критическо мислене и решаване на проблеми. ESP курсовете, предназначени за студенти, често включват дейности, които изискват анализ на текстове, оценка на източници и конструиране на логични аргументи.

- **Четене и интерпретиране на технически текстове:** Студентите се учат да четат и интерпретират техническа литература критически, което е основно умение в STEAM областите.

- **Писане и аргументация:** ESP курсовете учат студентите как да конструират добре обосновани аргументи в писмените си работи, било то за академични статии, технически отчети или бизнес комуникация.

## **4. Културна и глобална компетентност**

Тъй като STEAM областите често имат глобално измерение, ESP програмите акцентират върху културната и глобалната компетентност, подготвяйки студентите да работят в международен контекст.

- **Межкултурна комуникация:** ESP курсовете включват обучение по межкултурна комуникация, помагайки на студентите да отчитат и уважават културните различия в глобалните STEAM среди.

- **Езикова компетентност за глобална мобилност:** Владението на английския език, „lingua franca“ в много STEAM области, подобрява възможността на студентите да участват в международни конференции, публикуват в международни списания и работят в глобални екипи.

## **5. Интеграция на технологиите**

И ESP и STEAM образованието използват технологии за подобряване на учебния процес.

- **Инструменти за електронно обучение:** ESP курсовете използват инструменти за електронно обучение, за да предоставят на студентите интерактивни и ангажиращи езикови учебни преживявания, като онлайн симулации, виртуални лаборатории и приложения за езиково обучение.
- **Дигитална грамотност:** ESP програмите често включват компоненти на дигиталната грамотност, като учат студентите как да използват технологиите ефективно за изследвания, комуникация и сътрудничество в техните STEAM области.

### **Използване на дигитални средства за реализиране на STEAM подходи в езиковото обучение**

За да се реализират STEAM подходи в езиковото обучение, обусловено от професионалната област и персоналните потребности на студентите, могат да се използват разнообразни дигитални средства и платформи. Тези инструменти предоставят възможности за интерактивно и ангажиращо учене. По-долу са предложени някои ключови категории и конкретни дигитални ресурси, които могат да бъдат ефективно интегрирани в езиковото обучение:

- платформи за онлайн обучение - Google Classroom, Microsoft Teams, Moodle, GeoGebra Classroom и др.
- интерактивни задачи и приложения - LearningApps, Canva, Liveworksheets, Google Forms, Kahoot, Quizlet, MozaBook и др.
- онлайн инструменти за превод, идентифициране и коригиране на грешки - онлайн речници, DeepL, Google Translate, Grammarly, Hemingway, Quillbot и др.
- инструменти за сътрудничество - споделени документи, електронни таблици, презентации в Google Drive и Microsoft Office 365;
- видео ресурси - YouTube, BBC и др.
- виртуални лаборатории и симулации - PhET, Labster.

Използването на дигитални ресурси помага за създаването на ефективна и ангажираща и творческа учебна среда, която отговаря на специфичните нужди на студентите в техните професионални области. Чрез интеграцията на тези инструменти, обучението става по-динамично и адаптивно, позволявайки на студентите да развиват както специализирани езикови умения, така и компетенции в областите на науката, технологиите, инженерството, изкуствата и математиката (STEAM).

### **Примери за STEAM дейности със студенти**

Работните места в реалния свят са мултидисциплинарни по природа. Студентите се възползват от мултидисциплинарния подход на STEAM към ученето, защото той демонстрира как взаимодействат различните научни области. Целите на курса по специализиран английски език в техническите университети е да обучи студентите на езикови умения, необходими за тяхната работа – четене и превод на специализирана научна и техническа литература, както и умения да се бори с различни видове техническа документация. STEAM добавя още един елемент, като акцентира върху значението на развитието на уменията за четене на непознат технически или

научен текст посредством различни техники на четене, както и на уменията за писане, като средство за комуникация в глобален смисъл.

Четенето и писането са две важни умения, които често се пренебрегват. Те са градивните елементи на всяко друго учене и помагат на студентите да развият собствените си мнения и да станат достатъчно уверени, за да ги споделят с другите. Типични примери за интердисциплинарно учебно съдържание са преводът на корабни ремонтни ведомости, инструкции, описанието на техническа схема от областта на корабните машини и механизми, описание на електрически схеми за студентите от електро-техническите специалности, изработване на портфолио за студентите от индустриален дизайн. Те получават възможност да изследват, да общуват помежду си в сигурна обстановка, да усъвършенстват междуличностните си комуникационни умения чрез дейностите по време на STEAM занятията и това им помага да изградят разнообразието от умения, необходими за работа в бъдеще.

Интеграцията на STEAM подхода с изучаването на английски език в обучението на студенти от електротехническите и корабно - инженерните специалности значително подобрява техните технически и комуникационни умения, като съчетава техническите знания с креативност, иновации и интердисциплинарност. Това не само подготвя студентите за реалния свят, но и ги прави по-конкурентоспособни и адаптивни към бързо променящите се технологии и изисквания на индустрията, разширява техните кариерни възможности и ги прави по-гъвкави и иновативни професионалисти.

### ***Заклучение***

Връзката между ESP и STEAM образованието е синергична. ESP предоставя на студентите специализираните езикови умения, необходими за академичен и професионален успех, докато STEAM образованието се възползва от подобрените умения за комуникация, сътрудничество и критическо мислене, които ESP насърчава. Студентите, по интересен за тях начин, разширяват и усъвършенстват лексикалния си запас, подобрява се професионалното общуване между студентите, като подготовка за реалната работна среда, в която ще попаднат след време. По-добрата степен на владееене на чуждия език води до повишена професионална мотивация и самооценка, като по този начин оказва въздействие върху социалното общуване и меките умения на обучаемите. Този интегриран подход гарантира, че студентите не само са компетентни в своите технически области, но също така са способни да комуникират идеите си и да работят ефективно в глобален контекст.

### ***Литература***

[1] А. Хуторской, Дидактика. Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. М: Питер, 2017.

[2] В. Оконь, Введение в общую дидактику. М: Высшая школа, 1990.

[3] Н. Колишев, Теория на педагогическите умения на учителите. С.: Захарий Стоянов, 2018.

[4] Siekmann, Gitta. What Is STEM? The Need for Unpacking Its Definitions and Applications. National Centre for Vocational Education Research (NCVER), 2016.

## **THE INTELLIGENCE AS A SOCIOECONOMIC PHENOMENON: HISTORIOGRAPHY OF THE ISSUE**

*Assoc. Prof., PhD in Economics B.-P. Koshovyi  
IHE «Lviv university of business and law», Lviv, Ukraine*

The question of human intelligence traditionally holds a prominent place in humanitarian studies. The phenomena of thinking and consciousness, communication, generation, and assimilation of knowledge have been subjects of scientific research since the inception of science.

In this context, philosophical directions of understanding intelligence, as attempts to penetrate the ontology of human nature, and applied directions, focusing on studying the possibilities for the development of individual and group intelligence with the aim of adjusting societal processes and achieving economic development, have clearly emerged.

Traditionally, the historical analysis of intelligence begins with the works of ancient philosophers.

Plato (427-347 BCE) was an ancient Greek philosopher, and his views on intelligence and knowledge are reflected in his dialogues and philosophical works, especially in the "Phaedo," "Phaedrus," and "The Republic." Plato's doctrine of intelligence can be described as follows [1; 2]. Plato believed that there exists an ideal world of ideas or forms, which are the highest realities and form the foundation for everything that exists in the physical world. In the ideal world, there are ideas or forms of everything, including good, truth, beauty, etc. Intelligence perceives these ideas or forms through the process of philosophical thinking and understanding. This process emphasizes the importance of analysis and meta-understanding.

Plato's doctrine of intelligence and knowledge was marked by significant philosophical depth and had a profound influence on the subsequent development of philosophy and scientific research in the history of philosophy. He became one of the pioneers in the philosophical discussion of the nature of intelligence and its role in understanding the world.

Aristotle's (384-322 BCE) doctrine of intelligence differs from the views of other ancient philosophers, such as Plato. Aristotle was an ancient Greek philosopher, scientist, and teacher, and his approach to intelligence was more empirical and philosophical [3; 4]. Aristotle believed that intelligence or intellectual abilities are born from experience and observations. He argued that children are born as "tabula rasa" or blank slates and acquire knowledge through perceiving and exploring the world around them.

Aristotle distinguished between two types of intelligence: active and passive. Active intelligence is the part of the intellect that processes information and draws conclusions by analyzing it. Passive intelligence is the soul's ability to receive impressions from the external world. Aristotle's doctrine of intelligence plays an important role in the development of philosophical and psychological sciences. His



empirical approach and emphasis on practical understanding and cognition remain significant for contemporary understanding of intellectual processes and cognition.

In the subsequent development of the doctrine of intelligence, it became firmly integrated within the field of educational sciences. For instance, John Amos Comenius (1592-1670) was an eminent Czech educator and philosopher who made significant contributions to the development of education and psychology, particularly concerning questions of intelligence. John Amos Comenius's teachings influenced the development of pedagogy and psychology, promoting progressive teaching methods and emphasizing the importance of education and intellectual development as key aspects of a worthy life [5].

The Enlightenment era laid the foundation for further shifting research on intelligence from the personal to the social, and thus, economic domain.

Francis Galton (1822-1911) was an English scientist who made significant contributions to various fields, including statistics, psychology, and genetics. His doctrine of intelligence focused on studying the heredity of intellectual abilities and developing methods for their measurement. Galton developed many methods for measuring intelligence and other psychological characteristics. He coined the term "psychometrics" and created various tests and assessment methods for intelligence, including the first versions of intelligence tests [6].

Charles Darwin (1809-1882) is renowned for his theory of evolution, which greatly influenced science and philosophy. Although he was not a specialist in psychology or intelligence, his theory had some impact on the understanding of the development of human intelligence and cognitive abilities. Darwin proposed ideas suggesting that human intellect and mind evolved as a result of natural selection. He believed that the development of intelligence was an adaptive response to changing environmental conditions and competition for resources. Overall, Charles Darwin's teachings were not directly aimed at studying intelligence, but his theory of evolution provided an important foundation for understanding how intellect and cognitive abilities can develop and adapt to changing conditions in the natural environment [7].

In the 20th century, three main currents of thought on intelligence emerged [8]:

1. Intelligence as the ability to learn (A. Binet, C. Spearman, W. Henmon, T. Woodrow, W. Dearborn).
2. Intelligence as the ability to manipulate abstract symbols and relationships (L. Terman, F. Ballard, E. Thorndike).
3. Intelligence as the ability to adapt to the environment (W. Stern, R. Freeman, R. Pintner, L. Thurstone, J. Peterson).

The sociological, socio-economic, and socio-cultural vectors of the development of humanities in the 20th century naturally influenced the expansion of approaches to interpreting intelligence. This shift moved away from the conception of intelligence as something inseparably linked to the physical entity – a person and their physiological properties. The forefront now features teachings on social intelligence, group intelligence, and ultimately the role of "superindividual" intelligence in the socio-economic development of a state.

Indeed, in the 20th century and even at the beginning of the 21st century, studying individual impacts on the national economy seemed impossible; each study had limitations arising from assumptions about normal distribution and certain samples. Today, with the advancement of computational power, humanity is approaching the establishment of precise correlations between personality, individual, and group and societal dynamics. However, in the realm of big data, it turns out that computational power under standard technological paradigms still does not guarantee the ability to establish accurate and reliable patterns of social dynamics.

Thus, at the current stage, we still do not have sufficient knowledge about intelligence in the social aspect; the issue of intellectual security in the historiographical aspect remains practically unexplored. Practically, because security is an attribute that can be implicitly considered a factor in every teaching related to humans, their psyche and psychology, and the stability of social relations and their long-term development. When we talk about language, speech, emotions, psychological and behavioral patterns, or other related phenomena, we can ultimately always add "security," "security-related" – security of language; security of behavior; security of thinking.

Does Plato's "understanding of truth" not implicitly speak of security – after all, only those who have known the truth do not wander in the dark, exposed to dangers? Are there signs of "security" in Darwin's teachings – undoubtedly; living organisms intellectually develop for survival-security.

Nevertheless, in the modern concept of intellectual security, there are not only implicit conclusions but also coherent scientific theories within which the categorical apparatus of intellectual security is fixed and its place in the systems of knowledge about national security, socio-economic development, and personal growth is determined.

### ***Conclusions***

The intelligence, as a socioeconomic phenomenon, determines not only the level of intellectual development of the population but also the economic prosperity of the country, its competitiveness, and social stability. The intelligence of a nation is formed in the context of historical, cultural, and socio-economic conditions, which influence the nature and direction of intellectual activity. Effective state policies aimed at the development of education, science, culture, and the information society create conditions for the realization of the intellectual potential of the population and ensure sustainable economic growth.

### ***References***

1. Платон. Діалоги. URL: <https://chtyvo.org.ua/authors/Plato/Dialohy/>
2. Платон. Держава. URL: <http://litopys.org.ua/plato/plat.htm>
3. Арістотель/ Нікомахова етика. URL: [https://chtyvo.org.ua/authors/Aristotle/Nikomakhova\\_etyka/](https://chtyvo.org.ua/authors/Aristotle/Nikomakhova_etyka/)
4. Коплстон Ф. Етика Арістотеля. *Історія філософії. Стародавня Греція і Стародавній Рим*. Том II, 2003. URL: <http://ibib.ltd.ua/etika-aristotelya-28031.html>

5. Georginova, L., Kuryliak, V. The basis of the pedagogical ideas of John Amos Comenius. *Pedagogical Discourse*, 2016. 21. P. 20-25.
6. Петрюк, П. Т., Іваничук, О. П., Петрюк, А. П., Бондаренко, Л. І. Френсіс Гальтон – видатний англійський психолог та вчений-енциклопедист. URL: [https://www.nuozu.edu.ua/zagruzka/GPZ2015\\_3.pdf#page=71](https://www.nuozu.edu.ua/zagruzka/GPZ2015_3.pdf#page=71)
7. Перішко, І. Аналіз підходів щодо з'ясування структури інтелектуальної діяльності. Молодь і ринок. 2010. (6). С. 145-148.
8. Силенок, Г. А. Інтелект та інтелектуальний розвиток особистості. URL: <http://enpuir.udu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/7350/Sylenok.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## ЗНАЧЕННЯ ІСТОРИЧНОЇ ОСВІТИ В ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІДЕОЛОГІЇ

*Доц., канд. іст. наук О.А. Кузнецов*

Кафедра теорії, технології та автоматизації металургійних процесів НФ УДУНТ  
**Український державний університет науки та технологій (УДУНТ)**  
*м. Дніпро, Україна*

Згідно з Національною доктриною розвитку освіти в Україні в ХХІ столітті, одним із стратегічних завдань освіти є формування творчої особистості, здатної на свідомий та відповідний вибір за різних життєвих обставин. Така особистість має мати такі компетенції, щоб здійснити свій вибір правильно, помірковано і результативно.

**Постановка проблеми.** Вже досить тривалий час у більшості країн Західної Європи, в тому числі Україні, в багатьох країнах світу триває розробка моделі освіти нового століття. На основі скрупульозних досліджень різноманітних моделей, концепцій, дослідники приходять до висновку, що вища школа має готувати висококваліфікованих фахівців, які вміють вирішувати професійні завдання на рівні останніх досягнень світової науки і техніки і, водночас, стати інтелектуалами, в українській традиції — інтелігентами, тобто культурними, духовно багатими людьми, які професійно займаються творчою розумовою працею, розвитком та поширенням культури.

Необхідність оволодіння такими якостями стосується молодих фахівців як гуманітарного, так і природного профілю. Людина, яка засвоїла лише вузькопрофесійні знання та навички, може бути лише ремісником, без оволодіння досягненнями людства в духовній галузі її неможливо вважати інтелектуально розвиненою, інтелігентною, культурною. У багатьох країнах на соціогуманітарну підготовку студентів відводиться до 25% навчального часу.

В Україні, серед пріоритетних напрямків реформування освіти визначаються такі напрямки, як: розбудова національної системи освіти з урахуванням кардинальних змін в усіх сферах суспільного життя України;

забезпечення моральної, інтелектуальної та психологічної готовності всіх громадян до здобуття освіти; досягнення якісно нового рівня у вивченні базових навчальних предметів: української та іноземних мов, вітчизняної та світової історії, літератури, математики та природничих наук [1].

**Актуальність дослідження.** Актуальність формування державної ідеології є незаперечною, першочерговою і впливає вже з самого змісту даної складової державної політики. Аксиоматичним на сьогодні є те, що кожна країна не може повністю існувати без власної ідеології, яка спирається на свою багато вікову історію, на своє історичне минуле з поглядом у майбутнє.

Чільне місце у духовному потенціалі держави займає ідеологія. Вона дуже впливає на всі сфери життя і діяльності суспільства, в тому числі і в період військового протистояння. Через ідеологію воюючі класи і держави прагнуть дати війні, що ведеться, таке обґрунтування, щоб в свідомості народу склалась прийнятна їм думка про цю війну і виробилося позитивне ставлення до неї. У ході протистояння, боротьба за свідомість мас, яка не знає перерв і у мирний час, набуває особливо гострого характеру. Від ступеня оволодіння ідеологією свідомістю народу залежить активність його дій у тилу. У мирний час військово-ідеологічні настанови держави є основним засобом формування оборонної свідомості. Вони, по суті, являють собою ідеологічну зброю (у широкому значенні, система навчань, теорій, ідей, що розповсюджуються в масах за допомогою агітаційно-пропагандистських засобів та способів). Сьогодні театром воєнних дій стає суспільна свідомість.

Актуальність виваженого наукового підходу до вивчення історії зберігається і, навіть, зростає у зв'язку з тим, що переосмислення минулого не обійшлося без витрат і протиріч, оскільки вирішувати ці завдання доводиться в умовах переходу від одного суспільного устрою до іншого, в умовах докорінних змін у політичній системі суспільства, його економічних засад, висування нових політичних та ідеологічних парадигм, нових моральних цінностей.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В багатьох науково-методичних розробках, присвячених проблемі, що розглядається, поряд із представниками різних гуманітарних напрямків, філософією, соціологією, політологією визначальною залишається історія. У зв'язку з цим для історії в силу її специфіки відкривається більша ніша в системі сучасної освіти. Ідеологічна діяльність країн знаходить своє вираження у розвитку соціальної теорії; вихованні народу, внесенні державної ідеології до свідомості населення та його мобілізації на активну практичну діяльність; боротьбі з чужою ідеологією, аргументованим викриттям ворожих поглядів. Створюються механізми захисту свідомості населення від проникнення чужих ідей та звичаїв у свідомість та поведінку людей.

Сучасний етап суспільно-політичного розвитку України, загроза її цілісності і самій державності об'єктивно диктує необхідність засвоєння всіма громадянами держави правдивої і нефальшованої історії українського народу.

Крім вивчення вітчизняної історії, для формування ідентичності особи, першочерговим завданням суспільства, наукової еліти залишається необхідність формування національної ідеології.

На сучасному етапі значна кількість науковців займається проблемами ролі та місця історії в процесі формування національної ідеології. Серед дослідників цієї проблеми слід визначити як закордонних, так і вітчизняних вчених. Серед класиків світової науки слід відзначити таких як, О. Шпенглер [2], К. Маннгейм [3], Т.В. Адорно [4], Е. Дюркгайм [5], Д. Голдберг [6].

Особливістю підходу західних дослідників ідеології є заперечення пізнавального значення ідеології та зведення її змісту виключно до системи цінностей. Так, наприклад, для Маннгейма ідеологія відбиває конкретне історичне середовище конкретної домінуючої групи, яка намагається увічнити соціальний порядок, тоді як утопія - це погляд поневолених груп у тому суспільстві на перетворене і ідеалізоване майбутнє. Його праця «Ідеологія і утопія» (1929) присвячена вивченню сутності ідеології та утопічної свідомості. За Маннгеймом, будь-яка ідеологія являє собою «теоретизоване відбиття волі правлячої політичної еліти». Ідеології, у свою чергу, завжди протистоять «утопії» - нестійкі, емоційно забарвлені «духовні утворення», породжені свідомістю опозиційних соціальних груп.

Т.В. Адорно, в роботі «Исследование авторитарной личности» аналізує причини та умови виникнення саме у ХХ ст. диктаторів, які затверджували антигуманні, нелюдські авторитарні, тоталітарні режими, що можливо було тільки при підтримці мільйонів людей.

Еміль Дюркгайм стверджував, що елементи політичної ідеології, якими пронизана «загальна схема» та які сприяють реакційним та потенційно фашистським переконанням:

- загальна непоінформованість та плутанина у політичних питаннях;
- звичка «навішувати ярлики» та «персоналізація»;
- незадоволення профспілками;
- протидержавного втручання в економіку;
- обмеження доходів.

Особливу точку зору висловлює Д. Голдберг [6]. Він вважав, що ідеологія впливає на вибір об'єкта, проти якого готується війна, і, навіть, на методи застосування військової сили. Людиноненависницька ідеологія фашизму, наприклад, знайшла вираз у варварських способах ведення війни німецьким імперіалізмом (масові винищення людей, жорстокість по відношенню до військовополонених, жінок, літніх людей, дітей і т. д.). Месіанська протестантська, а згодом ліберальна ідеологія США визначила жорстокість війни у Кореї, В'єтнамі, Іраку.

Таким чином, ідеологія, на думку західних вчених, не містить об'єктивної істини і ґрунтується на суб'єктивних ціннісних уявленнях. Отже, західні дослідники стверджують суто аксіологічний характер ідеології, пов'язуючи її розвиток зі станом і вивченням національної та всесвітньої історії.

В умовах кардинальної трансформації усіх сфер суспільного буття відбувається оновлення змісту історичної науки, звільнення її від нашарувань

тоталітарного минулого, фальсифікацій і спотворень. Саме бачення минулого із теперішнього пояснює феномени ідеологізації і деідеологізації історії в наукових дослідженнях українських вчених кінця XX - початку XXI століття.

Ця проблема знаходиться у площині досліджень сучасної української історичної науки. Історія, як головний чинник формування національної ідеології, національної свідомості знайшли місце в працях представників наукової думки України, а саму в розвідках П. Кравченко [7], В. Андрущенко [8], В. Кременя [9], М. Левківського [10], П. Горохівського [11], А. Алексюк [12], а також в чисельних конференціях і наукових семінарах [13].

Відзначимо, що сучасна вища школа є могутнім фактором виховання молоді, формування її життєвих компетентностей і орієнтирів, духовності, моральності, національної гідності і патріотизму.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Соціогуманітарна підготовка молодих фахівців здійснюється за рахунок системного підбору гуманітарних дисциплін, які відповідають інтересам як особистості, так і суспільства. Студенти повинні отримати досить повне уявлення про філософію, економічну теорію, соціологію, політологію, психологію, культурологію.

Однак ці знання повинні спиратися на міцну історичну підготовку, оскільки без зібраного та узагальненого істориками фактичного матеріалу вивчення вищезгаданих наук стає безпредметним. Не применшуючи їхньої ролі в соціогуманітарній освіті студентів, підкреслимо, що в сучасних умовах значення вивчення історії різко зростає.

Насамперед, будь-яка освічена людина повинна знати історію своєї батьківщини, життя та справи своїх батьків, дідів та прадідів. Не можна жити на рідній землі і не знати, хто жив тут до нас, не знати і не пам'ятати про їхні самовіддану працю, славу, помилки, які мали негативні наслідки для долі українського народу та країни.

Засвоєння історичного досвіду, знань та методів мислення, вироблених попередніми поколіннями, дозволяє на цій основі спрямовувати всю практичну освітню діяльність сьогодення. Наше минуле - це наша інтелектуальна власність, з якою треба поводитися так само дбайливо, як і з матеріальною. Історія - це людське життя, яке вже закінчилося, його вже ніхто і ніколи не поверне, і не переробить. В Україні була своя складна, суперечлива, героїчна та драматична, самобутня, не схожа на інші країни історія. Але, незважаючи ні на що, Україна, її народ зробила гідний внесок у світову історію, культуру, в цілому у світову цивілізацію.

Вивчення та викладання історії в сучасних умовах ускладнюються цілою низкою об'єктивних та суб'єктивних факторів.

Тривалий час викладання вітчизняної історії страждало на зайву ідеологізованість, що призводило до догматизму і міфологізації багатьох явищ, подій і фактів минулого, страждало на його прикрашання, напівправду. Це призвело до формування спотвореної, ілюзорної історичної свідомості, на основі якої не могли робитися об'єктивні висновки та реальні оцінки дійсності. На сьогодні вітчизняними істориками багато зроблено для

подолання догм та штампів, того, щоб вивчати не спотворену, а правдиву історію своєї країни.

Впродовж 90-х років минулого століття з'явилося чимало вкрай політизованих та тенденційних публікацій, які відрізняються кон'юнктурністю оцінок, відсутністю вдумливого історико-дослідницького підходу та навіть непрофесіоналізмом. В наукових виданнях почали публікуватися історичні розвідки, в яких автори не вбачали в українській історії нічого, окрім трагедій та помилок, які характерні нібито тільки для нашої країни, хоча не кажуть, історію якої держави можна вважати вільною від аналогічних відхилень, помилок і труднощів під час розбудови нового демократичного суспільства.

Протягом тривалого часу, в різні періоди свого існування, вітчизняна історія була полем соціально-політичної боротьби, на якому протидіяли не лише обґрунтована критика, а й політизовані точки зору, прихильників яких цікавить не так історична істина, як пошук аргументів на виправдання свого існування. Це призвело до того, що замість одних міфів з'явилися інші, замість однієї напівправди інша, замість знання знову незнання.

Слід визначити, що ступінь знання минулого своєї країни, рівень загальної політичної культури, недоліки у гуманітарній підготовці молоді не створюють умов для критичного сприйняття публікацій, що спотворюють картину історичного процесу. Учасники багатьох дискусій про сучасний стан історичної науки приходили, як правило, до висновку, що незважаючи на радикальні зміни в країні, характер суспільно-політичного та соціально-економічного розвитку, що змінюється, на болючість цих процесів, необхідно і в цих умовах прагнути до об'єктивності у висвітленні всього історичного процесу, складних сторінок вітчизняної історії, не впадаючи в однобічність в оцінках історичних подій, явищ та фактів.

Завдання викладання історії в сучасних умовах вимагає показати дійсну історію у всіх її складнощах та протиріччях, з її світлими та трагічними сторонами, суворо дотримуючись об'єктивності, історичної правди. Тільки такий підхід може виправити пороки минулого, дати уявлення про справжні історичні події та явища.

Історія нашої Вітчизни завжди була частиною світової цивілізації, підживлювала її. Тому необхідно вивчати шляхи розвитку України у контексті світової історії, постійно звертаючи увагу на її місце у світовому історичному процесі.

В цьому сенсі видається недаремним звернення до відомого англійського історика, одного із розробників цивілізованої теорії, автора дванадцятитомної праці «Дослідження історії», в якій автор зробив синтез всесвітньої історії і мети історії, заснованої на універсальних ритмах становлення, розквіту і занепаду; дослідження історії у глобальній перспективі. А. Дж. Тойнбі з його здоровим глуздом і переконаністю в природності розвитку цивілізацій та ходу історії визначає, що: «цивілізація» виявилася досить ефективним поняттям для збирання історичних уламків, а цивілізаційний підхід - плідним методичним принципом, за допомогою якого



стало можливим їх цілісно осмислити і навіть знову відновити в правах історичну реальність, яка набула, багато в чому завдяки інтерпретації через призму ментальне перетворенню на велику ілюзію.

Далі А. Дж. Тойнби приводе приклад історії Англії: «англійська історія не проясниться доти, доки вона не буде розглянута в порівнянні з історіями інших національних держав, що входили до більш широкого співтовариства, кожен із членів якого реагував специфічним чином на те, що відбувається. У кожному випадку ми повинні мислити в термінах цілого, а не з частини, бачити глави повісті як події життя суспільства, а не окремого його члена, стежити за долею його представників — не за кожним окремо, а в загальному потоці, — сприймати їх як голоси єдиного хору, які мають значення і сенс у загальному ладі гармонії, але втрачають їх, як тільки стають набором нот, що звучать окремо. Вдивляючись в історію з цього погляду, ми в каламутному хаосі подій виявимо лад і порядок і почнемо розуміти те, що колись здавалося незрозумілим. Цей метод інтерпретації історичних фактів можна пояснити з прикладу з історії міст-держав Стародавню Грецію в період з 725 по 325 р. до н.е.[14, с. 30-31].

Традиційно вивчення будь-якої науки починається з визначення понять, категоріального апарату, термінології, якими вона оперує у процесі пізнання як природи, так і суспільства. Ця проблема має велике значення не тільки для теоретичного аналізу, але і для конкретно-історичних досліджень, і для того, щоб студенти, які вивчають той самий предмет, однаково розуміли один одного. Це може бути тільки в тому випадку, якщо визначення та термінологія стають загальноприйнятими, які адекватно відображають дійсність.

Тому цілком зрозумілим постає перше питання – дати визначення, що таке історія, як наука, та який її предмет. Насамперед необхідно розрізнати історію, як будь-який процес розвитку природи та суспільства, тісно пов'язаних між собою, та історію, як науку про ці процеси.

В сучасній вищій школі України вивчатимемо історію та культуру як науку про розвиток людського суспільства в усьому його різноманітті. Історія суспільства є сукупністю конкретних і різноманітних дій і вчинків окремих людей, людських спільнот, що знаходяться у певному взаємозв'язку, складовими всього людства. Отже, предметом вивчення історії та культури України є натхненна, самовіддана діяльність та дії людей, уся сукупність відносин у суспільстві.

Предмет історії у тому вигляді, як ми вивчаємо його зараз, визначився не одразу. У ході поступального розвитку історії йшов процес вдосконалення матеріального виробництва, змінювався та ускладнювався політичний устрій суспільства та його соціальна структура, розвивалися методи виробництва, наука та культура. З розвитком суспільства розвивалася історія як наука, вбираючи у собі досвід багатьох людських поколінь, розширювався і збагачувався її зміст, відбувався процес дедалі зростаючого накопичення знань.

Головне завдання історичної науки - збирання, систематизація та узагальнення фактів, розгляд їх у тісному зв'язку та сукупності. Завдяки поступовому накопиченню фактів склалися цілі галузі історичних знань:

громадянська історія, політична історія, історія держави і права, історія господарства, військова історія, археологія, історія культури, музики, мови, літератури.

Поступово під час деталізації історичних подій, склалася низка допоміжних історичних дисциплін, що розробляють загальні питання методики та техніки історичних досліджень. Серед них: джерелознавство, яке визначає загальні прийоми та методи вивчення історичних джерел, палеографія, історія листа - галузь історичних знань, що вивчає історію, розвиток та особливості письма на основі зовнішніх ознак стародавніх рукописних пам'яток, досліджує матеріали і знаряддя письма, геральдику, що вивчає герби, сфрагістика (друку), нумізматику (монети, медалі, ордени), топоніміка (вивчення назв географічних пунктів) та ін. Все це свідчить про досить високий рівень розвитку історичної науки.

Зазначимо, що історія - наука конкретна, що вимагає точного знання хронології, точних дат, фактів, подій. Порівняно з іншими гуманітарними науками, які вивчають будь-яку із сторін суспільного життя, вона характеризується тим, що предметом її пізнання є вся сукупність життя суспільства протягом усього історичного процесу. Багато проблем сучасності, якими займаються економісти, соціологи, політологи, етнологи, культурологи, екологи та інші фахівці гуманітарного циклу, можуть бути вирішені лише на основі історичного підходу та історичного аналізу, на базі виконаної істориками роботи зі збирання, систематизації та узагальнення величезної сукупності фактів, що дозволяють виявити тенденції суспільного розвитку.

Історія - одна з найдавніших наук, їй близько 2500 років. Її основоположником вважається давньогрецький історик Геродот (V ст. до н. е.), який першим написав книгу, яка так і називалася - «Історія». Покоління минулої старовини дуже цінували історію і називали її «magistra vitae» - наставниця життя, а історика з повагою називали «translator temporis» - передавач часу.

Певною ознакою інтересу та поваги давніх до історії було те, що в давньогрецькій міфології одна з дев'яти муз (Клію) була покровителькою мистецтв та наук. Як вважають історики, Клію була, ймовірно, Музою героїчної пісні, провісницею слави, а згодом, у класичний та елліністичний час (V—I ст. до н. е.) - покровителькою історії. Клію зображувалась у вигляді молодої жінки з одухотвореним, сповненим глибокої думки обличчям, зі свитком папірусу або пергаментом у руках.

Проте ця романтична символіка має призводити до ідеалізації реального життя. Історія завжди була тісно переплетена з політикою, інтересами та долями правителів, які не завжди заохочували бажання істориків знати правду та повідомляти її людям. Тому майже постійно доводиться зважати на упередженість і суб'єктивізм в історії, та й долі істориків, які домагалися правди, не завжди були благополучні.

Таким чином, вивчення історії виконує низку пізнавальних, інтелектуально розвиваючих функцій. Насамперед, історія має величезний виховний вплив. Знання історії своєї Вітчизни, свого народу та всесвітньої

історії формує громадянські якості, національну гідність, дозволяє показати роль особистості в історії, зрозуміти моральні та моральні якості людства, їх розвиток, витоки національної культури, її досягнення. Набуття цих знань допоможе зрозуміти місце вітчизняної історії у світовому історичному процесі, внесок нашого народу у світову цивілізацію. Тим самим, вивчення історії вирішує завдання не лише виховання, а й освіти.

Окрім зазначеного, слід не забувати про провідну роль історії в формуванні національної ідеології.

Історія – це така драматургія, яку ніхто не може передбачити та відхреститися від неї.

### *Посилання*

1. Державна національна програма «Освіта» («Україна XXI століття»). – К., 1994.
2. Шпенглер О. Закат Європи. Очерки морфології мирової історії. Гештальт и действительность / Пер. с нем., вступ. ст. и примеч. К. А. Свасьяна.-М.: Мысль, 1993.-663 с.
3. Маннгейм К. Ідеологія і утопія. <https://anthologyforthelazy.webnode.com.ua/karl-mannheim-ideologiya-i-utopiya/>
4. Адорно Т.В. Исследование авторитарной личности. М.: Астраль, Neoclassic 2012. 480 с.
5. Дюркгейм Е. Первісні форми релігійного життя: Тотемна система в Австралії. — Київ: Юніверс, 2002. — 423 с.
6. Ліберальний фашизм. Історія лівих сил від Муссоліні до Обама / Пер. з англ. - К.: Рид Групп, 2012. - 512 с.
7. Кравченко П.А. Ідентичність та національна історична освіта. Філософські обрії. 2017. № 38. С.30- 40.
8. Андрущенко В. Світанок Європи. Проблема підготовки нового вчителя для об'єднаної Європи XXI століття/ В. Андрущенко. – К.: Знання України, 2015. 1099 с.
9. Кремень В. Філософія національної ідеї. Людина. Освіта. Соціум/ В. Кремень. – К.: Грамота, 2007. – 576 с.
10. Левківський М.В. Історія педагогіки: підручник. К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 257с.
11. Горохівський П. І. Вивчення курсу «Методика викладання історичних дисциплін у вищій школі»: Методичні рекомендації для магістрантів денної та заочної форми навчання. / П.І. Горохівський. – Умань: ПП Жовтий О., 2013. – 84 с.
12. Алексюк А.М. Педагогіка вищої школи. Курс лекцій: модульне навчання / Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 220 с.
13. Вітчизняна історія в школах і вузах України: останнє десятиріччя. Семінар Київ, 3 жовтня 2002 р.
14. Тойнби, А. Дж. Постигание истории / А. Дж. Тойнби; пер. с англ. Е. Д. Жаркова. - М.: Айр.ис-пресс. 2010. - 640 с. - (Библиотека истории и культуры).

## ЯКІСТЬ ОСВІТИ В НАСКРІЗНОМУ АНАЛІЗІ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ ПСИХОЛОГІЧНОГО БЛАГОПОЛУЧЧЯ ВЧИТЕЛЯ

*Ст. викладач<sup>1</sup> С.В. Кушнікова*

<sup>1</sup>Кафедра виховання та культури здоров'я

*Дніпровська академія неперервної освіти, м.Дніпро, Україна*

**Постановка проблеми.** В сучасному світі роль вчителя відіграє важливе значення у формуванні та розвитку суспільства. Вчителі не лише передають знання, а й впливають на формування особистості кожного учня, відповідаючи за їхню соціальну та академічну успішність. Однак, професійна діяльність вчителя є складною та вимагає не лише фахової підготовки, а й врахування різноманітних соціально-психологічних чинників, що впливають на його психологічне благополуччя. Низка науковців відзначає, що серед найважливіших соціально-психологічних чинників, які впливають на психологічне благополуччя вчителя, можна виділити робоче середовище, стрес, самооцінку, підтримку соціуму, професійний розвиток, робоче задоволення, індивідуальні ресурси, рольові очікування та баланс роботи та життя. Кожен з цих чинників має велике значення для психологічного стану та ефективності вчителя, а їх взаємодія визначає загальний рівень психологічного благополуччя та задоволення від професійної діяльності [1, с. 224; 2, с. 65].

Сама по собі професія вчителя пов'язана з інтенсивністю міжособистісних комунікацій та високою емоційною залученістю до них. У зв'язку з цим ймовірність професійно-особистісної деформації та емоційного вигорання дуже висока, що, можливо, перешкоджає психологічному благополуччю вчителя. За даними досліджень закордонних та вітчизняних психологів, позитивний та негативний афекти, що визначають рівень психологічного благополуччя особистості в цілому, не взаємозалежні [3, с. 10]. Коли людина переживає негативні почуття у зв'язку з будь-якими подіями, це не означає, що позитивні переживання зникають з її життя й навпаки.

Тому успіх сучасної реформи освіти багато в чому залежить від важливого учасника освітнього процесу – вчителя, і не лише від його професійної компетентності, а й від його психологічного благополуччя [4, с. 88]. Розвивальне, творче, психологічно безпечне освітнє середовище здатне створити особистість, яка має позитивний досвід перетворення себе та власного життя.

Соціально-економічні зміни, характерні для епохи нестабільності, виявляють нові види ризиків, пов'язані зі збереженням стійкості та цілісності особистості до зовнішнього середовища, що швидко змінюється, реалізацією його потреби в самоактуалізації професійної діяльності. «Зміна

основних професійних ролей призводить до ситуації невизначеності та зростання професійних ризиків» [5, с. 18]. А «відмовитися від ризику – значить відмовитися від творчості», за словами Ботірової Ю. На жаль, досі інструментальність і практичність теоретичних знань з педагогіки та психології, які одержують у педагогічному закладі вищої освіти, залишаються невисокими [5, с. 20].

Вчителям доводиться взаємодіяти з учнями, які мають інші інтереси, цінності та погляди. Тому суттєво новим елементом виховної роботи педагога школи стає виховання відповідальності та культури праці. Адже «діяльність вчителя включає не лише набір професійних знань, навичок і компетенцій, а й цінні підстави, громадянські якості, соціальну активність [6, с. 5]. А виникнення нових вимог до професійної діяльності вчителя ставить соціально-психологічну проблему професійного добробуту педагога у сучасних умовах на новий рівень.

**Аналіз останніх досліджень з проблеми** У розумінні соціально-психологічного благополуччя у психолого-педагогічній науці виділяються два основні підходи – гедоністичний (Кайнемен Д., Бредбурн Н., Дінер Е., Шварц Н., Аргайл М.) та евдемоністичний (Вотермен А., Ріфф К., Раян Р., Дісі Е.). Прихильники першого розглядають соціально-психологічне благополуччя як переважно зовні зумовлені позитивні переживання. Представники евдемоністичного підходу описують психологічний благополуччя як результат розвитку та саморозвитку особистості [7, с. 188].

Вперше проблема соціально-психологічного благополуччя особистості була поставлена наприкінці 60-х років минулого століття американськими психологами Яходою М. та Кентрилом Х.

Наголошуючи на обмеженості гедоністичного підходу у вивченні психологічного благополуччя особистості, Ріфф К. (Університет штату Пенсильванія) створила свою теорію на основі аналізу концепцій, пов'язаних з позитивним функціонуванням особистості (Маслоу А., Роджерса К., Олпорта Г., Юнга К. Г., Еріксона Е., Бюлера Ш., Ньюгартена Б., Біррена Д.).

У своїй роботі ми спираємося на теорію Ріфф К., згідно з якою соціально-психологічний благополуччя розуміється як: «базовий суб'єктивний конструкт, що відображає сприйняття та оцінку свого функціонування з погляду вершини потенційних можливостей людини» [8, с. 83] й відповідним чином був створений оригінальний метод психотерапії (well-being therapy) та опитувальник «Шкали психологічного благополуччя», який застосовується в багатьох дослідженнях [8, с. 106].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Модель психолога Ріфф Карол визначає шість важливих компонентів соціально-психологічного благополуччя та самореалізації особистості. Ці компоненти становлять основу для розуміння та вимірювання того, наскільки людина відчуває себе задоволеною та вдалою у своєму житті. Компонентами моделі Ріфф Карол є:

1) позитивне ставлення до себе та свого минулого життя (самоприйняття);

- 2) відносини, у яких присутні турбота, довіра (позитивні відносини з оточуючими);
- 3) здатність слідувати своїм переконанням (автономія);
- 4) здатність відповідати вимогам повсякденного життя, керувати довкіллям (компетентність);
- 5) цілі та діяльність, що надають сенс життя;
- 6) постійний розвиток та самореалізація (особистісне зростання) [8, с. 32, 67, 93, 211, 217, 221].

На нашу думку, теорія соціально-психологічного благополуччя, розроблена Ріфф К., вивчає вплив соціальних та психологічних чинників на самопочуття, задоволеність та професійну ефективність вчителів. Згідно з цією теорією, добробут вчителів залежить від різноманітних аспектів їхнього життя та роботи, таких як структура організації, підтримка колег, відносини з учнями та батьками, а також самооцінка професійних компетенцій. Ріфф К. вважає, що задоволеність вчителів із їхньої професійної діяльності тісно пов'язана з їхнім загальним добробутом і щастям.

Одним із важливих аспектів теорії Ріфф К. є увага до соціально-психологічного середовища, в якому працюють вчителі. Вона вважає, що підтримка та сприяння позитивним взаємодіям між вчителями, адміністрацією, учнями та батьками може значно підвищити їхнє благополуччя та задоволеність роботою. Крім того, дослідниця акцентує на важливості внутрішньої мотивації вчителів, їхньої віри у власні здібності та можливість впливати на успіх учнів. Такий підхід сприяє формуванню позитивного робочого оточення, що забезпечує підвищення якості навчання та благополуччя всіх учасників освітнього процесу (табл. 1)[8].

Соціально-психологічне благополуччя вчителя є основним чинником успішної реалізації його професійної діяльності протягом усього творчого шляху. Це багато в чому складається із суб'єктивного відчуття готовності до педагогічної діяльності в умовах нестабільності організаційно-управлінської системи, методичних вимог та розширення функціонала роботи. Неможливість самореалізації, творчого розвитку, відсутність гідної оплати праці веде до зниження його мотивації, втрати інтересу і, як наслідок, до професійного вигорання. Однак ще на психологічне благополуччя надає сильний вплив ставлення суспільства до професії педагога та сприйняття самої професії серед населення. У зв'язку з цим є численні дослідження, що свідчать про емоційне вигорання у педагогів [9, с. 42].

Сучасні дослідники зазначають, що «інноваційні процеси в освітніх установах висувають підвищені вимоги до професіоналізму педагогів, з одного боку, та їх психологічної стійкості та адаптивності, з іншого» [10, с. 747]. Отже, для більш ефективного застосування та просування нових технологій необхідно включати профілактичні заходи щодо зниження негативних наслідків швидкого інноваційного впровадження.

Таблиця 1 - Компоненти моделі Ріфф Карол

Компонент	Опис
Позитивне ставлення до себе та свого минулого життя (самоприйняття)	Позитивне ставлення до себе та свого минулого життя, відоме також як самоприйняття, відіграє важливу роль у психічному добробуті. Цей компонент моделі означає більше, ніж просто прийняття себе – він передбачає внутрішню гармонію і розуміння власної ідентичності та історії. Це включає вміння оцінювати свої сильні та слабкі сторони, приймати свої недоліки та вчинки минулого з розумінням і терпимістю. Позитивне самоприйняття допомагає людині відчувати себе цінною, достойною та здатною до особистісного росту, що є важливим елементом її загального добробуту.
Відносини, у яких присутні турбота, довіра (позитивні відносини з оточуючими)	Позитивні відносини з оточуючими відіграють значущу роль у психологічному добробуті та самореалізації. Цей компонент моделі підкреслює важливість наявності підтримки, розуміння та взаємодії з іншими людьми для нашого емоційного та соціального добробуту. Позитивні відносини з оточуючими включають не лише відчуття приналежності до групи чи спільноти, але й наявність довіри, відкритості та співчуття у взаємодії з іншими людьми. Ці відносини створюють безпечну та підтримуючу ситуацію, яка сприяє нашому емоційному добробуту та розвитку як особистості.
Здатність слідувати своїм переконанням (автономія)	Автономія є одним із важливих аспектів психологічного благополуччя та самореалізації за моделлю Ріфф К. Цей компонент відображає здатність особистості діяти відповідно до власних цінностей, переконань і внутрішніх мотивацій, незалежно від зовнішніх впливів або очікувань оточення. Автономні люди володіють внутрішньою свободою і впевненістю в собі, вони можуть ухвалювати рішення, які відображають їх справжні бажання і потреби, попри можливий негативний осуд інших. Здатність до автономії допомагає людині розвивати внутрішню силу та самовизначеність, що є важливим для особистісного росту та самореалізації.
Здатність відповідати вимогам повсякденного життя, керувати довір'ям (компетентність)	Цей компонент відображає здатність особистості ефективно впоратися з вимогами повсякденного життя, керувати своїм середовищем та розв'язувати різноманітні завдання. Компетентна людина вміє організовувати свій час, раціонально розподіляти ресурси, приймати обґрунтовані рішення та ефективно впливати на своє оточення. Вона не лише відповідає на внутрішні та зовнішні виклики, а й здатна активно впливати на своє життя, прагнучи до досягнення своїх цілей та задоволення від досягнутого. Компетентність допомагає особистості відчувати себе впевнено та самодостатньо, що сприяє її загальному психологічному благополуччю та успіху в різних сферах життя.
Цілі та діяльність, що надають сенс життя	Цей компонент відображає важливість наявності чітких цілей, мети та напрямків у житті, які надають сенс і значущість нашим діям і рішенням. Ці цілі можуть бути пов'язані з особистим розвитком, відносинами з близькими, внеском у суспільство чи досягненням професійних амбіцій. Вони визначають наші пріоритети, мотивують нас до досягнень і допомагають знаходити сенс у повсякденній діяльності. Наявність мети та напрямку дозволяє нам відчувати себе задоволеними та задоволеними життям, надає енергії та стимулює наш особистісний розвиток.
Постійний розвиток та самореалізація (особистісне зростання)	Цей компонент відображає необхідність постійного особистісного росту, виявлення потенціалу та досягнення самовираження. Особистість, що розвивається, постійно працює над розширенням своїх знань, навичок і можливостей, досліджує нові ідеї та перспективи, що допомагають їй розвиватися як особистість. Самореалізація означає виявлення власних потенцій та цінностей, здійснення себе через творчість, розвиток та реалізацію особистісних цілей. Цей процес допомагає особистості відчувати себе задоволеними та задоволеними життям, досягаючи глибшого розуміння себе і свого місця у світі.



До основних показників соціально-психологічного благополуччя вчителя ми відносимо: комунікативний показник, що включає готовність та успішність взаємодії педагога з педагогічним колективом, батьками, адміністрацією школи; особистісний, що включає чинник стресу, мотивацію до діяльності, наявність відповідних здібностей, відповідність педагогічної діяльності особистісним якостям; аналіз когнітивного показника набуває особливо важливого значення при високих навантаженнях на сприйняття, увагу, пам'ять педагога; організаційний показник, що включає умови праці, заробітну плату, оснащення шкільних класів та викладацьких кабінетів, нормування навантаження, а також показник соціального сприйняття, що включає можливість досягти соціального визнання та поваги до певного статусу професії (табл. 2).

**Таблиця 2 - Показники соціально-психологічного благополуччя вчителя**

<b>Показник</b>	<b>Опис</b>
Комунікативний	Готовність та успішність взаємодії педагога з педагогічним колективом, батьками, адміністрацією школи.
Особистісний	Чинник стресу, мотивація до діяльності, наявність відповідних здібностей, відповідність педагогічної діяльності особистісним якостям.
Когнітивний	Сприйняття, увага, пам'ять педагога, особливо важливі при високих навантаженнях.
Організаційний	Умови праці, оплата праці, оснащення шкільних класів та викладацьких кабінетів, нормування навантаження.

В сучасному світі педагогічна діяльність є важливим та відповідальним компонентом розвитку суспільства. Вчитель не лише передає знання, а й впливає на формування особистості майбутнього покоління, виховуючи його у гармонії з загальнолюдськими цінностями. Однак, успішний професійний розвиток та благополуччя вчителя є надзвичайно важливими для забезпечення ефективності освітнього процесу. У цьому контексті вивчення його соціально-психологічного благополуччя стає актуальним завданням, оскільки воно дозволяє розуміти та аналізувати чинники, що впливають на роботу та життя.

Розуміння та урахування цих соціально-психологічних чинників дозволяє створити умови, сприятливі для подальшого розвитку та професійного зростання вчителя, а також підвищує якість освіти та сприяє створенню здорового та підтримуючого освітнього середовища для учнів. Тому вивчення та аналіз цих чинників є важливим завданням для наукових досліджень у галузі освіти та психології (табл. 3)[1;2].

Соціально-психологічні чинники відіграють надзвичайно важливу роль у психологічному благополуччі вчителя. Якщо вчитель почувається задоволеними та мотивованими, то це позитивно впливає на якість його роботи та на загальну атмосферу в закладі освіти. Тому сьогодні напрацьовані стратегії, які можуть допомогти управляти цими чинниками:

**Таблиця 3 - Соціально-психологічні чинники, що впливають на психологічне благополуччя вчителя**

<b>Чинники</b>	<b>Особливості</b>
Робоче середовище	Якість робочого простору, відносини з колегами, підтримка адміністрації, доступ до ресурсів та інфраструктури.
Стрес	Обсяг роботи, вимоги до вчителя, конфлікти в колективі, проблеми з дисципліною в класі, відповідальність перед учнями та батьками.
Самооцінка	Відчуття компетентності, успішності в роботі, впевненість у своїх можливостях, відчуття задоволення від професійної діяльності.
Підтримка соціуму	Підтримка родини, друзів, співробітників, позитивний статус в суспільстві, визнання важливості ролі вчителя.
Професійний розвиток	Можливості для навчання та самовдосконалення, доступ до нових методик та технологій, можливість професійного зростання.
Робоче задоволення	Досягнення цілей, відчуття задоволення від освітнього процесу, позитивні результати учнів.
Індивідуальні ресурси	Внутрішня мотивація, резиліентність, емоційна стійкість, здатність до саморегуляції та відновлення після стресу.
Рольові очікування	Вимоги суспільства, родини, адміністрації та самого вчителя до його професійної діяльності та особистості.
Баланс роботи та життя	Здатність вчителя зберігати гармонію між робочими обов'язками та особистим життям, відпочинок та розваги.

- стратегія соціальної підтримки, адже вчителі часто стикаються з високим рівнем стресу через велику відповідальність і соціальний тиск, тому важливо мати колег і друзів, з якими можна поділитися досвідом і отримати підтримку у важкі часи;

- розвиток комунікаційних навичок – уміння ефективно спілкуватися з учнями, батьками та колегами може допомогти уникнути конфліктів і зменшити стрес;

- стратегія управління емоціями – вчителі повинні бути здатні керувати своїми емоціями, особливо в ситуаціях, коли вони стикаються з викликами або конфліктами;

- стратегія саморегуляції – розвиток навичок саморегуляції допоможе вчителям зберігати спокій у стресових ситуаціях і уникати вигорання;

- психологічна безпека – створення атмосфери психологічної безпеки в класі допоможе учителеві встановити позитивні відносини з учнями та знизити ризик конфліктів;

- стратегія саморозвитку – постійне самовдосконалення в освітній сфері та в особистому житті може підвищити самооцінку та збільшити ефективність роботи вчителя;

- стратегія культури само підтримки – заклад освіти може надавати програми психологічної підтримки та професійного розвитку для вчителів, що допоможе їм управляти стресом і викликами професії [11, с. 516, 522; 12, с. 37, 38].

**Висновки і перспективи подальших розвідок.** Шляхом теоретичного аналізу було виявлено, що психологічне благополуччя вчителя суттєво

залежить від соціально-психологічних чинників. Перш за все, важливо враховувати рівень підтримки, який отримує вчитель від адміністрації та колег. Наявність позитивних взаємин у колективі сприяє підвищенню самооцінки та відчуттю впевненості у своїх можливостях. Крім того, важливо враховувати рівень емоційного навантаження, з яким зіштовхується вчитель у процесі роботи. Постійний стрес та перевантаження можуть призвести до вигорання та погіршення психічного стану.

Загальний аналіз соціально-психологічних чинників, що впливають на психологічне благополуччя вчителя, вказує на складність цієї проблеми та необхідність комплексного підходу до її вирішення. Психологічне благополуччя вчителя залежить від різних аспектів його життя та роботи, таких як стрес, соціальна підтримка, відповідність між професійними очікуваннями та реальними умовами роботи. Ці теорії та концепції демонструють, що покращення психологічного благополуччя вчителя вимагає системних заходів, таких як розвиток програм підтримки вчителів, вдосконалення управлінських практик в школах та створення сприятливої робочої атмосфери. Варто підкреслити, що подальше дослідження цієї проблеми та впровадження на практиці рекомендацій на базі теоретичних уявлень можуть сприяти створенню більш підтримуючого та стимулюючого середовища для вчителів, що відіграє важливу роль у покращенні якості освіти.

### Посилання

1. Павлик Н. Психологічна готовність особистості сучасного вчителя до творчої професійної діяльності в умовах Нової української школи. *Психологія і особистість*. 2021. № 2. С. 200-227.
2. Юрченко В. І. Психологічні та етнопедагогічні аспекти формування особистості вчителя нової української школи. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: психологія*. 2020. Том 31(70) № 2. С. 61-70.
3. Ковальчук З. Я. Соціально-психологічні особливості історичного дискурсу феномену взаємодії в сучасних викликах дистанційної освіти. *Науковий вісник Львівського державного університету внутрішніх справ (серія психологічна)*. 2022. № 2. С. 17-29.
4. Shoyimova Sh. Socio-psychological peculiarities of a university teacher. *Science and innovation. International scientific journal*. 2023. № 2.D7. P. 87-91.
5. Botirova Y. Socio-psychological factors of emotional relations in the pedagogical community. *American Journal of Research in Humanities and Social Sciences*. 2024. № 21. P. 18-22.
6. Temel V., Şahin S. The relationship between psychological well-being levels and social well-being levels of teachers doing sports. *Karamanoğlu mehmetbey üniversitesi uluslararası beden eğitimi ve spor bilimleri dergisi*. 2024. № 1.1. P. 1-12.
7. Мельник А. соціально-психологічні особливості формування конструктивної взаємодії учасників освітнього процесу, як умови безпеки комунікативного середовища. *Věda a perspektivy*. 2023. № 12(31). С. 188-201.
8. Ryff C. *Emotion, Social Relationships, and Health*. Oxford University Press. 201. 300 p.

9. Авраменко М. В. Технології подолання професійного стресу працівників освітнього процесу. *Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України: матеріали IV Всеукр. круглого стола з міжнар.* 2022. № 17. С. 40-45.
10. Кобець О., Лантух В., Гриньова Н. Вплив емоційно-вольових якостей на емоційну стійкість майбутніх вчителів. *Перспективи та інновації науки.* 2023. № 15(33). С. 746-755.
11. Gilemkhanova E., Khusainova R., Khairutdinova M. Teachers' values as predictors of socio-psychological safety in a classroom. *ARPHA proceedings.* 2022. № 5. P. 515-530.
12. Семеній Н. О. Педагогічне партнерство вчителя з різними соціальними інституціями. *Фребелівська педагогіка в сучасній освіті: вимоги, тренди, перспективи: збірка матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції (з міжнародною участю) 20-21 квітня 2023.* 2023. С. 35-38.

## **THE FORMATION OF “HARD SKILLS” AT THE ENGLISH LESSONS IN COLLEGE**

*PhD Student, I. D. Mykytenko*

*Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine*

*PhD of Pedagogical Sc., Prof. O. S. Berezyuk*

*Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine*

The problem of formation and development of students' hard skills which is closely connected with the usage of technical teaching aids and computerization of education is in the centre of attention of the modern applied science nowadays. Such researches as M. Antoshchenko, V. Volynskyi, T. Gilberg and others devoted their publications to this issue.

Today, the use of hard skills for foreign language teaching is very actual as to successfully master a language, you need to be able to apply them. Therefore, a young specialist needs to master not only professional knowledge, but also hard skills. These skills should become an effective tool for learning, which will facilitate the assimilation of knowledge, make learning interactive, communicatively oriented, interesting and rich in didactic material.

The teachers of foreign languages received a unique opportunity to use the World Wide Web and all its tools in the learning process and to create their own informational virtual space for learning and consolidating students' knowledge [14].

The Internet provides many resources for obtaining any information or material, which allows English teachers to make English lessons full of information, and the preparation for them faster.

The formation of hard skills at English lessons in college is very actual in the modern methodology of teaching foreign languages.

The term "hard skills" has many meanings. First of all, hard skills are abilities that can be taught. This includes simple skills such as reading, writing and using a computer and its programs and also teaching vocabulary and grammar.

In general the types of hard skills include data analysis, computer programming and learning foreign languages.

Data analysis is the process of performing sequential logical actions to interpret respondents' answers and transform them into statistical forms necessary for making marketing and management decisions. Usually, this process consists of three stages [1].

- At the first stage, the data collected during the survey are entered into the computer as matrices (data tabulation takes place). Data entry and tabulation can be done using special computer programs, for example, Vortex, SPSS, Statistica, or in the MS Excel or Access environment. In both the first and second cases, sorting, formatting, selection and other data processing operations are possible. It should be noted that data entry is a time-consuming process and often requires the involvement of specially trained specialists. Therefore, even at the research planning stage, it is advisable to decide on the optimal (or better, the minimum) number of questions in the questionnaire to prevent difficulties during the entry and analysis of the received data. Problems are aggravated when a significant number of questionnaires have to be processed [8].
- At the second stage, statistical analysis of data, search for relationships and differences in arrays is carried out. In addition, statistical processing involves the development of conclusions and hypotheses (data conceptualization), while at the same time checking the representativeness of the results, their ability to be transferred to the entire general population. Statistical analysis can be performed in different ways [8].
- The third stage involves the submission of a final report that is clearly laid out for the customer or manager, which will make it possible to achieve the ultimate goal of the research — to make a strategic decision [8].
- Computer programming is a type of economic activity that involves the development, modification, testing and technical support of software [6].

Learning foreign languages by students is the process of mastering four types of speech activities: speaking, reading, listening, and writing, as well as language activities for studying phonetics, vocabulary, grammar, and spelling of the language being studied.

At the English lessons in college, in addition to hard skills, we also develop students' soft skills.

For comparison, we can say that hard skills are related to technical knowledge or experience of working with a certain type of software or equipment [11].

Soft skills are communication skills, listening skills, problem solving, leadership, collaboration and empathy [17].

Communication skills are important at English classes because they help students express their thoughts, understand the other person, and improve

pronunciation and grammar. They also contribute to the development of trust in the language environment and increase the motivation to learn a foreign language.

Listening skills at English classes in college are important for understanding the audio texts presented by the teacher using audio material. It helps students improve their understanding of English in real life situations, develops selective listening skills and the ability to receive, perceive and select ready-made information. It also helps to improve pronunciation and adapt to various voice accents and speaking speeds.

Active participation of students in group work can contribute to the development of leadership at English language classes in college, which will help to reveal their potential as leaders.

This may include organizing discussions, conducting presentations, joint project planning or introducing group dialogues. Developing leadership qualities, students learn to cooperate, accept responsibility and communicate effectively with other participants in the educational process.

In collaborative activity learners complete a task working together. This increase their opportunities to study a foreign language more effectively and easily.

Developing empathy at English classes is important for creating a favorable language environment where every student feels understood and supported. This may include being able to empathize with other students when communicating, understand their views and feelings, and show respect to a diversity of cultures and opinions. By developing empathy, students learn to better understand the English language through the prism of different life experiences.

Today, in order for students to learn a foreign language better, it is not enough to simply use textbooks, notebooks on a printed basis (course books, workbooks or activity books) or dictionaries.

Since we live in the times of technology, a young specialist needs to have not only professional training, but also knowledge of the use of technical teaching aids that contribute to the active, effective and rapid formation and development of hard skills of students in college.

A technical tool as we know is a tool designed for receiving, accumulating, storing, searching, transforming, displaying and transmitting information. All technical teaching aids (TTA), as those that require the use of technical equipment, can be divided into three groups according to the "channel of information input": 1) phonograms (recording on a disk, flash card, etc.), 2) videograms (in the form of slides, filmstrips, non-voiced motion pictures, code positives), 3) video phonograms (in the form of a voiced motion picture, video recording or a combination of the mentioned phonogram and videogram forms). The methodology of these TTA is carefully developed in the foreign language teaching methodology.

Even with the minimal provision of the educational process with technical equipment, it is impossible to teach a foreign language without the use of certain TEAs.

This is primarily a phonogram, which is the means that directs educational speech information through the auditory channel of the student's sensory system.

Such teaching aids as a computer, a multimedia projector, an interactive whiteboard, films and film clips, educational filmstrips, educational transparencies, overhead projectors, audio recordings, television will help the English language teacher to make the lesson in in college interesting, interactive and understandable.

Active involvement of elementary school students in educational activities at a modern foreign language lesson is ensured by the expansion of the space of independent management of the situation on the computer screen; the presence of the right to choose the mode of educational activity, options for solving educational tasks; creation of positive incentives to increase learning motivation; interspersing game situations, creating a friendly atmosphere in communication, using various means of visualization such as computer graphics and animation.

Visualization is the process of presenting data in the form of an image with the aim of maximum ease of understanding; giving a tangible form to any object, subject, process, etc. However, this understanding of visualization implies minimal mental and cognitive activity of students, and visual didactic tools perform only an illustrative function [12].

Computer graphics are images that are created, stored, edited and displayed using computer technology [9].

Animation is the art of making pictures move, using a series of sequential drawings or manipulating models and toys so that they look like moving images when shown in a video [7].

According to M. Antoshchenko, the success rate of mastering a subject in the process of self-education increases significantly if technical teaching aids are regularly used. This statement can be explained by the fact that when working with information recorded in digital (electronic) form, it is easy to find the required information using automatic search systems [10, p. 111].

Emphasizing the high didactic potential of the computerization of education, V. Volynskyi insists that the computer should not be an obstacle in the interactions between the teacher and the student [11, p. 36].

It should also be said that at the moment many well-known printed publications (encyclopedias, dictionaries, textbooks, reference books, books) have been digitized and converted into electronic form. Distance education is gaining more and more popularity, the teacher sends tasks and methodical recommendations to students via the Internet or by e-mail, and, accordingly, in the same way receives the completed tasks back and controls the assimilation of knowledge.

The use of information and communication technologies significantly help to form and develop students' hard skills. They work with an interactive whiteboard

SMART Table, use Windows Live Movie Studio to edit or record a video, you can use the free Windows Live Movie Studio program.

and create knowledge maps based on FREEMIND, FREEVINDMAP-FREWARE, THE PERSONAL BRAIN, XMIND, MINDOMO BASIC.

Teachers use various innovative technologies to effectively teach English. The term "innovation" means updating the learning process. The term "technology"



has many different meanings. Some say that this is a certain system of instructions for the use of modern methods and means of learning. Others, that this is a purposeful application of techniques, means of action to increase the effectiveness of learning.

In the dictionary of foreign words, the word "technology" is considered as set of production methods of material processing, production of any product [12, p. 672].

Innovative technologies are a purposeful systematic set of techniques, means of organizing educational activities, covering the entire learning process from defining the goal to obtaining results [4].

When using innovative technologies at English lessons, the teacher must perform the following tasks: develop speech culture, creative abilities, critical thinking; to form a student's stable motivation to study English; to form practical skills and abilities in all types of speech activity.

The use of innovative technologies at foreign language lessons has its advantages. They activate thinking; motivate learning; increase the quality of knowledge; contribute to the development of mental abilities; encourage self-expression of students; expand the possibilities of presenting educational information; increase interest in learning; oriented in the information space .

Nowadays the use of Google services, photo and video editors and mobile applications are gaining their popularity.

Google Play Services is the main system program on which the operation of key functions of all certified Android devices depends [5].

What are Google services? There are many of them. But the most popular are Google Presentation, Google Document, Google Sheet, Google Drawing, Google Forms, Gmail, Classroom, Google Maps, Google Pay, Google Word.

Google Presentation for example is a cloud service for creating presentations and working with them online. With its help, users and teams have the opportunity to quickly prepare an amateur or professional presentation by adding the necessary content [15].

Gmail is a free email service provided by Google. You can use Gmail to communicate with your teacher or classmates in English.

Classroom is a popular free service for distance learning [16]. Teachers use this platform to communicate with students, upload assignments and students successfully collaborate with classmates in a virtual environment.

Jamboard as a Google service is a virtual board that allows you to work on ideas together with others in real time.

This virtual whiteboard can be used for vocabulary work. You can create lists of new English words with corresponding pictures for better memorization on it. To practise speaking, you can write short phrases or sentences on the board. You can ask students to draw a picture that represents the word or add audio or video to play the pronunciation of words and phrases.

An online service such as Wordwall can be also effectively used at English lessons. This is an online service that can greatly facilitate the formation of hard skills in the English language in college. It helps in learning new words and

developing vocabulary by creating a virtual word wall. Students can interact with displayed words, learn their meaning and use them in different contexts, which contributes to better understanding and memorization of the material. This service creates a playful and convenient way of learning, which promotes the active involvement of students. To work in Wordwall you need: 1. register or log into the account; 2. create a new resource; 3. choose the type of activity (Match, Quiz, or Soft); 4. add content, adjust the game (background, color, mode); 5. save and publish; 6. use in class.

In Wordwall, you can use various templates such as spin the wheel, flash cards, matching pairs, open the box, etc. For example, when children study the topic "Family" you can use the "Spin the Wheel" template. Playing this game students can revise the vocabulary and remember the spelling of each word.

You can also use the Flash Card template. This template helps the teacher work with grammar. For example, when students learn or revise degrees of comparison of the adjectives, they can use this game.

ABCmouse is an online service for teaching children, which helps to form hard skills at the English language through interactive exercises and lessons. It provides structured material that helps in the development of reading, writing, and language comprehension skills, contributing to the deeper teaching of specific student skills. To use the ABCmouse online service: 1. register an account on their website, 2. log in to your account, 3. select the level and age of the child to customize the content, 4. select chapters or lessons to study, 5. use interactive exercises and games for learning.

In college, the effective formation of students' "hard skills" at the English language lessons is determined by an interesting and systematic approach to learning. First of all, it is important to implement interactive methods, such as games and tasks, that allow students to learn the basics of language, develop vocabulary and master grammatical structures. Language literacy can be built through the use of games that focus on the correct use of tenses, vocabulary and grammar rules.

For example, the game "Verb Charades" allows students to reproduce the actions and use of the corresponding verbs, which contributes to the awareness and consolidation of "hard skills".

To start the game, select the number of players and define the rules. One player chooses a verb and shows it with facial expressions, while other players try to guess this verb. Players can take on different roles, for example, the presenter who shows the word or the participants who guess them. The player who scores the most points wins.

Also, it is important to implement role-playing games and projects that allow students to use acquired "hard skills" in real situations.

For example, creating a short dialogue or improvisational skit on a certain topic give students the opportunity to put their skills into practice.

In addition, it is important to support the development of reading and writing skills. The use of stories created by students themselves helps to develop vocabulary and improve writing skills.

In order to successfully teach beginner students the English language, teachers began to use integrated lessons quite effectively.

In general, the formation of hard skills in English in college is based on the use of innovative methods, active interaction and integration of language education with other subjects.

### *Conclusions*

1. Hard skills are abilities that can be taught. This includes simple skills such as reading, writing, teaching vocabulary, grammar and using a computer and its programs.

2. A young specialist needs not only professional training, but also knowledge of the use of technical teaching aids that contribute to the active, effective and rapid formation and development of hard skills of students in college.

3. At the English lessons in college, you can use such modern teaching tools and technologies as interactive whiteboards, an interactive Smart Table, knowledge maps, various Google services, photo and video editors, and mobile applications. If the teacher needs to edit or record a video, you can use the free Windows Live Movie Studio program. In order to make new material in a foreign (English) language more interesting and understandable for students, a teacher can effectively use Microsoft PowerPoint.

4. Active involvement of students in educational activities at a modern foreign language lesson is ensured by the expansion of the space of independent management of the situation on the computer screen; the presence of the right to choose the mode of educational activity, options for solving educational tasks; creation of positive incentives to increase learning motivation; interspersing game situations, creating a friendly atmosphere in communication and using various visualization tools:

### *References*

1. Аналіз даних і результати дослідження. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://surl.li/unqxm>
2. Антощенко М. В. Розвиток навичок іншомовної комунікації учнів за допомогою мультимедійних презентацій//Таврійський вісник освіти. – 2014. – № 2. – С. 111-116.
3. Волинський В. Дидактичне призначення та характеристики електронних навчальних посібників і підручників // Біологія і хімія в школі. – 2006. – №2. – С. 36–38.
4. Впровадження інноваційних технологій в ЗДО (ясла-садок) №27 «Світанок» Сумської міської ради. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://surl.li/unqxu>.
5. Докладніше про сервіси Google Play. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://support.google.com/android/answer/10546414?hl=uk>.
6. Географія. 9 клас. Гільберг Т. Г. § 46. Комп'ютерне програмування як вид економічної діяльності. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uahistory.co/pidruchniki/gilberg-geography-9-class-2017/46.php>.
7. Коротка історія анімації. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://it-science.com.ua/posts/908/>.

8. [Маркетинг - 2.6. Аналіз даних і результати дослідження \(google.com\)](#). [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://surl.li/unqye>
9. Навчально – методичний посібник «Нова українська школа: використання інформаційно–комунікаційних технологій у 1-2 класах закладів загальної середньої освіти: навч.-метод. посіб./М. Кірик, Л. Данилова. – Львів: Світ, 2019. 136 с.
10. Отримання знань дистанційна підтримка освіти школярів. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/6159>.
11. Різниця між hard skills і soft skills. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://lemon.school/blog/riznyczya-mizh-hard-skills-i-soft-skills>.
12. Сучасний словник іншомовних слів: Близько 20 тис. слів і словосполучень / Уклали: О. І. Скопненко, Т. В. Цимбалюк. – К.: Довіра, 2006. – 789с. – (Словник України).
13. Сайт вчителів фізики. Інститут післядипломної роботи. Київський столичний університет імені Бориса Грінченка. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://phys.ipk.kubg.edu.ua/?page\\_id=662](https://phys.ipk.kubg.edu.ua/?page_id=662).
14. Указ Президента України № 926/2010 «Про заходи щодо забезпечення пріоритетного розвитку освіти в Україні». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.president.gov.ua/documents/12323.html>.
15. Google Презентація – що це таке та як користуватися. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://apix-drive.com/ua/blog/useful/google-slides-sho-ce-take-ta-jak-koristuvatisja>.
16. Google Classroom: що це і як? [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://surl.li/unqyj>
17. Hard Skills for Students. What They Are And How To Develop Them. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.euroschoolindia.com/blogs/what-are-hard-skills-how-to-develop-them/>.

## CRISIS MARKETING IN EDUCATIONAL INSTITUTION

*PhD Yelyzaveta Mykhailova, DcS Nataliia Savina, Stanislav Mykhailov  
National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine*

Considering that the interaction of strategic and tactical marketing goals is obviously important in crisis management, strategies of achieving them should be analysed in dynamics, where the time interval characterizes the movement from tactical to strategic goals, and the actual value of the tactical result is compared with the potential value of the strategic result, which will determine the effectiveness of management. Since crisis management is considered as a process of interconnected functions, at the pre-crisis stage of its formation it is necessary to clarify factors that could prevent a crisis situation, develop strategic business plans for marketing, control risk factors to avoid possible losses and negative

consequences. While developing strategies and management methods that prevent a crisis situation (pre-crisis management), preference is given to factors and tools, which can activate the way out of the crisis (crisis management), and later strategies targeted to renovation and post-crisis management systems. Taking into account, that the task of marketing, in any situation, is to convince customers that the price of this goods corresponds to its high quality and the product guarantees the satisfaction of certain needs, various approaches and methods are possible to achieve these goals, but such motivation cannot be related to consumer deception and misinformation, as it can lead to significant losses in the future.

Targeting on neutralization of negative consequences of economic crises, all efforts, usually, are focused on the part of the social sphere that directly depends on basic economic indicators and does not take into account the relatively autonomous spheres, as education. That is why the education, which is key in the system of knowledge economy and information society, becomes vulnerable to the effects of economic crises, namely because of its equivalence to other sectors of the economy in the sense that comes to the fore financial expediency and clear management. The impact of economic crises on education was overviewed in works of O. Hrishnova [1], U. Husar [2], V. Kremen [3] N. Savina [4, 5] and others. In the system of knowledge economy, where knowledge becomes a commodity and education is commercialized, a necessary condition for the further development of education is its ability to overcome the destructive effects of economic crises and the ability to change according to the needs of information society. The objective of marketing activities in education, as a response to changes in the relevant external environment, was studied Ukrainian experts T. Obolenska [6], P. Bieliennyk [7], O. Kratt [8].

Considering that marketing is not just one of the subsystems in crisis management it should be viewed as the foundation on which the work of all its other units is based [9]. The type of anti-crisis marketing strategies including innovation strategies, personnel strategies, competitive strategies, creative strategies and others, targets to overcome crisis and to search for new market opportunities [10].

Among the 36 OECD countries reporting data in 2018, the average total expenditures on education institutions constituted 4.9 % of GDP. Norway and Chile reported the highest total expenditures on education institutions as a percentage of GDP (both 6.6 %), followed by Israel and New Zealand (both 6.2 %), the United Kingdom (6.1 %), and the United States (6.0 %). Ireland and Luxembourg reported the lowest total expenditures on education institutions as a percentage of GDP (both 3.3 %), followed by Lithuania (3.4 %), the Slovak Republic and Greece (both 3.7 %), and Hungary (3.8 %) [11]. That is why education is considered as a basic sphere for renovation of human resources aimed for sustainable economy.

Marketing communications and information are integrated into crisis management as the subject, means and result of marketing activities. At the same time, the use of communications in marketing is a priority, which is confirmed during the crisis. External communications, compared to internal ones (between

production units and management bodies), are in preference. Multi-channel communications prevail over single-channel ones due to the multifaceted nature of problems and their interrelation and due to the demand of forming a system of integrated marketing communications. Furthermore, it is very important to choose information according to the content, structure, composition, quality, and reliability of its sources [12].

In the system of marketing of anti-crisis management we can observe an object (crisis phenomena) and a subject of management (responsible units of anti-crisis management), target management processes, means and methods of management, a clear system of adjustment and feedback, etc [10].

The result of marketing anti-crisis management is the formation of marketing anti-crisis strategy, which is implemented in order to overcome the crisis. Anti-crisis marketing strategies can be classified according to the following characteristics: a) stage of anti-crisis management (the pre-crisis stage, the crisis stage, the elimination stage, etc.); b) the nature of the impact (strategies of "reduction, strategies of "capturing the market", etc.); c) the type of differentiation and the criterion of low budget (service strategy, image strategy, etc.); d) the elements of the marketing mix (product development strategy, concentric diversification strategy, etc.); e) the forecast of the market situation and the capabilities ( the strategy of returning to the market, etc.); f) the market situation (conversion marketing strategy, incentive marketing strategy, etc.); g) the competitive position at the market (the strategy of large enterprises, the strategy of medium-sized enterprises, the strategy of small enterprises).

In view of the main task of education as a creation the necessary conditions for human learning for achieving his life goals, the main consumer of educational services, is a person with individual educational needs. This educational need can be defined as a dynamic state of the individual's psyche, which appears from the imprint in the mind of the demand for certain knowledge, skills, abilities or in increasing the competence of the individual and leads to the mental activity for satisfaction of this demand [13].

In order to describe education as a subject of market relations, it is necessary to determine main terminology such as educational service, educational marketing and educational product.

Educational service is viewed as a set of educational and scientific information created by the pedagogical team and transferred to a pupil, student or listener in the form of general and special knowledge, as well as practical skills for further application in professional life. Educational marketing is determined as one of the activities of school management in terms of market economy, which is provided by research of the demand for educational services and certain knowledge above the state standards, and impacts the promotion of educational needs of human by developing and implementing the concept of providing quality educational product. Educational product is seen as special intellectual product adapted to the relevant segment of educational services [14].

The educational institution as a subject of market relations operates in a marketing environment that has a certain structure: internal and external environment. Internal environment - elements of the organizational structure of the educational institution, resources, range of educational products, marketing tools, etc. The external environment of the educational institution is divided into macro-environment and micro-environment. While macro-environment is considered as the factors of the socio-economic and socio-political system of society and the state, on which the educational institution cannot influence (political, social, demographic, economic, cultural, etc.), micro-environment includes units that directly interact with the structural units of a particular educational institution (consumers, competitors, other contact audiences) [14].

It should be mentioned that target of education marketing is rather wide: a) to understand what the competition of educational institutions is and how it differs from the competition of goods; b) to investigate the features of education as a service; c) to find out what is the marketing complex of the educational institution; d) to determine specific points, that characterize the communication activities in the educational institution, etc [14]

Targeting the creation of the effective marketing environment in educational institution, it is necessary to provide the productive communication activity of the educational institution, which has the following features: a) constant periodicity; b) well-known methods of advertising, propaganda, exhibition activities - open days, performances in lower-ranking educational institutions, annual exhibitions.

Considering that economic crises equalise education with other sectors of the economy, the main components of education marketing can be determined as a commodity, pricing, communication activities and distribution policy [15].

The main feature of anti-crisis marketing management in educational institution is the intensification of marketing tools as an activation of internal and external communication activities (transparency of activities, accountability, formation of a strategy for the development of specialties in accordance with the needs of stakeholders with further highlighting of the results).

### ***Conclusions***

Although there is no consensus among scholars, that were studying the role of marketing in crisis management, for definition the category of "crisis marketing" as a type of marketing activity with its own content and means, but in terms of economic crisis, when a complex unexpected situation occurs, appears necessity to search for urgent solutions, and that leads to the category of crisis marketing. Since marketing in crisis management is not just one of the subsystems of the enterprise, but the foundation on which the work of all its other units is based, the result of its developing is the marketing anti-crisis strategy, which is implemented to bring the company out of crisis. Types of anti-crisis marketing strategies include innovative strategies, personnel strategies, competitive strategies, creative strategies and others, the purpose of which is to search for new market opportunities.

The economic crisis caused the reduction in public funding in the education sector, with a shift in priorities to the primary education. Moreover, the reduction of



the government order leads to the transfer of tuition fees for higher education to students or their families, and in conditions of reduced wages and unemployment, lack of credit system, the principle of access to higher education is violated. Thus, the reduction in expenses on higher education, which has been observed in recent years in Ukraine, confirms that this sector is not a priority for the state.

One of the main tools for solving problems related to the activities of educational institutions in market conditions, is market research. At the same time in the context of modern methodological researches it is generally accepted that theoretical and practical aspects of the functioning of education institutions should be viewed within the social economy.

To develop a strategy for the organization of crisis management in education, an important element is the strategic segmentation of the market of educational services, the parameters of which include functions or needs to be met, consumer groups by target segments, volumes, prices and terms of sales by target segments, technology to meet needs.

Determining the consumers and analysis of their behaviour in conditions of declining purchasing power, is one of the key aspects of adapting the offer of the educational institution to the market environment. Therefore, in terms of reduced sales, caused by declining purchasing power, one of the main strategic decisions is to choose a strategy to reach the market, determine its target segment, or consumer segments. That is why the strategic market segmentation of educational services is a process, the purpose of which is to predict its parameters for developing the strategy of the organization. At the same time the concentration of the brand on the motivations of certain consumer segments will strengthen consumer perception of the brand and increase or maintain loyalty of the target audience

Since the activity of the educational institution occurs on intangible base, which includes knowledge, experience of scientific and pedagogical staff, educational and methodological support of the educational process, scientific developments, patents, licenses, etc.. Having an ability to lose their value very quickly the intellectual potential of an educational institution consists of three main elements, such as human capital, the ability of staff to find solutions to customer problems, consumer capital, the segment of customers of the company at the market, structural capital, opportunities, which are used to respond effectively and efficiently to changing market demands.

In the conclusion, it is necessary to notice, that anti-crisis marketing management in the educational institution, which should be applied in terms of declining purchasing power and reducing public funding in the education sector, may be developed in three main points such as marketing communication, market segmentation and constant renovation of intellectual potential.

### *References*

1. Hrishnova O.A. (2002) Formuvannia liudskoho kapitalu v systemi osvity i profesiinoi pidhotovky [Formation of human capital in the system of education and training] (Doctoral Thesis) Kyiv: Taras Shevchenko national University of Kyiv

2. Huzar U. Ye. (2011) Transformatsiia trudovoi diialnosti v umovakh perekhodu do ekonomiky znan [Transformation of labor activity in the transition to the knowledge economy] (PhD Thesis) Lviv: National Academy of Sciences of Ukraine.
3. Kremen V. H. (1999) Ukraina: shliakh do sebe. Problemy suspilnoi transformatsii: navch. posibnyk dlia stud. vyshchych navch. zakl [Ukraine: the way to yourself. Problems of social transformation: textbook for students of higher education institutions]. Kyiv: DrUk.
4. Lytvynenko, V., Savina, N., Pyrtko, M., Voronenko, M., Baranenko, R., & Lopushynskiy, I. (2019). Development, validation and testing of the bayesian network to evaluate the national law enforcement agencies work. Paper presented at the 2019 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT 2019 - Proceedings, 252-256. DOI:10.1109/ACITT.2019.8780079
5. Savina N., Lytvynenko V., Voronenko M., Doroschuk N., Smailova S., Boskin O., Kravchenko T.. Development, Validation and Testing of the Bayesian Network of Educational Institutions Financing. Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), Metz, France, September 18–21, 2019. Vol. 1, pp. 412–418. URL: <https://publications.hse.ru/en/books/272491000>
6. Obolenska, Ye. (2011). Marketynh osvitynikh posluh: vitchyzniani ta zarubizhnyi dosvid [Marketing of educational services: domestic and foreign experience]. Kyiv: KNEU.
7. Bielenkyi, P. (2007). Doslidzhennia problem konkurentospromozhnosti [Study of competitiveness problems]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy [Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine]*. № 5, p. 9-18.
8. Kratt, O. (2003). Rynok posluh vyshchoi osvity: metodolohichni osnovy doslidzhennia koniunktury [The market of higher education services: methodological bases of the study of the conjuncture]. Donetsk: Yuho-Vostok.
9. Melnyk, Yu. (2009). Rol ta znachennia marketynhovykh instrumentiv v antykryzovomu upravlinni pidpriemstvom [The role and significance of marketing tools in anti-crisis management of the enterprise]. *Naukovo-tekhn. konf. vykladachiv, spivrobitnykiv, aspirantiv i studentiv fakultetu ekonomiky ta menedzhmentu [Scientific and technical conf. for teachers, employees, graduate students and students of the Faculty of Economics and Management]* Sumy: Vyd-vo SumDU. p. 8-9.
10. Bilovodska O., Melnyk Yu. (2010). Mekhanizm marketynhovoho antykryzovoho upravlinnia pidpriemstvom [The mechanism of marketing anti-crisis management of the enterprise]. *Visnyk KhNU. Seriiia "Ekonomichni nauky" [KHNU Bulletin. "Economic Sciences" series]*. № 6, p. 105-108.
11. National Center for Education Statistics. (2022). Education Expenditures by Country. *Condition of Education*. U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences. URL: <https://nces.ed.gov/programs/coe/indicator/cmd>.
12. Kosar, N. (2010). Marketynh v antykryzovomu upravlinni pidpriemstvom [Marketing in anti-crisis management of the enterprise]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnikha" [Bulletin of the National Polytechnic University of Lviv]*. № 682. p. 59-64.
13. Ivko N. (2005) Marketynhovy pidkhid v upravlinni suchasnymy navchalnym zakladamy [Marketing approach in management of modern educational institutions]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy «Kyivskiy politekhnichnyi*

*instytut». Filozofia. Psychologia. Pedagogika [Bulletin of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute". Philosophy. Psychology. Pedagogy] №2. Part1. p. 134–139.*

14. Tielietova S. H., Tielietova O.S. (2011). Pedagogichnyy marketynh u diialnosti navchalnykh zakladiv [Pedagogical marketing in the activities of educational institutions]. *Marketynh i menedzhment innovatsii [Marketing and innovation management]*. № 3 (2), p. 117-124.
15. Tielietov O.S., Kozlova O.H. (2001). Marketynhovyy menedzhment. Orhanizatsiyno-pedahohichni problemy [Marketing management. Organizational and pedagogical problems]. *Informatsiyni tekhnologii navchannia u vyshchyykh zakladakh osvity: zbirnyk materialiv [Information technologies of learning in higher education institutions: a collection of materials]*. p. 12-16.

## **ТРАНСФОРМАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ**

*Наук. співр. Л.М. Попович*

*Інститут педагогіки НАПН України, м. Київ, Україна*

### **Вступ**

В умовах військового стану в Україні надзвичайно актуальною є проблема трансформації і трансформаційних процесів в управлінні закладами загальної середньої освіти. Вирішення проблеми залежить від забезпечення кваліфікованого управління трансформаційними процесами, здійснення досліджень і моніторингу з метою виявлення, визначення характерних ознак, специфіки тощо й розроблення необхідного інструментарію для їх керованості й належного спрямування .

### **Виклад основного матеріалу**

Проблеми трансформації (змін), трансформаційних процесів (змін з метою покращення освітньої сфери) досліджували вітчизняні вчені: В. Андрущенко, модернізація вищої освіти; Л. Березівська, реформування шкільної освіти в Україні; А. Василюк, освітні реформи; Л. Гриневич, освітні реформи; В. Кремень, трансформація змісту освіти, трансформація особистості; О. Локшина, трансформаційні процеси закладів освіти в контексті європейської інтеграції; О. Ляшенко, реформування початкової та середньої освіти; В. Огнев'юк, освітні реформи; О. Савченко, реформування початкової освіти та реформування змісту освіти ; Н. Побірченко, освітні трансформації; Є. Подольська, перетворення всіх сфер суспільного життя; О. Пометун, реформування шкільної історичної науки в Україні; С. Сисоєва, освітні реформи: освітологічний контекст; О. Сухомлинська, реформування виховного складника освіти, М. Тименко, трансформаційні процеси, інші.

Українська вчена в сфері соціології Є. Подольська вважає, що трансформація – це перетворення сутнісних компонентів соціуму, всіх сфер суспільного життя. Трансформація не передбачає вектора змін: вони можуть бути як прогресивними, так і регресивними. Головне у трансформації – це перетворення форм і змісту суспільного життя, її інституційної сфери, норм, цінностей, ментальності та інших соціокультурних складників соціуму. Вчена розглядає поняття «трансформація», як самостійну соціологічну категорію, а не просто синонім до термінів «розвиток», «зміна», «модернізація» тощо [1].

А. Василюк у своїй монографії про реформи шкільної освіти в Польщі, звертає увагу на специфіку термінів «модернізація», «реформування», «трансформація», зауважуючи, що у вітчизняних наукових розвідках часто відбувається підміна одного поняття іншим, без урахування притаманних їм особливостей. Зокрема, дослідниця розглядає поняття «трансформація» як довготривалий якісний процес «пристосування змін і водночас упровадження інновацій», трактує трансформацію як одну з причин освітніх реформ [2].

Н. Побірченко досліджувала трансформації освіти як творчий процес перенесення сутнісних ознак інноваційних досягнень певного профілю освіти на інший профіль освіти з метою їх об'єднання, вчена вважає, що трансформації є постійним явищем, яке відбувається або стихійно, або організовано; є цілеспрямованим явищем; мають незалежну ціннісно-мотиваційну орієнтацію, об'єднання [3].

Поняття «реформування» у освітологічному контексті обґрунтовано українською вченою С. Сисоєвою, вчена визначила причини реформування: цивілізаційні зміни, зокрема винахід й подальший активний розвиток інформаційно-комунікативних технологій; соціально-економічні трансформації на політичному, соціальному та економічному рівнях; наміри країни з подальшою практичною реалізацією щодо приєднання до певного інтегрованого економічного й освітнього простору [4].

М. Тименко переконаний, що «основними поняттями трансформаційних процесів в освіті, якими оперують вчені, є: «трансформація», «реформа», «реформування», «освітня реформа», «шкільна реформа», «інновація», «модернізація», «зміна» тощо. Бачення зарубіжних та вітчизняних науковців щодо основних понять трансформаційних процесів є подібним, тобто, це є будь-яка реорганізація та зміна з метою покращення існуючої ситуації. Відмінним у баченні понять трансформаційних процесів вітчизняних науковців від зарубіжних є різні класифікації за різними критеріями [5].

Український учений Б. Чижевський переконаний, що в період змін «директори шкіл мають також враховувати, що одним із завдань європейської освіти стає формування навичок та умінь, потрібних людині в її подальшому житті для здобуття, оволодіння новими науковими знаннями. Це уміння учасників навчально-виховного процесу на всіх освітніх рівнях бути самодисциплінованим, планувати й розподіляти свій час, самостійно організувати навчання, вивчення, самоосвіту, свою працю, добирати,

аналізувати, порівнювати й оцінювати потрібну інформацію, користуватися інформаційними джерелами, соціальними мережами та володіти почуттям відповідальності» [6].

Учена О. Онаць доводить, що трансформаційні процеси у системі загальної середньої освіти і в закладах освіти у непростих умовах війни, потребують швидкого й оперативного, ефективного управління ними з метою нагального й своєчасного вирішення проблем. Це висуває нові вимоги до управління закладами загальної середньої освіти, особливо організацією освітнього процесу, впровадження інших підходів і технологій в управлінні персоналом, активізації партнерських відносин з громадськістю й приватним сектором, пошуку нових можливостей для відновлення, де це необхідно, матеріально-технічної бази, кадрового потенціалу, структурної трансформації закладу загальної середньої освіти тощо. Для цього необхідно вивчити і проаналізувати проблеми в управлінні закладами загальної середньої освіти в умовах воєнного стану, зокрема: не тільки виявити трансформаційні процеси у закладах загальної середньої освіти, а й усвідомити й переосмислити їх зміст і особливості, функцій управління ними, визначити ознаки, специфіку й принципи управління ними.

Більш ефективному управлінню трансформаційними процесами у закладах загальної середньої освіти, на нашу думку, сприятиме: теоретико-методологічне обґрунтування сутності і змісту трансформаційних процесів у загальній середній освіті й управління ними у закладах освіти в сучасних непростих умовах і здійснення системного науково-методичного супроводу; запровадження інновацій у внутрішньому і зовнішньому середовищі у кожному закладі освіти; проектування і прогнозування (стратегічне і тактичне); забезпечення державно - громадської партнерської взаємодії в управлінні закладами загальної середньої освіти; мотивація керівників і їхніх управлінських команд, органів місцевого самоврядування територіальних громад, партнерів, органів влади й управління загальною середньою освітою, місцевої спільноти, роботодавців, меценатів, приватних структур – із розподілом функцій і відповідальності; моделювання різних ситуацій і структурних елементів з метою розроблення системи управління трансформаційними процесами у закладах загальної середньої освіти в умовах війни й повоєнного відновлення України.

Погоджуємося також із думкою дослідниці О. Онаць, що однією з оптимальних моделей управління трансформаційними процесами, може бути модель державно-громадського управління закладами загальної середньої освіти на засадах суб'єктної партнерської взаємодії, теоретико-методологічні засади якої обґрунтовано науковцями відділу економіки та управління загальною середньою освітою Інституту педагогіки Національної академії педагогічних наук України під час фундаментального дослідження «Державно-громадське управління закладами загальної середньої освіти на засадах партнерської взаємодії (2021–2023р.) [7].

## Висновки

Трансформаційні процеси в управлінні загальною середньою освітою й закладами освіти в Україні в умовах воєнного стану і повоєнному відновленні України будуть ефективними за умови досягнення якісних змін в організації освітнього процесу й управлінні, командного навчання персоналу, упровадження нових моделей державно-громадського управління, спрямованих не тільки на відновлення, але й інноваційний розвиток закладів освіти, їх реальну автономію й інноваційний розвиток, трансформацію концептуальних засад діяльності керівника закладу освіти в умовах державно-громадського управління на засадах партнерської взаємодії, використання інноваційних технологій і механізмів [7].

## Посилання

1. Подольська Є. А. Соціологія: 100 питань 100 відповідей: навчальний посібник / Є. А. Подольська, Т. В. Подольська. К.: Інокс, 2009. 352 с.
2. Василюк А. В. Реформи шкільної освіти в Польщі: історія й сучасність: [монографія] / А. В. Василюк. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2007. 340 с.
3. Побірченко Н. А. Трансформація психологічних процесів в освітології / Н. А. Побірченко // Неперервна професійна освіта: теорія і практика. К.: Київський ун-т ім. Б. Гринченка, 2012. № 3–4. С. 118–123. URL:<https://core.ac.uk/download/pdf/19668096.pdf>.
4. Сисоєва С. О. Освітологічний контекст освітніх реформ / С. О. Сисоєва // Освітні реформи: місія, дійсність, рефлексія: монографія / за ред. Василя Кременя, Тадеуша Левовицького, Віктора Огнев'юка, Світлани Сисоєвої. К.: ТОВ «Видавниче підприємство “ЕДЕЛЬВЕЙС”», 2013. 460 с.
5. Тименко М. М. Трансформаційні процеси у шкільній освіті крізь призму компаративістики. Трансформаційні процеси у шкільній освіті країн Європейського Союзу та США: монографія / [А. П. Джурило, О. З. Глушко, О. І. Локшина та ін.]. К.: ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. С. 23.
6. Чижевський Б. Г. (2024) *Управлінська компетентність в період трансформаційних процесів – запорука успіху* In: Актуальні питання забезпечення стійкості системи управління освітою в умовах воєнного стану: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., м. Київ-Краматорськ, 22 лютого 2024 р. . Донецький обласний інститут післядипломної освіти, м. Київ, Україна, стор. 156-161. URL:<https://lib.iitta.gov.ua/740196/>
7. Онаць О. М. (2024) *Державно-громадська партнерська взаємодія в управлінні трансформаційними процесами в закладах освіти в умовах війни* Національна наука і освіта в умовах війни РФ проти України та сучасних цивілізаційних викликів : матеріали V Всеукраїнської міжгалузевої науково-практичної онлайн-конференції (Київ, 27 березня – 2 квітня 2024 року). стор. 938-946. URL:<https://lib.iitta.gov.ua/740520/>

## THE LIMITED CAPACITY OF A PERSON IN THE CIVIL LAW

*Student\* Anastasia Potakovska,  
instructor Vasyl Marku (Scientific Supervisor)*

*\*Law department*

*Chernivtsi Applied College of ChNU named after Y.Fedkovych  
Chernivtsi, Chernivtsi region, Ukraine*

The development of mankind can't be carried out without interaction between each members of a certain society that in most cases is known as "a country" or "a nation". These relations don't have chaotic character but are adopted, reinforced and guarded while implementing. For example, if we want to own a car, it is not necessary to find a person to give money and that's all. Or if you want to be elected it is not enough to have a desire, but also you have to meet some criteria, for instance to be older enough to have that right.

The examples above show not only the person-person, but also person-state interaction. These interactions are defined, designated and regulated by the Civil Code of Ukraine. It was adopted on January 16th 2003 with some amendments recent of which have entered into force since March 8th 2024.[1,2]

For better understanding these amendments, it is necessary to take some insights in "the civil capacity" and "the civil capability" they're concerned with.

To begin with, according to Mariam Webster dictionary, legal capability is the opportunity to do something, for example the right to health, higher education, and safe living [4].

Another notion is legal capacity that is spoken when a person occupies a particular status with another person or a state [3].

The main and crucial difference between that is that a person entitled with legal capability can acquire legal capacity as well. That means to have some rights, duties, exemptions and their limitations[1,2]. That will be the subject of this article.

Civil capability is a necessary feature of a subject of civil relations and, together with legal capacity, constitutes the concept of civil legal personality. However, while civil legal capability means having some basic civil rights and obligations, civil capacity implies that a person is able to acquire and exercise civil rights and obligations. In other words, civil capability is a necessary link between civil legal capacity and subjective civil law.[2]

According to the Civil Code of Ukraine, a natural person who is aware of the importance of his actions and can control them has civil capacity. The civil capacity of a person is his ability to acquire civil rights for himself or herself through his or her actions and to exercise them independently, also the ability to create civil obligations for himself, to perform them independently and be responsible for non-fulfilment [2].

A person is limited in legal capacity if established circumstances indicating a mental disorder significantly affect their ability to realise the meaning of his actions and (or) manage them or circumstances that confirm actions as a result of which an individual who abuses alcohol, drugs, toxic substances, gambling, etc., putting



themselves or their family, as well as persons whom they are legally obligated to support, in a difficult financial situation. Civil legal capacity is considered limited from the moment the court decision to this effect enters into force[2].

The legal consequences of the limitation of civil legal capacity are:

- establishment of guardianship over such a person;
- an individual whose civil capacity is limited can independently perform only minor domestic actions;
- actions that go beyond small domestic routines are made by a person whose civil capacity is limited with the consent of a guardian. A person may appeal against the refusal of a guardian to give consent to such transactions to the guardianship and trusteeship authority or a court;
- the receipt and disposal of earnings, pensions, scholarships, and other income of a person whose civil capacity is limited is carried out by a guardian. The guardian may in writing allow this person to independently receive income and manage it;
- a person whose civil capacity is limited is solely responsible for breach of an agreement concluded with the consent of the guardian and for damage caused to another person.[1,2]

Restoration of civil capacity of an individual whose civil capacity was limited:

1. In case of recovery of a natural person whose civil capacity was limited or improvement of their mental state, the ability to realise the significance of their actions and (or) to control them in full.
2. In the event that an individual stops abusing alcohol, drugs, toxic substances, gambling, etc.[2]

The procedure for limiting the civil capacity of an individual is determined by the Civil Procedure Code of Ukraine. The court decision on the limitation of legal capacity does not specify the duration of such limitation.[1,2]

According to Article 39 of the Civil Code of Ukraine, an individual may be declared incapacitated if, as a result of a chronic, persistent mental disorder, they are unable to realise the significance of their actions and (or) to control them.

An individual is declared incapacitated from the moment a court decision to that effect enters into force. The duration of the decision to declare an individual incapacitated is determined by the court, but may not exceed two years.[1,2]

Legal consequences of declaring an individual incapacitated:

- guardianship is established over an incapacitated individual;
- an incapacitated individual has no right to enter into any transaction;
- transactions on behalf of an incapacitated individual and in their interests are made by their guardian;
- the guardian is liable for damage caused by an incapacitated individual[1,2].

If it is established that, as a result of recovery or significant improvement in the individual's mental state, the individual has regained the ability to understand the significance of their actions and (or) to control them, the court restores the civil capacity of the individual who was declared incapacitated and terminates the guardianship. This

is possible at the request of the guardian or the guardianship and trusteeship authority[1,2].

Thus civil legal capacity, like the civil legal capability of an individual, is a specific subjective civil right. All natural persons are equal in the ability to have civil rights and obligations. However, due to some circumstances they may lose these rights or they can be reduced and in this case the law does not recognize a minor and an incapacitated person as capable of having the right to step in some legal processes without consent of a guardian.

### *References*

1. Constitution of Ukraine : of 28.06.1996 no. 254к/96-ВР : as of 1 January 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр#Text>
2. Civil Code of Ukraine of 16.01.2003 no. 435-IV : as of 8 March 2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text>
3. Law Dictionary TheFreeDictionary.com. URL: <https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/legal+capacity>
4. Merriam-Webster: America's Most Trusted Dictionary. Merriam-Webster: America's Most Trusted Dictionary. URL: <https://www.merriam-webster.com/>

## **THE IMPORTANCE OF SAFETY DISCIPLINES TAUGHT IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF UKRAINE IN ENSURING THE EQUILIBRIUM STATE OF THE SYSTEM «MAN - ENVIRONMENT OF EXISTENCE»**

*Prof., cand. of technical Science Ya. O. Serikov*

*O. M. Beketov National University of Urban Economics in Kharkiv*

The main goal of the educational disciplines «Safety of Life», «Basics of Occupational Safety», «Civil Safety», taught in higher educational institutions of Ukraine, is the formation of a professional and social culture of safety. (Currently, in a number of higher education institutions, the integrated disciplines «Safety of life and the basics of labor protection», «Labor protection in the industry and civil protection» are taught).

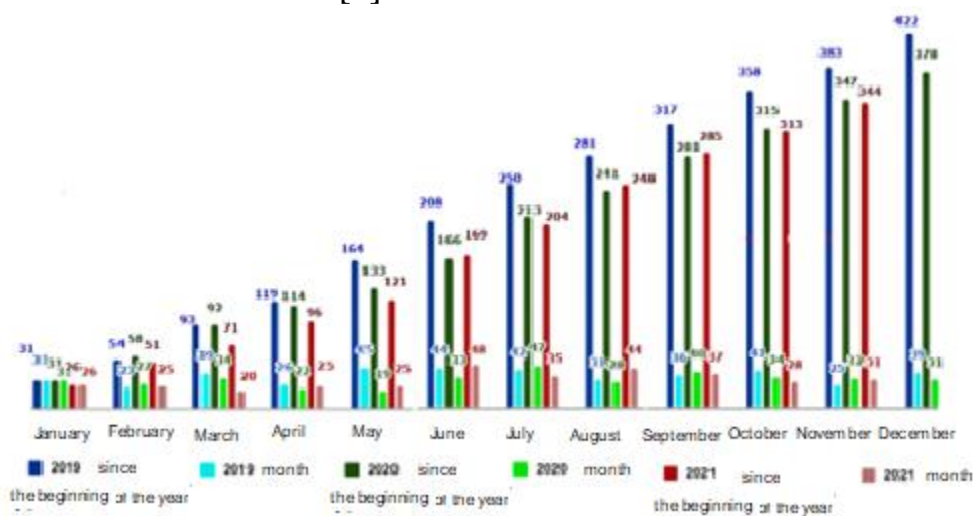
That is, their study is aimed at providing students with the skills, readiness and ability of a specialist, a person as an individual, to use the acquired set of competencies, knowledge, abilities and skills to create safe conditions for human life. The acquired knowledge should be applied in solving professional and social tasks in the interdependent systems «man – environment» and «man - production environment». At the same time, an integral condition is taking into account the risk of man-made accidents and natural hazards, in which the issues of ensuring the

balanced existence of the specified systems, i.e. ensuring human safety, are considered and resolved as a priority [1, 2].

At the current stage of human development, the problem of the safety of human life and society as a whole, that is, in the global system «man - Earth's biosphere», which includes the subsystems «man – environment» and «man - production environment», has become particularly acute and urgent. This is due to both the deepening development of the crisis state in the Earth's biosphere and the critical state of human safety in the conditions of its production activities. Currently, the state of the «man - industrial environment» system is characterized by a significant level of occupational morbidity and industrial injuries in all countries, regardless of the level of economic development.

Thus, according to the conclusions of the International Labor Organization and the World Health Organization, the current state of these indicators of human production activity can be equated to an epidemic [3]. According to the statistical data of the Main Directorate of State Labor in Ukraine, there has also been an increase in the level of industrial injuries in recent years. Moreover, it is important that there is a steady tendency to its increase (Figs. 1, 2).

Considering this situation, the problem of reducing the level of industrial injuries and occupational morbidity became the main topic of the International Labor Conference held in 2023 [4].



**Figure 1. Dynamics of changes in the level of industrial injuries in Ukraine for 2019-2021**

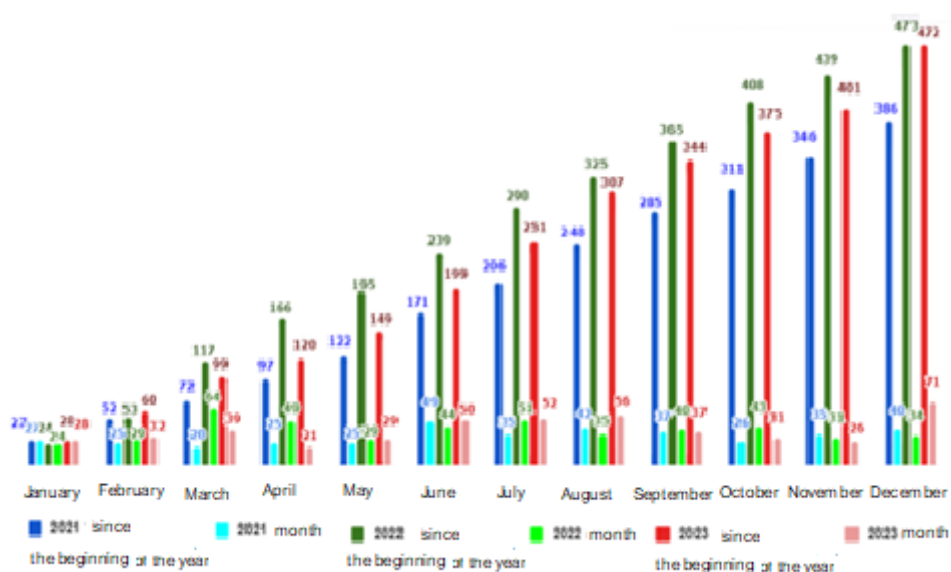
As a result of the conference, the «Declaration of the ILO century on the future perspective of work» was published. The main thesis of the conference is the need to develop such a conceptual approach to the formation of the sphere of work, which will be focused on people. The main directions of the Concept are:

- provision of quality education in the field of professional activity and labor protection;

- effective training in the field of professional activity and labor protection throughout life;

- ensuring and improving occupational safety and hygiene.

Traumatism, which is observed in the system «man - non-productive, domestic environment», that is, injuries of a non-productive and domestic nature, is also characterized by a significant level. At the same time, worldwide, the number of injuries that occur outside the production environment significantly exceeds the total number of injuries that occur in the «person - production environment» system. Thus, according to the data of the State Emergency Service of Ukraine, in 2021, more than 1,600,000 accidents of a non-industrial nature, including those of a domestic nature, were registered (for 2023, there are no data) [5].



**Figure 2. Dynamics of changes in the level of industrial injuries in Ukraine for 2021-2023**

In our country, the task of ensuring the safety of human life and activity is particularly relevant at the present time. This factor is due to the presence of an emergency situation of a military nature, that is, martial law. It is obvious that the current situation in the state causes profound changes in all spheres of human life. In the conditions of martial law, the threat of a humanitarian disaster arises, and dangerous situations of man-made and social nature arise.

At the same time, in the absence of the appropriate level of knowledge and skills, correct behavior in such an emergency situation, low level of adaptation, such a situation can have a detrimental effect not only on the state of health, but also on the life of both an individual and individual population groups. The psychological state of a person in such a situation is affected by stress, which negatively affects his health and behavior both in the system «man - living environment» and in the system «man - industrial environment». That is, as a result, a dangerous influence of external conditions on the global system «man –

habitat» is formed, which is complex in its structure and whose state must be balanced.

In connection with the above-described existing state of the system «man - living environment» and the given data of the state of the system «man - production environment», the following conclusion follows. Currently, the role and responsibility of the education system, especially higher educational institutions in Ukraine, for training specialists not only in professional matters, but also in the field of life safety and occupational health, is growing significantly.

Unfortunately, the tendency to reduce the number of hours for teaching academic disciplines «Life Safety», «Occupational Safety», «Civil Safety», replacing them with integrated disciplines, which has been observed in the recent period, can lead to a decrease in people's ability to adapt, a significant decrease in the level of worldview concepts, and a decrease in the level of internal culture young generation, and maximize the negative consequences of not only technical progress, but also social instability [6-9].

Unfortunately, the tendency to reduce the amount of hours for teaching the disciplines «Life Safety», «Occupational Safety», «Civil Safety», their replacement by the above-mentioned integrated disciplines, which has been observed over the last period, may lead:

- to the reduction of people's ability to adapt in critical situations, which is especially relevant at this time period;
- to a significant decrease in the level of worldview concepts;
- to decrease the level of internal culture of the young generation;
- to maximize the negative consequences of not only technical progress, but also social instability [6-9].

### *References*

1. Syerikov Y.O., Kozhenevski L.F. Life safety – securitology. Problems, tasks, solutions: monograph. Kharkiv - Krakow: KhNAMG - EAS, 2012. Part 1 – 170 p., Part 2 – 332 p.
2. Serikov Ya.O. Industrial safety and social protection of employees of industrial enterprises, companies and corporations: a textbook. Kharkiv: XhNUMG Beketova - Corpor. SHELL. FPP Andreev, 2015. - 247 p.
3. Labor protection. World statistics. URL: [https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS\\_249276/lang--ru/index.htm](https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS_249276/lang--ru/index.htm)
4. 111 International Labor Conference 16. 06.2023. Declaration of the century of the ILO on the future perspective of work. URL: [https://www.ilo.org/moscow/news/WCMS\\_885610/lang--ru/index.htm](https://www.ilo.org/moscow/news/WCMS_885610/lang--ru/index.htm)
5. Shevchenko V.V. Peculiarities and prospects of the formation of a safe living and production space in educational institutions // Mater. III All-Ukrainian science and practice conf. in memory of Academician ANVOU prof. A. V. Kaspersky «Actual problems and prospects for the development of fundamental, of applied, general technical and safety sciences», Kyiv: USU named after M. Drahomanova, 2023. Pp. 383-384. URL: <https://kztdop.ipf.npu.edu.ua/science->

- conference/sciencekav/2021conferkav6. Zaporozhets O.I. The crisis of education and the culture of human life safety. // Safety of human life and activity - education, science, practice: Mater. IX international science-method. conferences. - Lviv: LNU, 2014. - Pp. 24-28.
7. Zaplatynskiy V.M. Trends in the development of life safety education based on a comparative analysis of all-Ukrainian standard curricula for higher education. // Life Safety. – 2014. – No. 7. - Pp. 11-13
8. Kuchmenko O., Nemchenko Yu. Teaching security disciplines in the languages of war // Mater. III All-Ukrainian science and practice conf. «Actual problems and prospects for the development of fundamental, applied, general technical and safety sciences», Kyiv: USU named after M. Drahomanova, 2023. Pp. 235-237.
9. Serikov Ya.O. The task of forming a safe living and industrial space for a person in the process of teaching safety disciplines in higher education institutions of Ukraine / Materials of the International. science and practice conf. «The state, problems and prospects of the development of science, education and technologies». Kremenchuk: CFEND, August 29, 2023. Pp. 54-56.

## **DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF SPECIALIZED ONLINE COURSES ON SCIENTIFIC RESEARCH ACTIVITIES FOR HIGHER EDUCATION STUDENTS**

*Ph.D. in Pedagogics, Assoc. Prof., Lecturer I.A. Sladkykh*

*Pedagogy, foreign philology and translation Department*

*Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, Ukraine*

In recent years, there has been a growing emphasis on fostering research skills among students in higher education institutions. Recognizing the importance of equipping students with research competencies, the development and implementation of specialized online courses on scientific research activities have emerged as effective educational initiatives. Among Ukrainian and foreign scholars engaged in research on the development of online learning, the following should be noted: V.E. Bykov, Y.A. Zhuk, M.I. Zhaldak, R.S. Gurevich, V.F. Sholokhovich, V.G. Afanasyev, Y.M. Baturin, D. Bell, N. Wiener, L.M. Zemlyanova, M.M. Mazur, A.D. Ursul, R.O. Brien, P. Ross, and S.D. Kuznetsov. This report aims to discuss the process of creating and introducing such courses for higher education students.

Organizing scientific research activities in an online environment requires the use of special tools and methods that allow for effective collaboration and remote research. Here are some of them:

1. Virtual resources and libraries. The use of virtual resources and electronic libraries is an integral part of modern scientific research. Thanks to the accessibility

of electronic databases and online journals, researchers can quickly and conveniently access current scientific publications and data for analysis [2; 8]. For example, platforms such as Google Scholar, PubMed, and Scopus have become invaluable tools for literature searches and sources for scientific research. Google Scholar provides a vast database of scientific articles, allowing researchers to quickly find relevant publications by keywords and topics. PubMed specializes in medical scientific research, offering access to a wide range of medical literature. Scopus, with its extensive database of scientific journals and citations, enables the analysis of scientific activity and relationships within academic circles. The use of these tools allows higher education students to focus on the essential aspects of their research, minimizing the time required to search and review large volumes of literature. Additionally, the availability of digital resources promotes collaboration between researchers from different countries and institutions, facilitating knowledge exchange and the development of scientific research.

2. Online collaborative platforms have become an essential tool for the scientific community, promoting effective communication and teamwork among researchers. Platforms such as Google Docs, Microsoft Teams, and Slack provide higher education students with the ability to communicate, share documents, and collaborate on projects in real-time, regardless of their location.

Google Docs, for example, allows students to jointly edit documents, comment on them, and make changes, providing a convenient and effective way to collaborate. Microsoft Teams and Slack offer interactive communication methods, such as chats, video conferences, and file sharing, which facilitate discussions and teamwork on projects. Using these platforms not only eases communication and collaboration but also enables researchers to effectively manage projects, set deadlines, and track progress. Furthermore, these platforms create opportunities for collaboration between researchers in different time zones and locations, ensuring flexibility and open exchange of ideas within the scientific community.

3. Videoconferencing and online meetings are becoming increasingly popular among researchers as a convenient and effective way to interact and share information. Using videoconferencing platforms such as Zoom, Skype, or Microsoft Teams, researchers can hold meetings, discuss research results, and conduct scientific presentations even in a remote format. These platforms allow participants in remote meetings to communicate in real-time via video and audio connections, share screens and documents, and conduct virtual scientific discussions. They enable higher education students to easily communicate with colleagues from around the world, share their research findings, and interact even in a remote mode.

Online meetings save time and resources that would otherwise be spent on travel to conferences or meetings. They also promote broader access to scientific information and interaction opportunities for researchers, regardless of their location or geographical distance. This approach increases the scale and diversity of scientific exchange, contributing to the acceleration of scientific progress.



4. Electronic tools for data analysis play an exceptionally important role in the modern research environment. With specialized programs such as R, Python, SPSS, or SAS, higher education students can perform in-depth statistical analysis and data research directly in the online environment. These tools allow for a variety of analytical tasks, from basic statistical calculations to complex machine learning models. They provide students and faculty with the tools to identify patterns, trends, and relationships in datasets, enabling them to make informed conclusions and effective decisions.

One of the advantages of using electronic tools for data analysis is their extensive functionality and ability to automate many analytical processes. This allows higher education students to effectively use their time and resources, focusing on interpreting results and solving problems rather than on routine data processing tasks. Using these tools, higher education students can also easily communicate and collaborate in real time, sharing data, code, and analysis results. This fosters collective intellectual work and promotes the rapid advancement of scientific research. Finally, the use of electronic tools for data analysis opens up new opportunities for real-time data exploration and quick decision-making based on updated information. This is especially important in today's fast-paced world, where the speed of response to changes can determine success or failure.

5. Virtual laboratories and simulation tools. For scientific research requiring the use of laboratory equipment or the conduction of experiments, virtual laboratories and simulation tools, such as Labster or Virtual Labs, can be used to conduct research in a virtual environment.

Virtual laboratories provide higher education students with the ability to conduct experiments and study reactions without physical access to complex hardware. This is particularly useful in situations where real laboratories may be unavailable or limited for various reasons, such as time, cost, or access restrictions to specialized equipment.

These simulation tools allow for the creation of virtual models of complex systems and processes, enabling researchers to study their behavior, test hypotheses, and conduct numerous experimental variations without the need for time and resources spent on real experiments. This makes efficient use of scientific resources and contributes to rapid progress in scientific research.

Moreover, the use of virtual laboratories increases the accessibility of education and scientific research, allowing higher education students, scientists, and researchers worldwide to study new concepts and conduct experiments remotely. This is particularly important in the context of the modern world, where remote access to education and science is becoming increasingly significant. Thus, virtual laboratories and simulation tools open up new possibilities for scientific research, fostering innovation, efficiency, and accessibility in the scientific field.

6. Online surveys and research. For data collection from research participants, online surveys and questionnaires can be used through services such as Google Forms, SurveyMonkey, or Qualtrics.

Overall, the use of these tools and methods allows higher education students to effectively organize and conduct research in an online environment, ensuring a high level of collaboration, resource access, and maintaining the quality of scientific research. These tools provide the ability to quickly create and distribute survey questionnaires and analyze the collected data in real time. They allow higher education students to easily configure different types of questions, segment participants, and track response metrics. One of the advantages of using online surveys is their broad accessibility and ability to engage a wide range of participants from different geographical areas. This makes it possible to conduct large-scale studies with a significant number of participants, reflecting a diversity of opinions and experiences.

Moreover, the use of online surveys helps maintain the quality of scientific research by allowing researchers to easily monitor and control the data collection process, avoid errors during data entry, and ensure the confidentiality and anonymity of participants. Overall, the use of online surveys and research enables higher education students to effectively organize and conduct research in an online environment, ensuring a high level of collaboration, access to resources, and maintaining the quality of scientific research.

7. Specialized scientific platforms. There are specialized online platforms designed to facilitate scientific research. Platforms such as ResearchGate, Academia.edu, and Mendeley aim to support scientific research and foster the scientific community. These platforms provide higher education students with the opportunity to publish their scientific works, promoting the dissemination of knowledge and information within academic circles. Additionally, they create a space for discussing research results, exchanging ideas, and establishing contacts with other researchers both within and across different fields.

One of the key features of these platforms is the ability to find co-authors for collaborative projects and research. This encourages collaboration among researchers from different countries and institutions, allowing them to combine expert knowledge and resources to achieve higher scientific results. Through these platforms, higher education students can also maintain their professional profiles, where they can publish their scientific achievements, including publications, conferences, and other activities. This allows tracking the readiness of higher education students for research activities and ensures greater transparency and openness in the academic sphere. Overall, specialized scientific platforms open up new opportunities for collaboration and knowledge exchange in the scientific community, promoting the development of science and innovation. Their role in facilitating communication, collaboration, and the dissemination of knowledge is becoming increasingly important in the modern scientific world.

8. Projection and interactive tools are becoming essential for modern data analysis and visualization of research results. Platforms such as Tableau, Power BI, and Google Data Studio provide higher education students and instructors with powerful means to create dynamic interactive visualizations, allowing for a deeper understanding and exploration of data. These tools enable the creation of various

charts, diagrams, maps, and other visual elements that can be easily customized and viewed in real time. They also provide the ability to interact with the data through filtering, sorting, and adding additional parameters, which allows analyzing different aspects of the data and discovering new connections and patterns.

One of the key advantages of interactive tools is their ability to quickly create complex visualizations without requiring extensive programming or design efforts. This allows higher education students and instructors to rapidly visualize data and present it to colleagues and stakeholders in an understandable form.

Moreover, interactive visualizations make data analysis more accessible and engaging for a broad audience. They allow demonstrating complex relationships and interactions in the form of simple and attractive graphical representations, which aids in better understanding and decision-making based on data.

Therefore, the use of projection and interactive tools for data visualization and analysis is an important component of the modern scientific and analytical process. They enable the quick and effective presentation of complex data and deep analysis of information for making informed decisions.

9. Collaborative document tools are becoming an integral part of the scientific process, especially when higher education students are working together on scientific articles, reports, or projects. Platforms such as Overleaf and Authorea provide convenient and powerful tools for jointly editing and commenting on documents in real time. Thanks to these tools, multiple authors can simultaneously work on the same document without the need to send files back and forth or use complex version control systems. Each participant can see the changes made by others, as well as add their comments and edits, which allows for efficient coordination of collaborative work and avoids conflicts in changes.

Moreover, these platforms often provide advanced functionalities for text formatting, adding mathematical formulas, inserting images and links, making them ideal for writing scientific texts. They also offer the capability of automatic bibliography generation using standards such as BibTeX, simplifying the process of preparing scientific articles for publication. Overall, collaborative document tools enhance efficiency and productivity in the collective work of scientific teams. They make the process of jointly creating and editing documents more convenient, faster, and easier, allowing higher education students to focus on the substantive aspects of scientific work.

10. Project management systems for scientific research. To effectively manage scientific projects, specialized project management systems such as Asana, Trello, or Jira can be used. These systems provide convenient and powerful tools for efficient project management, enabling higher education students and their teams to organize and execute tasks in the most effective way. These systems allow for the distribution of tasks among project participants, setting deadlines, and tracking the progress of work in real time. Each participant can see their tasks, deadlines, and assigned timeframes, helping maintain focus and organize the workflow.

Additionally, these platforms provide the capability to create task lists to which descriptions can be added, files attached, comments made, and various color labels used for task categorization. This creates a structured and organized knowledge base and information that is easily accessible to all project participants. Furthermore, these systems also provide convenient tools for communication and interaction within the team. They allow higher education students to exchange messages, discuss project details, and resolve issues in real time, enhancing teamwork and enabling quick responses to changes.

Thus, using project management systems helps ensure structure, organization, and efficiency in research work, contributing to achieving successful results and meeting set goals.

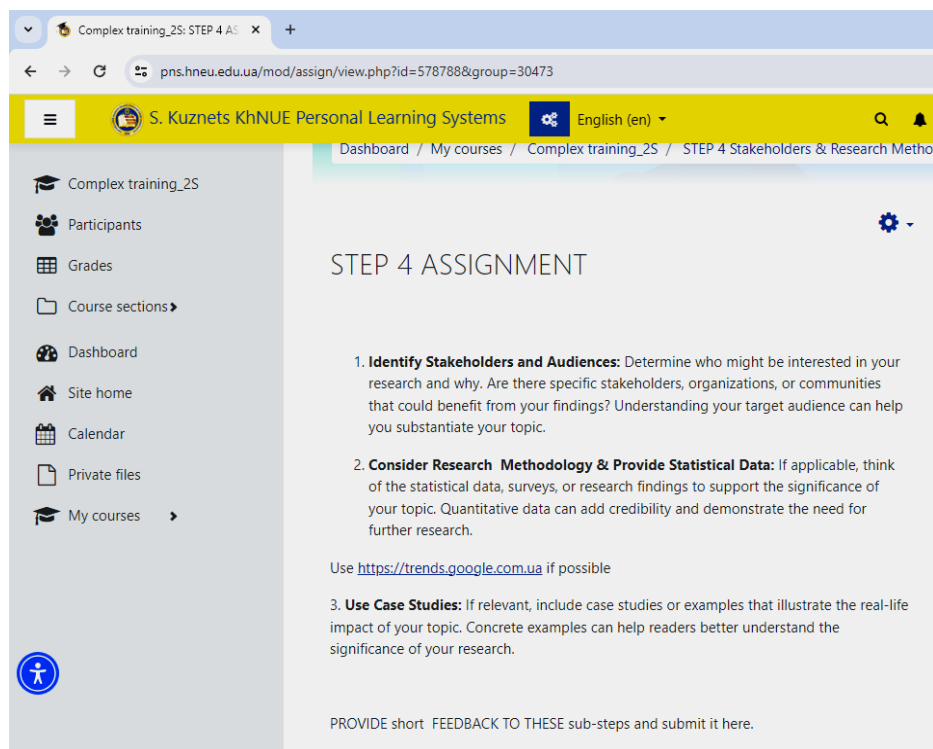
11. Social networks and forums. Some scientific communities actively use social networks and forums to discuss ideas, share experiences, and collaborate. For instance, Reddit hosts numerous scientific subforums where higher education students can share their discoveries. Subreddits on Reddit are dedicated to various fields of science and research. They provide higher education students with opportunities to share their findings, discuss current issues, and seek advice from other community members. These platforms create a space for open exchange of ideas and knowledge, fostering the development of scientific research and the community as a whole. Besides Reddit, there are other social networks and forums specializing in scientific discussions, such as ResearchGate or Academia.edu. These platforms offer higher education students the opportunity to publish their scientific works, communicate with colleagues, and establish new contacts in the academic environment. Using social networks and forums within the student scientific community promotes the rapid dissemination of ideas, facilitates discussion and resolution of current problems, and enhances collective intellectual work. Such platforms help make science more accessible, open, and transparent, increasing the chances of achieving new scientific discoveries and advancements.

These tools and methods create extensive opportunities for organizing and conducting scientific research activities for higher education students in an online environment. They help researchers collaborate, share ideas and research results, and study and analyze data remotely.

The development of specialized online courses begins with careful planning and curriculum design. Course developers collaborate with subject matter experts to identify key competencies and learning objectives [1, 3, 4, 6, 7]. The curriculum is designed to cover various aspects of scientific research, including research methodologies, literature review, data analysis, and ethical considerations. The material needs to be divided into lessons or modules and determine in advance how the success of students will be assessed (figure 1).

The content of the courses is structured to cater to the diverse needs and backgrounds of higher education students.

It is necessary to assess competition and understand what already exists, and what exactly you can offer to make the course in demand and interesting for the students who choose it.



**Figure 1 – One of the steps (IV) in carrying out a research master's project**

Interactive modules, multimedia resources, and practical exercises are incorporated to enhance engagement and learning outcomes. Additionally, the courses may include case studies, guest lectures, and collaborative projects to provide real-world experiences and foster critical thinking skills. It is very important to provide support to students during the course, for example, through forums, email, or online chats. After launching the course, it is necessary to organize feedback from students and use it to improve the course in the future.

Once developed, the specialized online courses are integrated into the existing academic programs of higher education institutions. Students are provided access to the courses through the institution's learning management system (LMS) or online platform. Course instructors facilitate learning by guiding students through the course materials, providing feedback on assignments, and facilitating discussions.

Assessment methods in specialized online courses may include quizzes, assignments, research projects, and peer evaluations. Continuous assessment allows instructors to monitor students' progress and provide timely feedback. Additionally, periodic evaluations are conducted to assess the effectiveness of the courses in achieving their learning objectives and addressing students' needs.

The development and implementation of specialized online courses on scientific research activities offer a valuable opportunity for higher education students to enhance their research skills and competencies. By providing flexible and accessible learning experiences, these courses empower students to engage in

meaningful research and contribute to the advancement of knowledge in their respective fields.

By providing students with research competencies, educational institutions prepare them for the demands of the professional world and enhance their competitiveness across various industries. Lifelong learning is important. Learning is a lifelong journey, and research skills are necessary for continuous growth and development. In an era of rapid technological advancement and information overload, people need to have the ability to critically evaluate information, discern credible sources, and adapt to new knowledge. By fostering the development of research competencies, educational institutions empower students to become self-directed learners who can independently explore new topics, pursue their interests, and stay informed in an ever-changing world.

### *References*

1. Complex training session, спец. 011, 2 семестр  
<https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=10770>
2. Kang, Q., Ryblova, A. N. Extracurricular individualization of research activities of foreign master's students: tutor support through library information resources. *Science for Education Today*. 2020. № 2. P.7–21.
3. Management of educational activity, (specialty 011 – Educational, pedagogical sciences, Educational program - Pedagogy and Administration; 073 – Management, Educational Program – School Management), 1 semester.  
<https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=10568>
4. Методологія та логіка педагогічних досліджень, 1 семестр,  
<https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=10536>
5. Павлюк Р.О. Інформаційні засоби комунікації у віртуально-навчальному педагогічному середовищі [Електронний ресурс] / Р.О. Павлюк // Молодий вчений. 2014. №1 (04). С. 102-105. Режим доступу :  
[http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2014/1\\_04\\_2014.pdf](http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2014/1_04_2014.pdf).
6. Pedagogical Counselling, (specialty 011 – Educational, pedagogical science, Educational program - Pedagogy and Administration), 1 semester,  
<https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=10306>
7. Pedagogical Counselling, (specialty 011 – Educational, pedagogical science, Educational program - Pedagogy and Administration), 2 semester  
<https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=10980>
8. Sladkykh I., Zorkot W. Generative teaching academic courses. *Information technologies: science, engineering, technology, education, health*: May 8-15, 2016, Kharkiv, Ukraine, NTU “KhPI”: Pr., Vol. IV, P. 366.

## **ПЕРЕВАГИ КЕЙС-МЕТОДУ В ПРОЦЕСІ ОНЛАЙН НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ**

*Доцент, канд. мед. наук О.Л. Старжинська  
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова  
м. Вінниця, Україна*

### **Вступ**

Медична освіта традиційно спиралася на лекції, практичний клінічний досвід та проблемно-орієнтоване навчання. Однак, інтеграція онлайн платформ запровадила нові методології навчання, однією з яких є кейс-метод. Цей педагогічний підхід передбачає подання студентам складних, реальних медичних випадків для аналізу, обговорення та розв'язання. Кейс-метод сприяє глибшому розумінню медичних концепцій, заохочує колаборативне навчання та розвиває необхідні навички для клінічної практики. У статті досліджуємо переваги впровадження кейс-методу в онлайн медичній освіті, спираючись на останні дослідження та освітні технології. Аналіз охоплює різні аспекти, включаючи залучення студентів, утримання знань, застосування теоретичних знань та розвиток критичного мислення, навичок розв'язання проблем.

Розглянемо можливі напрямки, які вдалося виділити як бенефіти кейс-методу у рамках дистанційного навчання.

### **Формування критичного та клінічного мислення**

Однією з основних переваг кейс-методу є його здатність підвищувати критичне мислення та формувати навички клінічного мислення. У традиційних лекціях студенти часто пасивно отримують інформацію, що може не ефективно перетворюватися на реальну медичну практику. Кейс-метод вимагає активної участі, змушуючи студентів критично мислити про кожен представлений сценарій. Дослідження показали, що студенти, які залучені до кейс-методики навчання, демонструють покращену точність діагностики та навички прийняття клінічних рішень. Наприклад, дослідження Zeng та ін. (2024) виявило, що студенти-медики, які проходили обговорення у рамках розв'язання конкретного кейсу, краще визначали диференційні діагнози та обґрунтовували свої клінічні рішення порівняно з тими, хто лише відвідував традиційні лекції [7].

### **Сприяння активному навчанню та залученню**

Інтерактивний характер кейс-методу сприяє активному навчанню, що є важливим для утримання знань та їх застосування. Онлайн платформи надають різні інтерактивні інструменти, такі як дошки обговорень, віртуальні кімнати для групової роботи та інші мультимедійні ресурси, що можуть бути ефективно використані для проведення кейс-методичних сесій. Так дослідження George та ін. (2019) продемонструвало, що студенти-медики, які брали участь в онлайн обговореннях кейсів, повідомляли про вищий рівень залученості та задоволення від свого навчального досвіду [4]. Виявили, що асинхронний характер онлайн платформ дозволяє студентам розмірковувати



над кейсами, брати участь в обговореннях у власному темпі та повторно переглядати матеріали за потреби, тим самим підвищуючи їх розуміння та утримання медичних знань.

### **Сприяння колаборативному навчанню**

Медична практика є за своєю суттю колаборативною, вимагаючи ефективної комунікації та командної роботи. Кейс-метод заохочує колаборативне навчання, залучаючи студентів до групових обговорень та розв'язання проблем. У онлайн-середовищі такі інструменти, як спільні документи, віртуальні платформи для зустрічей та форуми обговорень, можуть бути використані для полегшення групової роботи. Burgess та ін. (2021) встановили, що застосування кейс-методу в онлайн навчанні значно покращило комунікаційні навички студентів та їх здатність ефективно працювати в командах [1]. Дослідники також зазначають, що різноманітність перспектив, представлених однолітками в онлайн-середовищі, збагатила навчальний досвід та сприяла більш повному розумінню медичних кейсів.

### **Переборення розриву між теорією та практикою**

Кейс-метод ефективно переборює розрив між теоретичними знаннями та клінічною практикою. Аналізуючи реальні кейси, студенти вчаться застосовувати теоретичні концепції в практичних сценаріях, готуючи їх до реальних медичних ситуацій. Згідно з оглядом Donkin та ін. (2023), студенти-медики, які брали участь в онлайн кейс-методичному навчанні, були більш здатними застосовувати свої теоретичні знання у клінічній практиці [2]. Огляд підкреслює, що ітеративний процес аналізу кейсів, отримання зворотного зв'язку та вдосконалення розуміння допомагає студентам інтерналізувати медичні концепції та покращувати свої практичні навички.

### **Гнучкість та доступність**

Онлайн освіта пропонує гнучкість та доступність, дозволяючи студентам брати участь у навчальних заходах незалежно від їх географічного розташування. Це є особливою перевагою для кейс-методу, оскільки дозволяє студентам отримувати доступ до різноманітних кейсів та перспектив з різних куточків світу. Опитування Schlenz та ін. (2023) показало, що студенти-медики цінують гнучкість онлайн кейс-методичного навчання, що дозволяє їм поєднувати навчання з іншими видами діяльності [6]. Дослідження також зазначило, що доступність онлайн платформ дозволила студентам взаємодіяти з більшою різноманітністю кейсів та ресурсів, збагачуючи їх навчальний досвід.

Яким чином можна ефективніше застосовувати кейс-метод у програми навчання студентів медиків? Розглянемо можливі стратегії та важливі аспекти впровадження кейс-методу, особливо в умовах онлайн-навчання.

### **Розробка ефективних кейсів**

Успіх кейс-методу значною мірою залежить від дизайну самих кейсів. Ефективні кейси повинні бути складними, актуальними та такими, що

представляють реальні медичні сценарії. Вони повинні кидати виклик студентам, змушуючи їх критично мислити, застосовувати свої знання та співпрацювати з однолітками. В онлайн-середовищі можна впроваджувати мультимедійні елементи, такі як відео, інтерактивні симуляції та цифрові медичні записи, щоб підвищити реалізм та залучення до кейсів. Крім того, кейси повинні бути розроблені так, щоб мати чіткі цілі та інструкції для студентів, що сприятиме продуктивному обговоренню та рефлексії.

### **Використання технологій**

Інтеграція технологій є ключовою для успішного впровадження кейс-методу в онлайн-навчання. Системи управління навчанням, такі як Moodle та Canvas, можуть бути використані для організації та проведення кейсів, сприяння обговоренням та відстеження прогресу студентів [3]. Віртуальні платформи для зустрічей, такі як Zoom та Microsoft Teams, можуть бути використані для синхронних обговорень кейсів та групових заходів. Крім того, цифрові інструменти зі спільним доступом до документів (наприклад, Google Docs), онлайн форуми та програмне забезпечення для симуляцій, можуть підвищити інтерактивні та колаборативні аспекти кейс-методу. Ці інструменти дозволяють студентам працювати разом, ділитися ідеями та отримувати зворотний зв'язок у режимі реального часу.

### **Надання підтримки та керівництва**

Підтримка та керівництво з боку викладачів є необхідними для ефективного впровадження кейс-методу. Викладачі повинні сприяти обговоренням, надавати своєчасний зворотний зв'язок та керувати студентами у процесах аналізу та розв'язання проблем. Це можна досягти через регулярні віртуальні години консультацій, участь у форумах обговорень та надання додаткових ресурсів та літератури. Lee та ін. (2024) підкреслюють важливість присутності викладачів у онлайн кейс-методичному навчанні, ґрунтуючись на власному досвіді [5]. Їх дослідження виявило, що студенти, які отримували регулярний зворотний зв'язок та підтримку від викладачів, були більш залученими та демонстрували кращі навчальні результати порівняно з тими, хто не отримував такої підтримки.

### **Оцінка результатів студентів**

Оцінка є критичним компонентом кейс-методу, надаючи студентам зворотний зв'язок про їхні результати та вказує на області необхідного вдосконалення. В онлайн-середовищі можна використовувати різні методи оцінки, включаючи письмові звіти, групові презентації та оцінювання однолітками. Формальні способи оцінки, такі як тести чи завдання з стандартизованими відповідями, можуть бути використані для моніторингу прогресу студентів та надання постійного зворотного зв'язку. Сумативні оцінки, такі як фінальний аналіз кейсів та іспити, можуть бути використані для оцінювання загального розуміння та вміння застосовувати медичні концепції.

## **Виклики дистанційного навчання**

Хоча технології пропонують численні переваги застосування кейс-методу, сама процедура онлайн навчання має очевидні та неочевидні труднощі. Варто відзначити ряд можливих технічних проблем, які можуть ускладнювати навчальний процес: доступність підключення, сумісність програмного забезпечення, недостатня цифрова грамотність учасників процесу. Для вирішення цих викликів заклади повинні надавати технічну підтримку та можливості навчання як для студентів, так і для викладачів. Крім того, вибір зручних платформ та забезпечення доступу до надійного інтернет-з'єднання можуть допомогти пом'якшити ці проблеми. Підтримання залучення студентів в онлайн-середовищі може бути складним завданням. Без фізичної присутності викладачів та однолітків студенти можуть почуватися ізольованими та менш мотивованими до участі.

Для підвищення залучення викладачі повинні створювати підтримуюче та інтерактивне онлайн-навчальне співтовариство. Це можна досягти через регулярну комунікацію, інтерактивні заходи та використання мультимедійних ресурсів. Заохочення взаємодії та співпраці однолітків через групові проекти та форуми обговорень також може допомогти підтримувати залучення. Кейс-метод у цьому аспекті є оптимальним та виграшним способом і навчання, і взаємодії студентів. Надання своєчасного та ефективного зворотного зв'язку в онлайн-середовищі може бути складним завданням, особливо з великими групами студентів. Без регулярної особистої взаємодії студенти можуть не отримувати негайний зворотний зв'язок та рекомендації, які є критичними для їх навчання.

Для вирішення цього виклику у медичній освіті викладачі можуть використовувати формалізовані короткі кейси на один симптом/синдром чи спосіб обстеження/лікування у вигляді автоматизованих тестів та платформи для оцінювання однолітками, щоб надавати негайний зворотний зв'язок. Крім того, регулярні віртуальні години консультацій та форуми обговорень розгорнутих кейсів можуть надати студентам можливості для отримання роз'яснень та персоналізованого зворотного зв'язку.

### ***Висновок***

Отже, кейс-метод пропонує значні переваги для онлайн медичної освіти, включаючи підвищення критичного мислення та навичок клінічного мислення, сприяння активному навчанню та залученню, сприяння колаборативному навчанню та переборення розриву між теорією та практикою. Використовуючи технології та впроваджуючи ефективні стратегії, викладачі можуть оптимізувати кейс-метод для надання багатого та інтерактивного навчального досвіду для студентів-медиків. Інтеграція кейс-методу в медичну освіту, особливо у разі дистанційного формату, не тільки готує студентів до реальної клінічної практики, але й сприяє розвитку необхідних навичок, таких як комунікація, та командна робота. Кейс-метод має великий потенціал для формування майбутнього медичної освіти, забезпечуючи гідну підготовку студентів до викликів сучасного світу.

### *Посилання*

1. Burgess A, Matar E, Roberts C, Haq I, Wynter L, Singer J, Kalman E, Bleasel J. Scaffolding medical student knowledge and skills: team-based learning (TBL) and case-based learning (CBL). *BMC Med Educ.* 2021 Apr 26;21(1):238. doi: 10.1186/s12909-021-02638-3.
2. Donkin R, Yule H, Fyfe T. Online case-based learning in medical education: a scoping review. *BMC Med Educ.* 2023 Aug 9;23(1):564. doi: 10.1186/s12909-023-04520-w.
3. Gasim MS, Ibrahim MH, Abushama WA, Hamed IM, Ali IA. Medical students' perceptions towards implementing case-based learning in the clinical teaching and clerkship training. *BMC Med Educ.* 2024 Feb 27;24(1):200. doi: 10.1186/s12909-024-05183-x.
4. George PP, Zhabenko O, Kyaw BM, Antoniou P, Posadzki P, Saxena N, Semwal M, Tudor Car L, Zary N, Lockwood C, Car J. Online Digital Education for Postregistration Training of Medical Doctors: Systematic Review by the Digital Health Education Collaboration. *J Med Internet Res.* 2019 Feb 25;21(2):e13269. doi: 10.2196/13269.
5. Lee M, An SY, Ihm J. Dental Students' Satisfaction With Web-Based Learning During the Initial Phase of the COVID-19 Pandemic: Mixed Methods Study. *J Med Internet Res.* 2024 Mar 8;26:e50278. doi: 10.2196/50278.
6. Schlenz MA, Wöstmann B, Krämer N, Schulz-Weidner N. Update of students' and lecturers' perspectives on online learning in dental education after a five-semester experience due to the SARS-CoV-2 (COVID-19) pandemic: insights for future curriculum reform. *BMC Med Educ.* 2023 Aug 8;23(1):556. doi: 10.1186/s12909-023-04544-2.
7. Zeng N, Lu H, Li S, Yang Q, Liu F, Pan H, Yan S. Application of the combination of CBL teaching method and SEGUE framework to improve the doctor-patient communication skills of resident physicians in otolaryngology department. *BMC Med Educ.* 2024 Feb 27;24(1):201. doi: 10.1186/s12909-024-05185-9.

## **ПРО ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ УНІВЕРСИТЕТУ**

**(на прикладі викладання дисциплін «Основи металургії»,  
«Основи обробки металів» та «Основи наукових досліджень»)**

*Зав. каф., канд. техн. наук, доц. Ю.О. Ступак*

**Кафедра теорії, технології та автоматизації металургійних процесів НФ УДУНТ  
Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)  
Дніпро, Україна**

Освітній процес сьогодні не можна уявити без використання інформаційних технологій – сучасне прикладне програмне забезпечення, пошукові інструменти Google та подібні, потужні мовні моделі (системи штучного інтелекту на кшталт ChatGPT), бази даних наукової та патентної

інформації тощо. В умовах, що склалися в Україні після повномасштабного вторгнення 24 лютого 2022 р., інформаційні технології для учасників освітнього процесу набули значення, подібного значенню критичної інфраструктури в економіці.

Досвід викладання автора на освітній програмі «Металургія» (перший бакалаврський рівень) «Основ металургії», «Основ обробки металів», «Основ наукових досліджень» та деяких інших компонент ОП спонукає до обговорення декількох проблем, що стосуються інформаційного забезпечення навчального процесу, а саме:

- забезпечення підручниками, навчальними посібниками та довідниками з фахових дисциплін, виданих державною мовою;
- доступ до наукових фахових публікацій та баз патентної інформації з різних галузей знань та спеціальностей;
- використання навчальних відеофільмів з металургії, виготовлених до 1991 р. професійними студіями (але не українською мовою) та сучасних відеоматеріалів навчального призначення.

Основною проблемою, що стосується забезпечення технічними виданнями, є недостатня кількість підручників, навчальних посібників тощо з фахових дисциплін, виданих державною мовою. З багатьох напрямів (галузей), таких як загальна металургія, підготовка металургійної сировини, коксохімічне, доменне та сталеплавильне виробництва, виробництво феросплавів, технології обробки металів та ін. кількість якісних сучасних видань державною мовою є вкрай обмеженою. Ще гіршою є ситуація з навчальними відеофільмами з металургії та суміжних технологій і виробництв – навчальні фільми з українським звуковим та/або текстовим супроводом (субтитрами) практично відсутні. Що стосується доступу до наукових фахових публікацій та баз патентної інформації з різних галузей знань і сфер діяльності – тут ситуація дещо краща, якщо мати на увазі використання не тільки (а часто – і не стільки) національних ресурсів [1, 2], але загальновідомих ресурсів світового рівня (Scopus, WoS, Research Gate, Espace net, USPTO та ін.). Але про все по порядку.

Чинною редакцією Конституції України (стаття 10) закріплено, що державною мовою в Україні є українська мова. В тій же статті записано, що «...В Україні гарантується вільний розвиток, використання і захист російської, інших мов національних меншин України» [3]. В розділі V Закону України «Про забезпечення функціонування української мови як державної» уточнені окремі аспекти застосування української мови як державної в публічних сферах, зокрема у сфері освіти (стаття 21), сфері науки (стаття 22), сфері у сфері книговидання та книгорозповсюдження (стаття 26) та інших [4]. Статтею 26 у чинній редакції забороняється після 1 січня 2023 року видання та розповсюдження в Україні книжкових видань, що видані іншою мовою, ніж державною, офіційними мовами Європейського Союзу, та/або мовами корінних народів України. Нарешті, у листі МОН України керівникам закладів освіти від 27.10.2023 р. зазначається, що «...під час організації

освітнього процесу незалежно від його форми ... необхідно використовувати навчальні матеріали, виготовлені державною мовою ...» [5].

Остання рекомендація є цілком слушною та зрозумілою, але її виконання є нелегким завданням через обставини, на які вже вказувалося на початку доповіді. Шляхами поступового вирішення проблеми можуть бути такі:

- сприяння держави та університетів роботі провідних вчених університетів на наукових установах над створенням нових підручників та навчальних посібників українською мовою, особливо з напямів, де вони відсутні або недостатні;

- створення державою та університетами умов, що стимулюють роботу провідних вчених університетів на наукових установах з перекладу державною мовою іншомовних навчальних та довідкових технічних видань з дотриманням вимог чинного законодавства з авторських та суміжних прав.

Основні рекомендації щодо створення та використання відео навчального призначення, сформульовані автором на підставі проведених досліджень та власного досвіду відеозйомки в умовах виробництва, наведені у роботах [6-8]. Але ж узагальнюючи слід зазначити, що навчальне відео в сучасних реаліях (он-лайн навчання, відсутність повноцінних практик на підприємствах, ускладнена досяжність або відсутність можливості побачити окремі елементи технологій та агрегатів на діючому виробництві) є доволі потужним дидактичним засобом, що має високий навчальний потенціал і повинний виготовлятися та використовуватися в навчальному процесі. Варто також зазначити, що для виготовлення відеофільмів навчального призначення можуть використовуватися поширені та доступні (безкоштовні) програмні й технічні засоби, але виготовлення *якісного* навчального відео потребує спеціалізованого програмно-технічного забезпечення та відповідного досвіду. Розповсюджене судження, про те, що «створити навчальне відео може кожний» має певну рацію, але слід його доповнити словами «...хто має певний досвід або пройшов відповідне навчання». Саме це і є головною рекомендацією щодо навчальних відеоматеріалів державною мовою:

- державою та університетами повинні бути створені умови, що стимулюють роботу провідних вчених університетів на наукових установах з виготовлення або перекладу (принаймні шляхом додавання субтитрів) державною мовою іншомовних навчальних фільмів з дотриманням вимог чинного законодавства щодо авторських та суміжних прав.

Нарешті про доступ до наукових фахових публікацій та баз патентної інформації. Реєстр наукових видань України [1] на сьогодні містить відомості про понад 2000 журналів, збірників, вісників та інших періодичних видань, які більш-менш регулярно видаються їх засновниками та/або власниками. З названої кількості понад 150 найменувань віднесені до категорії «А» (індексуються у Scopus та/або WoS), та понад 1500 – до категорії «В» (не індексуються у Scopus чи WoS, але є фаховими). Реєстр є доволі зручним у користуванні, має корисні фільтри та інструменти для пошуку необхідних

видань за галузями науки та спеціальностями. Але попри здавалося б величезну кількість видань в цьому реєстрі, з окремих галузей та спеціальностей кількість видань може складати всього декілька одиниць. Так, наприклад, видань категорії «А» зі спеціальності 136 Металургія після застосування відповідних фільтрів в названому реєстрі знайшлося аж... 4 штуки (рис. 1).

**IAC "Українська наукова періодика"**  
Реєстр наукових видань України

ЛОГІН РЕЄСТРАЦІЯ

Головна Пошук Довідка користувача Контакти

Назва, або транслітерована назва, або ISSN у форматі \*\*\*\*-\*\*\*\*

Пошук розширений пошук Назва 10

Категорія видання	Енерготехнології та ресурсозбереження
Вид видання	ISSN: друковане - 2413-7723 електронне - 2664-3561
Засновник	Галузь науки: технічні (17.03.2020)
Галузь науки	Спеціальність: 105 (17.03.2020) 144 (17.03.2020) 136 (17.03.2020)
Спеціальність	Категорія: А
Мова видання	Металофізика та новітні технології
Тип видання	ISSN: друковане - 1024-1809 електронне - 2617-1511
	Галузь науки: технічні (28.12.2019) фізико-математичні (28.12.2019)
	Спеціальність: 104 (28.12.2019) 105 (28.12.2019) 132 (28.12.2019) 136 (28.12.2019)
	Категорія: А
	Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології
	ISSN: друковане - 1816-5230 електронне - 2617-3794
	Галузь науки: фізико-математичні (17.03.2020) технічні (02.07.2020)
	Спеціальність: 104 (17.03.2020) 105 (17.03.2020) 122 (17.03.2020) 123 (17.03.2020) 132 (17.03.2020) 152 (17.03.2020) 153 (17.03.2020) 101 (02.07.2020) 102 (02.07.2020) 136 (02.07.2020) 161 (02.07.2020) 162 (02.07.2020) 163 (02.07.2020) 171 (02.07.2020) 183 (02.07.2020)
	Категорія: А
	Східно-європейський журнал передових технологій
	ISSN: друковане - 1729-3774 електронне - 1729-4061
	Галузь науки: технічні (11.07.2019) фізико-математичні (26.11.2020) економічні (29.06.2021)
	Спеціальність: 31 (15.03.2019) 132 (15.03.2019) 133 (15.03.2019) 101 (07.05.2019) 113 (07.05.2019) 121 (07.05.2019) 122 (07.05.2019)

Видання категорії 'B' - не фахові від 13.03.2020

Отримати DOI від офіційного представника Crossref в Україні

**Рис. 1. Видання категорії «А», де можуть бути надруковані статті зі спеціальності 136 Металургія (реєстр наукових видань України [1], станом на 01.06.2024)**

До речі, до категорії «А» в реєстрі українських наукових видань, поки що не належить жоден з «чисто металургійних» журналів (ті, де спеціальність 136 є основною). Хоча в цілому, разом з категорією «В», видань, де можуть бути надруковані статті з металургії, в реєстрі налічується понад 20. Тут слід зазначити, що виконання повноцінних оглядів наукових досліджень з тих чи інших напрямів (спеціальностей) неможливе без використання Scopus та WoS, в яких кількість наукових журналів, що проіндексовані, складає 24 000 та 12 000 відповідно. На превеликий жаль, найбільш рейтингові видання світового рівня з більшості наукових напрямів та спеціальностей, що індексують утримувачі зазначених баз, мають платний доступ, що суттєво обмежує можливості дослідників та здобувачів освіти з України.

Слід також констатувати, що на відміну від провідних університетів світу, українські виші практично не мають фінансових можливостей оформлювати підписку на платні наукові видання для своїх викладачів, науковців та студентів, а ті не часті «акції» від власників/розпорядників Scopus та WoS з наданням безкоштовного (як правило обмеженого) доступу до наукових видань названої проблеми не вирішують. Поки що для переважної більшості користувачів з України можливий лише перегляд



стислих анотацій статей. Стислих на стільки, щоб можна було здогадуватися про що йдеться в публікації, але не більше.

При вивченні «Основ наукових досліджень» та «Основ науково-технічної творчості» здобувачі освіти повинні ознайомитися з усіма можливостями щодо пошуку науково-технічної інформації (наукові статті, монографії, підручники, наукові доповіді та звіти, патенти та заявки на винаходи тощо) і опанувати основні прийоми, що дозволяють зробити якісний огляд на потрібну тему. Це можливо і є досяжним. Але якщо йдеться про виконання професійного літературного огляду з тієї чи іншої теми, - завдання в українських реаліях є майже нездійсненим. Вирішення цієї проблеми (як варіант) можливе через співпрацю українських вишів з «багатими» університетами провідних країн світу, отримання крупних грантів на проведення наукових досліджень та підписку на доступ до найбільш важливих наукових видань. Такі приклади вже є, але поодинокі і такі, що поки не можуть вважатися навіть стійкою тенденцією.

На завершення слід зауважити, що вступ України до Європейського Союзу сам по собі названих проблем не вирішить. Надії на щедre фінансування інформаційної складової навчального процесу у вишах з боку держави є доволі примарними та на даному етапі не здійсненими. Вирішення названих проблем полягає у розширенні співпраці з провідними університетами Європи та світу, у персональній науковій активності українських науковців та викладачів й ефективній науковій і маркетинговій роботі університетів задля залучення фінансування як наукових досліджень, так і навчального процесу з підготовки конкурентоспроможних фахівців, що будуть затребувані на ринку.

### *Посилання*

1. Реєстр наукових видань України. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/> (дата звернення 01.06.2024).
2. Спеціалізована БД «Винаходи та корисні моделі в Україні». URL: <https://base.uipv.org/searchINV/> (дата звернення 01.06.2024).
3. Конституція України (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1996, № 30, ст. 141) // Законодавчий портал Верховної ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення 01.06.2024).
4. Закон України «Про забезпечення функціонування української мови як державної» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2019, № 21, ст.81) // Законодавчий портал Верховної ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2704-19/conv#n149> (дата звернення 01.06.2024).
5. Про застосування державної мови у сфері освіти. Лист МОН України від 27.10.2023 №1/16742-23 // Офіційний сайт МОН України. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zastosuvannya-derzhavnoyi-movi-u-sferi-osviti> (дата звернення 01.06.2024).
6. 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.
7. Ступак Ю.О. Особливості використання навчального відео в умовах дистанційного навчання з використанням сервісу ZOOM (на прикладі дисциплін «Основи металургії» та «Основи обробки металів») / В мат-лах XVII Міжнар. конф. "Стратегія якості в промисловості і освіті" (05 - 08 червня, 2023, Варна, Болгарія). – Дніпро: Журфонд, 2023. – С. 307-313.
8. Ступак Ю.О. Навчальні відеоматеріали як ефективний засіб у підготовці та підвищенні кваліфікації фахівців з металургії / Мат-ли XIX Міжнар. наук.-практ. конф. «Литво. Металургія. 2023» (10-12 жовтня 2023 р., м. Харків - м. Київ) / Під заг. ред. д.т.н., проф. Пономаренко О.І. – Харків, НТУ «ХП». – С. 407-410. DOI: <https://doi.org/10.15407/foundry-metallurgy-2023>

## **КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ЗАХИСТУ ПРАВ ДІТЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

*Канд. пед. наук, доцент Тетяна Яковичина  
Рівненський державний гуманітарний університет  
м. Рівне, Україна*

Діти з обмеженими функціональними можливостями (ОФМ) є надзвичайно вразливою групою в суспільстві, яка потребує особливої уваги та захисту. Україна, як і багато інших країн, стикається з численними проблемами у забезпеченні повноцінного захисту прав цих дітей. Незважаючи на певний прогрес у цьому напрямку, існують серйозні виклики, що потребують негайного вирішення.

У світі існує все більше уваги приділяється захисту прав дітей з обмеженими функціональними можливостями, і це дозволяє спостерігати певний прогрес у забезпеченні їхнього благополуччя та включення в суспільство. Однак, незважаючи на досягнення, існують і значні виклики, які потребують уваги та негайного вирішення.

Однією з ключових складових ефективного захисту дітей з ОФМ є доступ до якісних медичних послуг та реабілітаційних програм. Багато країн вже приділяють значну увагу розвитку інфраструктури в цій сфері, але все ще існують проблеми з доступністю та фінансуванням цих послуг, особливо в розвинених країнах. Крім того, нерідко відсутня координація між різними

службами та органами у сфері охорони здоров'я, що ускладнює надання комплексної допомоги дітям з ОФМ.

Ще одним важливим аспектом є доступ до якісної освіти. Багато країн приймають законодавчі акти та розвивають програми інклюзивної освіти, спрямовані на забезпечення доступу до навчання для всіх дітей, незалежно від їхніх функціональних можливостей. Однак, реалізація цих програм зустрічає великий опір у деяких суспільствах через відсутність усвідомлення важливості інклюзивної освіти та недостатнє фінансування.

Додатковим викликом є боротьба зі стигматизацією та дискримінацією. Незважаючи на певний прогрес у цьому напрямку, багато дітей з ОФМ ще зазнають негативного ставлення та обмеження у різних сферах життя. Це може включати в себе відмову в прийнятті на роботу, обмеження доступу до громадських послуг або навіть фізичне насильство.

Для подолання цих викликів потрібен комплексний підхід, який би враховував індивідуальні потреби кожної дитини з ОФМ. Це включає в себе не лише удосконалення законодавства та політик у цій сфері, але й підвищення громадської свідомості, розвиток професійної підготовки педагогів та медичного персоналу, а також активну підтримку розвитку інклюзивних середовищ.

Загалом, захист прав дітей з ОФМ за кордоном є складною, але надзвичайно важливою справою. Лише завдяки спільним зусиллям уряду, громадськості, міжнародних організацій та громадянського суспільства можна забезпечити повноцінне життя та розвиток для цієї вразливої групи дітей.

Однією з найбільших проблем є доступ до освіти. Навчання для дітей з ОФМ у багатьох випадках залишається недоступним через відсутність інклюзивних закладів освіти або невідповідне обладнання і програми. Часто заклади освіти не обладнані підйомними механізмами, пандусами, широкими дверима або іншими зручностями, які б дозволили дітям з ОФМ вільно пересуватися та отримувати доступ до освітнього процесу. Брак кваліфікованих педагогічних кадрів, які б мали досвід роботи з цією категорією дітей, також ускладнює ситуацію [1].

Ще однією серйозною проблемою є соціальна ізоляція та дискримінація. Діти з ОФМ часто стикаються з утиском з боку суспільства, що може призвести до формування у них комплексів та психологічних проблем. Бездіяльність влади у цьому питанні може призвести до збільшення випадків насильства та зловживань над цією вразливою групою.

Необхідною умовою для вирішення цих проблем є комплексний підхід до захисту прав дітей з ОФМ. Важливо розробити та впровадити спеціалізовані програми освіти, які б враховували потреби цієї категорії дітей. Це включає в себе як фізичні зручності закладів освіти, так і підготовку вчителів та педагогів до роботи з ОФМ [1].

Далі, потрібно активізувати кампанії щодо підвищення громадської свідомості про проблеми дітей з ОФМ та боротьби зі стереотипами. Лише через відкрите обговорення та підтримку громадськості можна досягти повноцінного включення цих дітей в суспільне життя.

Нарешті, важливо забезпечити ефективний механізм правового захисту дітей з ОФМ. Це включає в себе не лише прийняття відповідних законодавчих актів, але й їх реалізацію та контроль за їх виконанням.

Україна має потенціал для покращення ситуації щодо захисту прав дітей з обмеженими функціональними можливостями. Однак це вимагає спільних зусиль уряду, громадськості та міжнародних партнерів для реалізації конкретних заходів та програм, спрямованих на створення дійсно безбар'єрного та інклюзивного суспільства. Тільки таким чином можна забезпечити кожній дитині, незалежно від її фізичних можливостей, право на щасливе та повноцінне життя.

За роки незалежності України проблемі захисту дітей з обмеженими функціональними можливостями приділяється все більше уваги. Поштовхом цього процесу слугував Закон України від 16 листопада 2000 року «Про державну соціальну допомогу інвалідам з дитинства та дітям-інвалідам», де вперше порушене питання про необхідність пошуку шляхів і механізмів поліпшення життя таких дітей та створення умов для їхньої інтеграції в суспільство [1].

Певним стимулом в активізації соціально-реабілітаційної роботи з дітьми-інвалідами став Указ Президента України від 2 грудня 2002 року «Про додаткові заходи щодо посилення соціального захисту інвалідів та проведення в Україні у 2003 році Року людей з інвалідністю», на який відгукнулися обласні і міські державні адміністрації, соціальні служби для молоді.

Затвердження цих документів ґрунтується на ідеї з Конвенції ООН про права дитини, де статтею 23 визначається право дитини з інвалідністю вести повноцінне життя в умовах, які забезпечують її гідність, сприяють впевненості у собі, а також право дитини на особливе піклування, доступ до освіти, відновлення здоров'я, соціального, культурного і духовного життя [2].

Ці аспекти знайшли також відображення у Національній програмі «Діти України», в якій рання реабілітація дітей з інвалідністю розглядається як проблема національного значення, що потребує першочергового розв'язання.

І якщо до 90-х років соціальна політика щодо дітей з інвалідністю мала в основному компенсаційний характер, то сьогодні створення реабілітаційних центрів передбачає адаптацію дітей і молодих інвалідів до соціуму, а життєвого середовища – до інтересів та потреб дітей з інвалідністю.

Соціальна реабілітація дітей з обмеженими функціональними можливостями (ОФМ) є важливим аспектом створення справедливого та

інклюзивного суспільства. Ця система передбачає комплекс заходів, спрямованих на забезпечення повноцінного включення дітей з ОФМ у різні аспекти життя, включаючи освіту, здоров'я, соціальну адаптацію та трудову зайнятість. Успішна реалізація цієї системи вимагає відповідності певним принципам та вирішення численних викликів.

Один із ключових принципів системи соціальної реабілітації дітей з ОФМ – це інклюзивний підхід. Це означає створення умов, що дозволяють дітям з ОФМ брати участь у житті суспільства разом зі своїми здоровими ровесниками, включає в себе розвиток інклюзивної освіти, адаптацію громадських просторів та культурних заходів, а також створення можливостей для участі у спортивних та розважальних заходах.

Ще одним важливим аспектом є індивідуалізація підходу до кожної дитини з ОФМ. Кожна дитина має унікальні потреби та здібності, тому важливо створити індивідуальні програми реабілітації, які б враховували їхні особливості та потреби. Це може включати в себе різноманітні форми терапії, навчання навичкам самообслуговування, підтримку психологічного та емоційного розвитку.

Однак система соціальної реабілітації дітей з ОФМ в Україні зіштовхується з численними викликами. Недостатнє фінансування, відсутність кваліфікованих кадрів, недоступність спеціалізованих послуг та обмежений доступ до інфраструктури – це лише деякі з проблем, які ускладнюють реалізацію цієї системи. Боротьба зі стигматизацією та дискримінацією також залишається актуальною задачею.

**Висновки.** Для подолання цих викликів необхідні спільні зусилля уряду, громадськості та міжнародних організацій. Важливо забезпечити адекватне фінансування програм соціальної реабілітації, підвищити кваліфікацію фахівців у цій галузі, розвивати інфраструктуру та створювати інклюзивне середовище, де кожна дитина з ОФМ може розвиватися та здійснювати свої потенційні можливості.

Отже, успішна система соціальної реабілітації дітей з ОФМ є важливим елементом будівництва справедливого та інклюзивного суспільства, де кожна дитина має можливість жити достойно та реалізовувати свої потенційні можливості.

### ***Посилання***

1. Дитинство в Україні: права, гарантії, захист (збірник документів). В 2 т. / Упорядники В. Довженко, Л. Волинець, І. Іванова та ін. Київ: АТ Видавництво «Столиця», 1998.
2. Конвенція про права дитини. Київ: Українська правнича фундація, 1995. 31 с.

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 ПРОМИШЛЕННОСТТА 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, Украина)

## **COMPLEX DETECTION OF A NEGATIVE FACTOR BY THE AIR SPACE MONITORING SYSTEM**

*Doct. of sc. in math. and physics, Prof. O.V. Azarenko*  
***Research Laboratory and Experimental Center “BRAND TRADE”, Kharkiv,  
Ukraine***

*Doct. of sc. in math. and physics, Prof. M.M. Diviziniuk*  
*PhD in technical sc., acting academic secretar O.V. Farrakhov*  
*Junior researcher A.V. Sidelov, Junior researcher, Y.B. Krasnov*  
***Center for Information-analytical and Technical Support of Nuclear Power  
Facilities Monitoring of the National Academy of Sciences of Ukraine  
Kyiv, Ukraine***

Various subsystems of ambient lighting monitoring are used during solving the tasks of preventing emergency situations of a terrorist nature at critical infrastructure facilities (CIF). These subsystems provide control over the airspace and surface around the protected objects. Such subsystems include video cameras in the visible and infrared ranges, directional microphones and radar stations. They are called radio electronic means (REM) [1,2].

Experience of security ensuring of CIF and other strategic objects shows that the most dangerous means of shock terrorist impact are unmanned aerial vehicles (UAVs) [3]. Process of UAV detecting by lighting monitoring system or another negative factor of danger is an information process. It is usually divided into five stages [4]. These are detection of targets, measurement of coordinates, determination of movement parameters, identification of targets and recognition of the targets action.

One of the criteria for detecting danger by the monitoring system is selection of threshold number of confidently accepted reflections for a certain value of the produced radiation. For example, choosing a threshold criterion - three out of three (3/3). This may mean that with three elements of space scanning (for example, three rotations of the radar antenna), three reflections from the detected target will be recorded on the screens of the radar station (RS). However, long period of time is required to obtain such results. Actually it does not allow timely decision to be made on identifying dangerous target and taking actions to neutralize it.

It is necessary to comprehensively use all subsystems of monitoring the situation to optimize this process. For example, passive acoustic means (directional microphones), passive infrared means (thermal imagers) allow detecting UAVs at distances exceeding the range of radar detection. Therefore, it is possible to issue a target indication to the means of neutralization by one radar mark using the azimuth of acoustic and infrared detection. At the same time, three detections criterion will be implemented.

So, complex detection of negative factor by the monitoring system consists in the simultaneous use of various detection subsystems in one direction.



### *References*

1. Азаренко О.В., Гончаренко Ю.Ю., Дівізінюк М.М., Шевченко О.С., Шевченко Р.І. (2023). Характеристика об'єктів критичної інфраструктури держави (особливості ядерних та інших стратегічних об'єктів). Комунальне господарство міст. Том 1, випуск 175. С.160-168. <https://doi.org/0.33042/2522-1809-2023-1-175-160-168>
2. Azarenko O., Honcharenko Yu., Divizinyuk M., Shevchenko O., Shevchenko R. (2023). Generalization of the characteristics of critical state infrastructure objects. Challenges and threats to critical infrastructure. Collective monograph – NGO Institute for Cyberspace Research (Detroit, Michigan, USA). p.53
3. Азаренко О.В., Гончаренко Ю.Ю., Дівізінюк М.М., Камишенцев Г.В., Фаррахов О.В. (2024). Аналіз деяких аспектів терористичних вплив ударними дронами. Theoretical and empirical scientific research: concept and trends: Collection of scientific papers «ЛОГОΣ» with Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference, Oxford, February 2, 2024. «P.C. Publishing House», United Kingdom. P.128-133. <https://doi.org/10.36074/logos-02.02.2024.024>
4. Diviziniuk M., Farrakhov O., Lysychenko K., Zobenko N., Bas O. (2023). Analysis of Radiation Background and Its Changes as Tool to Prevent Terrorist Emergencies at Critical Infrastructure Objects. In: Zaporozhets A., Popov O. (eds) Systems, Decision and Control in Energy IV. Volume II. Nuclear and Environmental Safety. Studies in Systems, Decision and Control. Vol.456. P.141-155. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-22500-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-031-22500-0_9)

## **ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ВИКОНАННІ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ**

*Проф., докт. техн. наук В.Ф. Балакін, доц., канд. техн. наук І.А. Соловйова,  
ст. викл. Ю.М. Николаєнко, викл. О.О. Ревенко*

*Український державний університет науки і технологій*

*ВСП Нікопольський факультет*

*м. Дніпро, Україна*

**Вступ.** У сучасних умовах інженерна діяльність тісно пов'язана з використанням комп'ютерних систем. Автоматизовані комп'ютерні системи підвищують ефективність, значно змінюють змістовну сторону багатьох етапів будь-яких технологічних процесів, істотно впливають на способи проектування, технологію, вдосконалення та організацію виробництва. Особливо це актуально у сфері застосування систем автоматичного проектування (CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM-підсистем) та, зокрема, комп'ютерного геометричного моделювання [1].

Комп'ютерне моделювання – це сучасний підхід до розв'язання питань, пов'язаних з моделюванням різноманітних об'єктів, процесів, явищ і

складних багаторівневих систем, це новий інструмент пізнання, нові технології проектування у різних галузях науки і техніки.

**Постановка задачі.** Освоїти моделювання як робочий інструмент і розвивати методологію моделювання можна тільки при повному оволодінні прийомами і технологією практичного вирішення задач моделювання на комп'ютері. З цією метою в навчальний план ОПП «Металургія» введені дисципліни, які забезпечують вивчення математики, програмування, обчислювальної техніки, нових інформаційних технологій.

Найпоширенішими та інтегрованими у будь-який процес виробництва є САД-системи, призначені для вирішення конструкторських задач та автоматизації оформлення проектно-конструкторської документації. Сучасні універсальні САД-системи дозволяють виконувати як 2D, так і 3D-геометричне моделювання деталей та збірки, розробляти на основі геометричних моделей повний комплект технічної документації. В даний час існує ряд спеціалізованих програмних САД-продуктів для комп'ютерного геометричного моделювання [2], найпоширенішими є SolidWorks, AutoCAD, Autodesk Inventor, SolidEdge, NX та ін.

3D геометричні моделі є основою розвитку комп'ютерного моделювання у виробництві. Створення та використання геометричних моделей деталей та збірок значно розширює та спрощує діяльність з автоматизації проектно-конструкторських робіт.

У межах навчального процесу комп'ютерне геометричне моделювання використовується під час освоєння прикладних програм, тобто як об'єкт вивчення. Однак при правильному впровадженні підсистем САПР, зокрема зазначених вище САД-систем, для навчання студентів інформаційним технологіям проявляється додатковий «предметний» навчальний ефект від застосування комп'ютерного моделювання, який необхідно розвивати та цілеспрямовано використовувати для розвитку професійних здібностей.

**Результати дослідження.** Безпосереднім прикладом прояву навчального ефекту від застосування систем геометричного моделювання під час навчального процесу є кваліфікаційна робота бакалавра, що має на меті систематизацію, узагальнення та закріплення теоретичних знань, практичних умінь та професійних компетенцій випускника, які дозволяють випускнику вирішувати професійні завдання.

Для наочного подання використання сучасних систем геометричного моделювання у навчальному процесі розглянемо приклад їх застосування під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра (ОПП «Металургія»).

Мета роботи полягає у модернізації технології пілігримової прокатки труб для підвищення якості труб за рахунок нової калібровки валків. Ця калібровка передбачає наявність особливої овальності, яка зменшується від ділянки обтиснення до ділянки полірування, та включає круглу калібрувальну ділянку без овальності.

Технічним результатом від застосування запропонованого введення є наявність деформації кручення, для якої характерний простий зсув, тобто

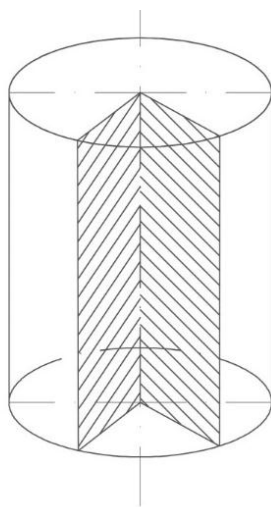
збільшення частки інтенсивної деформації, внаслідок якої відбувається подрібнення зерен, що дозволяє зменшити зусилля прокатки та отримувати більш рівномірну та рівновісну структуру готового металу, з більш високими механічними властивостями. Це дозволяє також збільшити ступінь деформації за прохід.

Для перевірки запропонованої калібровки був проведений ряд експериментів. Модель кліти для експериментів спроектована в програмі Autodesk Inventor, та складається з таких елементів: прокатні валки (2шт), шестерні для синхронізації обертання (2 шт.), з'єднуючі деталі (2 шт.). Модель була надрукована на 3D принтері моделі Makerbot Replicator 2X, точність друкування – 200 мкн, матеріал – пластик PLA. Заготовка представляла собою циліндр, що містить поздовжній кольоровий сегмент для відстеження напрямку руху матеріалу в процесі деформації (рисунок 1). Матеріалом заготовки служив пластилін та модельний матеріал Viva décor Keramo Modellier-Masse. Прокатка проходила без змазки, величина подачі – 2 мм.

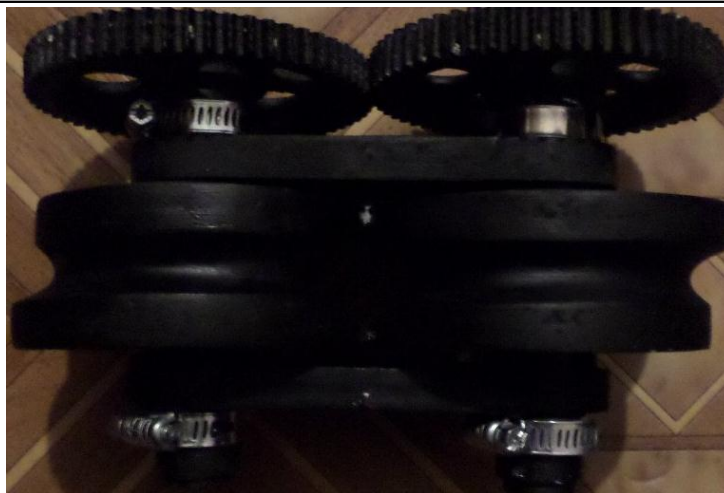
Таке моделювання допомогло краще зрозуміти як буде деформуватися заготовка при прокатці, чи буде відбуватися кручення, і якщо буде, то в якій мірі. На рисунку 2 представлено фото виготовленої моделі.

Результати експериментів дозволили кількісно визначити ступінь інтенсивної пластичної деформації.

Під час проведення експериментів було помічено, що під час деформації матеріал має обертально-поступальний рух, а не лише поступальний як в традиційному процесі. Напрямок кручення заготовки під час прокатки не постійний. На першому етапі, коли кругла заготовка набуває овальності, кручення відбувається за годинниковою стрілкою. А на другому, коли отримана овальність починає усуватися, кручення відбувається проти годинникової стрілки. Це означає, що кожна ділянка заготовки піддається крученню не в одну, а в дві сторони.



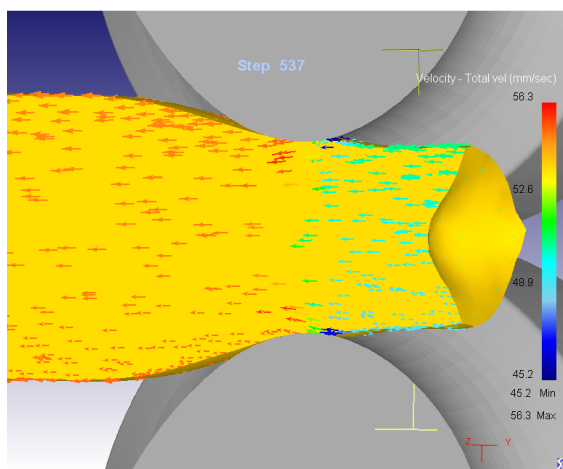
**Рисунок 1 – Схема заготовки з кольоровим сегментом для моделювання прокатки**



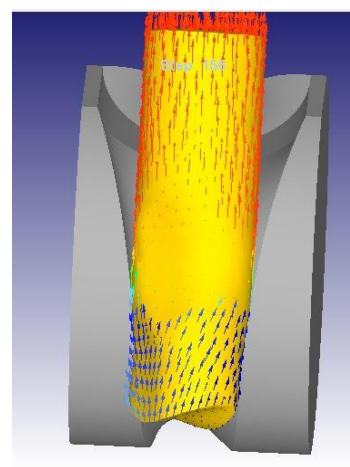
**Рисунок 2 – Фото моделі, надрукованої на 3D принтері**

Для остаточного підтвердження отриманих в ході експериментів результатів, процес прокатки в запропонованих валках був проведений в програмі Deform 3D. Було виконано 2 моделювання – в заводських валках, що використовуються в даний час, та в запропонованих валках зі змінною овальністю. Основною ціллю моделювання було визначення напрямку руху металу в процесі деформації. Вихідні данні для розрахунків були наближені до заводських: матеріал – AISI 1020 (сталь 20), температура прокатки –  $1100^{\circ}\text{C}$ , величина подачі – 5 мм, кут кантування –  $90^{\circ}$ .

Перше моделювання (в заводських валках) показало наступні результати (рисунок 3, *a*). Як видно з рисунку, напрямок руху металу направлений в зону видачі, в місцях контакту з валками має поперечну складову. Рух тільки поздовжній, швидкість руху перед зоною контакту з валками помітно більша, а ніж за нею. Моделювання процесу в валках зі змінною овальністю показало де що інші результати. Напрямок руху заготовки був не тільки поздовжнім, як в першому моделюванні, а й обертальним, тобто поворотний рух металу навколо осі прокатки (рисунок 3, *б*).



*a*

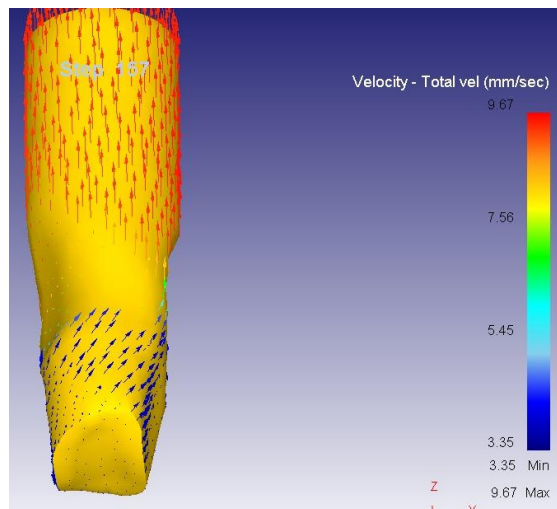


*б*

**Рисунок 3 – Напрямок руху металу при прокатуванні:**

*a* - у валках пілігрімового стану на ділянці обтиснення (переріз); *б* - в калібрі зі змінною овальністю (вид зверху, верхній валок не видимий).

Як видно з рисунку 4, обертальний рух металу є в осередку деформації та на ділянці подачі, а на стороні з боку подавального апарату є тільки поздовжній рух в напрямку видачі.



**Рисунок 4 – Напрямок руху металу в осередку деформації при прокатці в овальних валках (верхній та нижній валки невидимі)**

Отримані з моделювання данні знову підтвердили працездатність та ефективність запропонованих валків. Кількісні показники деформації кручення співпадають з показниками отриманими в ході експериментів.

#### ***Висновок***

Використання систем комп'ютерного геометричного моделювання при виконанні кваліфікаційних робіт бакалавра (ОПП «Металургія»):

- суттєво спрощує виконання роботи, дозволяє отримати необхідні професійні знання, вміння та навички, які будуть особливо затребувані потенційними роботодавцями;

- роботи виконані за допомогою цих систем, є більш презентабельними, інформативними порівняно з тими роботами, де такі системи не використовуються.

#### ***Посилання***

1. Борисенко В.Д. Основи комп'ютерного моделювання в інженерній діяльності: навчальний посібник / В. Д. Борисенко, С. А. Устенко, І. В. Устенко. – Миколаїв: МНУ, 2016. – 276 с.
2. Холодняк Ю. В. Комп'ютерне проектування промислових виробів: конспект лекцій / Ю. В. Холодняк; ТДАТУ. – Мелітополь: Люкс, 2021. – 140 с.

## АНАЛІТИЧНА ТА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛІ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ В РОЗПОДІЛЕНІЙ ВІРТУАЛЬНІЙ НАВЧАЛЬНІЙ СИСТЕМІ

*Проф., канд. техн. наук З.В. Дудар*

*аспіранти В.О. Усачов, М.В. Козюберда*

*Харківський національний університет радіоелектроніки  
м. Харків, Україна*

Нині під час розроблення комп'ютерних навчальних систем особлива увага приділяється проблемі адаптації навчальних матеріалів, яку, як правило, здійснюють на основі моделі суб'єктів навчання, що охоплює різні параметри, як-от програма освіти, спеціальність, особистісні характеристики суб'єктів навчання, педагогічні методи навчання, які використовують, а також шляхом спеціального представлення знань предметної галузі та процесу взаємодії між учасниками процесу. Моделі, що розробляються, повинні забезпечувати індивідуальність процесу навчання для користувачів і відповідати вимогам представлення знань з конкретних предметних областей навчального процесу в КНС, навчальних планів і програм, а також знань про процес управління навчанням.

У літературі, присвяченій цьому питанню, є різні підходи до подання знань навчально-методичних матеріалів для комп'ютерних навчальних систем. Найбільш підходящою моделлю знань для побудови розроблюваної КНС є модель [1]. Цю модель покладемо в основу моделі адаптивного подання навчального матеріалу в базі знань КНС.

Сучасні комп'ютерні навчальні програми є мультимедійними програмами. Вони представляють знання в природному вигляді, використовуючи різні форми подання знань. Розрізняють однорідні та комплексні форми подання знань. Множину однорідних форм подання знань  $F$  можна задати таким чином:

$$F = \{t, s, v, g\}, \quad (1)$$

де  $t$  – текстова форма;  $s$  – аудіоформа (промова, запис лекцій);  $v$  – візуальна форма (відео, анімація);  $g$  – графічна форма (графіки, ілюстрації).

Для реалізації запропоновано виконувати декомпозицію навчальних матеріалів до рівня семантично завершених неподільних фрагментів, що мають закінчений логіко-смісловий зміст, з одного боку, та провести групування на окремі логічні елементарні групи, логічні одиниці (архітектурні конструктиви).

З погляду ефективності зберігання та подальшого опрацювання запропоновано виокремлювати об'єкти "нульового", "першого" та "високого" рівнів. Об'єктом "нульового" рівня є мінімальна одиниця БЗ, зумовлена можливістю фізичного зберігання в базі знань. Основним (інформативним) полям об'єктів "нульового" рівня відповідають монохромні за змістом фрагменти інформації: текстовий фрагмент, зображення (малюнок), таблиця, звуковий фрагмент, відеофрагмент, програма тощо.

Блоки основних даних містять інформацію про об'єкт "нульового" рівня. Блоки метаданих включають поля, які містять: найменування об'єкта, тип даних, відомості про належність до тієї чи іншої галузі знань, стадії навчання, ключові слова тощо. Метадані описують приналежність об'єкта як частини технології зберігання й обробки та дають змогу здійснювати багатокритеріальний пошук. Об'єкт "нульового" рівня містить методи об'єкта, наприклад, метод візуалізації даних. У загальному випадку об'єкт "нульового" рівня може не містити даних навчального призначення. Так, наприклад, об'єктом "нульового" рівня може бути бібліографічне посилання на джерело літератури або електронна адреса доступу до інформації в Інтернеті. В об'єкті "нульового" рівня здійснюється інтеграція навчальних і контролюючих матеріалів. Об'єкт "першого" рівня являє собою логічно завершену сукупність одного або декількох об'єктів "нульового" рівня єдиного типу, специфічних для нього метаданих і методів обробки. На відміну від об'єктів "нульового" рівня він набуває власних, властивих "першому" рівню методів: збирання навчально-методичної інформації, збирання тестових завдань, збирання змісту, збирання списку використовуваної літератури тощо. Сам по собі об'єкт "першого" рівня не є завершеним у БЗ і безпосередньо не використовується в навчальному процесі. На базі об'єктів "першого" рівня формуються об'єкти вищих рівнів. На деякому рівні  $N$  навчальний об'єкт, доповнений методами управління контентом, набуває чергових нових якостей і переходить у клас навчального предиката. Навчальний предикат – це дидактично завершений фрагмент навчального матеріалу, що має чітко визначену мету навчання і містить теоретичний матеріал, завдання для закріплення теоретичного матеріалу та/або здобуття необхідних практичних навичок, контрольні запитання і завдання для поточного та підсумкового контролю знань. За необхідності до БЗ включаються вимоги до знань і вмій суб'єктів навчання, бібліографічні списки, посилання на освітні ресурси Інтернет тощо.

Для формального представлення джерел навчального матеріалу (БЗ ПрО) скористаємося результатами робіт [2, 3].

З огляду на ієрархічний характер побудови навчального матеріалу, його впорядкованість, формально таку інформацію можна представити семантичною мережею, у вершинах якої міститься текст. Розглянемо ієрархію знань навчально-методичних матеріалів. Аналіз організації навчального матеріалу дає змогу виокремити такі основні рівні моделі представлення навчального матеріалу в базі знань КНС семантичною мережею [4]:

$$M_0 = (\{VR\}, \{VPR\}, \{PG\}), \quad (2)$$

де  $VR$  – розділ, тобто частина семантичної мережі, що відповідає розділу дисципліни;  $\{VR\}$  – множина розділів навчальної дисципліни;  $\{VPR\}$  – множина підрозділів;  $\{PG\}$  – множина навчальних предикатів – тем основного навчального матеріалу, що утворює четвертий (основний або базовий) шар семантичної мережі;



$$\{PG\} = (MI, MP, (MKT, MKR)), \quad (3)$$

де  $MI$  – навчальний матеріал для представлення знань дисципліни, що вивчається;

$MP$  – навчальний матеріал, який використовується для повторення знань, раніше отриманих на заняттях;

$(MKT, MKR)$  – блок, що представляє базу знань для організації тестового контролю навчального процесу:

$MKT$  – знання матеріалу для контролю за темами;

$MKR$  – знання матеріалу для тестування за розділами.

$$SVR = (\{VR\}, CVR, H(SVR)), \quad (4)$$

де  $SVR$  – шар ієрархії семантичної мережі, що відображає подання навчального матеріалу на рівні розділів.

$CVR$  – відношення послідовності розділів, тобто відношення квазіпорядку на множині  $\{VR\}$ .

$H(SVR)$ - множина узагальнених характеристик моделі матеріалу рівня розділів (оцінки необхідного часу для вивчення розділу, а також оцінки відносної складності матеріалу розділу для сприйняття суб'єктам навчання).

$SVPR$  – рівень підрозділів навчального матеріалу. Це частина семантичної мережі, що відповідає окремому логічно закінченому підрозділу навчальної дисципліни.

$\{VPR\}$ - шар ієрархії семантичної мережі, що відображає подання навчального матеріалу на рівні підрозділів.

Аналогічно розкривається другий шар ієрархії мережі:

$$SVPR = (\{VPR\}, CVPR, H(SVPR)), \quad (5)$$

де  $SVPR$  – шар ієрархії семантичної мережі, що відображає подання навчального матеріалу на рівні підрозділів;

$CVPR$ - відношення квазіпорядку на множині  $\{VPR\}$ .

$H(SVPR)$  – множина узагальнених характеристик моделі навчального матеріалу рівня підрозділів.

Множини  $VR$ ,  $VPR$ ,  $PG$  мають такі властивості:

1.  $\{VR\} = VR_1, VR_2, \dots, VR_N$
2.  $\forall VR_i \neq \emptyset, i = \overline{1, N}$ ;
3.  $VR_i \cap VR_k = \emptyset, i = \overline{1, N}, k = \overline{1, N}, i \neq k$ .
4.  $\{VPR\} = VPR_1, VPR_2, \dots, VPR_m$ .
5.  $\forall VPR_i \neq \emptyset, i = \overline{1, m}$ ;
6.  $VPR_i \cap VPR_k = \emptyset, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, m}, i \neq k$ ;
7.  $\bigcup_{i=1}^N VR_i = \{VR\}$ ;
8.  $\bigcup_{j=1}^m VPR_j = \{VPR\}$ ;
9.  $\{PG\} = PG_1, PG_2, \dots, PG_M$ ;
10.  $\forall PG_k \neq \emptyset, k = \overline{1, M}$ ;

$$11. PG_i \cap PG_j = \emptyset, i = 1, M, j = 1, M;$$

$$12. \bigcup_{k=1}^M PG_k = \{PG\}.$$

Кожен  $i$ -й розділ  $VR_i$  може бути декомпонований у множину тем і занять на рівнях підрозділів  $VPR$  і параграфів  $PG$ . Кожен шар моделі  $VU$  відповідає конкретним знанням  $A_i$  навчальної дисципліни процесу навчання. На рівні розділів  $VR$  і підрозділів  $VPR$  надалі розв'язуються завдання визначення матеріалів для побудови навчальних програм. Рівень  $PG$  з підпорядкованою йому множиною складових четвертого рівня мережевої моделі забезпечує розв'язання завдань побудови Про та деталізацію кожного розділу з множини  $VR$ .

Зазначимо, що кожен елемент множини  $VU$  має "ім'я", тобто, власне назву розділів, підрозділів, параграфів, які можна інтерпретувати  $\emptyset$  – місцевим предикатом. Тоді сукупність предикатів одного джерела навчальної інформації становитиме деякий алфавіт термінальних (основних) символів.

$$VU = \left\{ (VR_1, VPR_1, \dots, VPG_m, PG_1, \dots, PG_k), \dots, (VR_N, VPR_1, \dots, VPG_M, PG_1, \dots, PG_K) \right\}. \quad (6)$$

Навчальний матеріал відрізняється від інших джерел інформації тісним зв'язком компонентів усередині кожної з підмножин між собою.

Уведемо в розгляд відношення  $W$  – близькості текстів за смисловим змістом відповідних параграфів, підрозділів тощо навчального матеріалу. Зрозуміло, що відношення  $W$  є нечітким відношенням, оскільки смисловий зміст тексту параграфа всередині одного підрозділу, підрозділів усередині одного розділу тощо є різним. Тоді між елементами підмножин  $VP$ ,  $VR$ ,  $VPR$ ,  $PG$  можна задати відношення функціями належності, які мають вигляд:

$$\mu_W: y_1^{\Pi} \times \dots \times y_1^{\Pi} \rightarrow [0,1], Y_{\alpha}^{\Pi} \in Y_{\beta}^{\Pi P}, \quad (7)$$

$$\mu_W: y_1^{\Pi P} \times \dots \times y_b^{\Pi P} \rightarrow [0,1], Y_{\beta}^{\Pi P} \in Y_{\gamma}^P, \quad (8)$$

$$\mu_W: y_1^P \times \dots \times y_a^P \rightarrow [0,1], Y_{\gamma}^P \in Y_{\psi}^{\Gamma}, \quad (9)$$

де  $[0,1]$  універсальна множина (континуум);  $\Pi$ ,  $\Pi P$ ,  $P$  – відповідно параграф, підпараграф, розділ навчального матеріалу.

На рис. 1. зображено ієрархію, описану виразом (2).

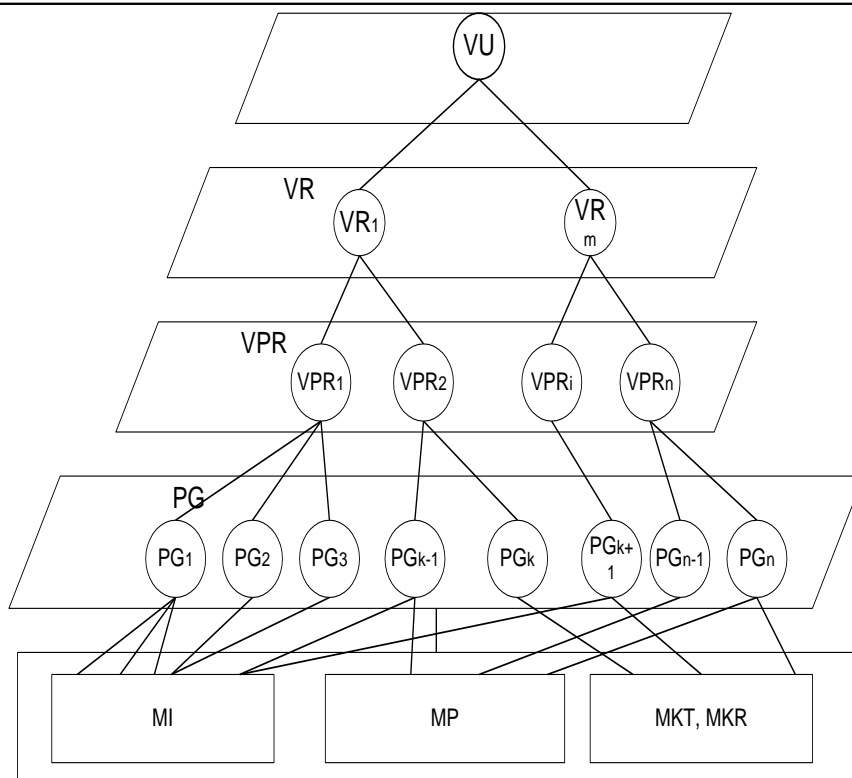
Уведемо, за аналогією з об'єктним програмуванням [5], поняття об'єкт, властивості, методи. Будемо вважати, що основним компонентом множини  $PG$  є об'єкти.

Об'єкт – це елемент, який має своє відображення, що розглядається як єдине ціле (елемент керування, модель системи контролю або компонент Про), містить деякі змінні, що визначають його властивості, і деякі методи для керування об'єктом. Їхню множину позначимо через:

$$O = \{O_1, O_2, \dots, O_I, \dots, O_N\}, \quad (10)$$

$$|O| = N, \quad (11)$$

де  $N$  – число об'єктів множини  $PG$ .



**Рисунок 1 – Модель подання матеріалу навчальної дисципліни в адаптивній КНС**

Об'єкти мають імена, описи, атрибути або властивості, а також відносини з іншими об'єктами.

$$V(O_I \in O \mid I = \overline{1, N}) \rightarrow (OM_I, J_I, C_I, \Gamma_I), \quad (12)$$

де  $OM_I$  – ім'я об'єкта  $O_I$ ;

$J_I$  – опис об'єкта  $O_I$ . Це може бути гіпертекст або звичайний текст, що розкриває семантику об'єкта;

$C_I$  – властивості (атрибути) об'єкта, що відрізняють його від інших об'єктів предметної області та характеризують його індивідуальність і значущість:

$$C_I = (H_I, B_I, W_I(\bar{B})), \quad (13)$$

де  $H_I$  – множина індивідуальних атрибутів  $O_I$ ;

$B_I$  – нечітка оцінка обсягу навчального матеріалу, викладеного в тексті  $J_I$  у годинах;

$W_I(\bar{B})$  – нечітка оцінка важливості (складності навчального матеріалу)

$J_I$  для суб'єктів навчання, різних категорій з  $\bar{B}$ .

Звідси випливає:

$$B_I = f(J_I, W_I(\bar{B})), \quad (14)$$

Вираз (14) задається, як правило, експертним шляхом.

Нехай  $\Gamma_I = O_I \rightarrow O_I$  відображення на множині  $O_I$ , таким чином,  $\Gamma_I$  – множина відношень об'єкта  $O_I$  з іншими об'єктами предметної області. Оскільки множина відображень неоднорідна, введемо кортеж типів відносин.

$$TO = (to_1, to_2, \dots, to_r), \quad (15)$$

де  $r$  – число типів відносин у моделі  $PG$ .

Кожне  $(to_i \in TO | i = \overline{1, r})$  має індивідуальні властивості  $V(to_i)$ . Кортеж властивостей відносин:

$$V = (V(to_1), V(to_2), \dots, V(to_r)). \quad (16)$$

Тоді множина відношень, задана на множині об'єктів у  $PG$ :

$$\Gamma = \{\Gamma(to_1), \Gamma(to_2), \dots, \Gamma(to_j), \dots, \Gamma(to_r)\}, \quad (17)$$

де  $\Gamma(to_r)$  – множина відношень типу  $to_j$  на  $O$ :  $\Gamma(to_j) = O \rightarrow O$ .

Між елементами множини  $VU$  навчального посібника (підручника) існує відношення часткового порядку, що має відомі [6] властивості рефлексивності, транзитивності і антисиметричності. Залежно від комбінації цих властивостей і класифікуються типи семантичних зв'язків, тобто відношення понять у предметній області.

### **Висновки**

1. Таким чином, розроблено загальну багаторівневу модель адаптивної організації навчального матеріалу дисциплін на базі семантичної мережі. Модель описано теоретико-множинною та графовою мовами і використано суворий формальний апарат семантичних мереж, що дає змогу алгоритмізувати низку фундаментальних завдань для інформатизації навчального процесу.

2. Удосконалена модель містить експертні (зокрема й нечіткі) оцінки, а також текстові (гіпермультитекстові) описи (анотації) розділів, занять і об'єктів (понять предметної області). Їхнє використання дає змогу забезпечити компроміс під час подання семантики понять, оскільки текстові фрагменти, не будучи формалізованими структурами, дають змогу водночас однозначно представити семантику.

### **Посилання**

1. Karataiev O., Shubin I., Formal Model of Multi-Agent Architecture of a Software System Based on Knowledge Interpretation. *Radioelectronic and Computer Systems*. No 4 (108). 2023 P. 53–64. DOI: <http://doi.org/10.32620/reks.2023.4.05>
2. Dudar, Z., Shubin, I., Kozyriev, A. (2021), "Individual Training Technology in Distributed Virtual University". *Lecture Notes in Networks and Systems*. 212 LNNS, P. 379–399. DOI: [http://doi.org/10.1007/978-3-030-76343-5\\_20](http://doi.org/10.1007/978-3-030-76343-5_20)
3. Backer, P., Siemens, G. (2019), "Educational data mining and learning analytics", *The Cambridge handbook of the learning sciences*, 274 p. available

at:

[https://www.researchgate.net/publication/316628053\\_Educational\\_data\\_mining\\_and\\_learning\\_analytics](https://www.researchgate.net/publication/316628053_Educational_data_mining_and_learning_analytics)

4. Rawal R., Goel K., Gupta, C. COVID-19: Disease Pattern Study based on Semantic-Web Approach using Description Logic, *IEEE International Conference for Innovation in Technology (INOCON)*, Bangluru, India, 2020, P. 1–5. DOI: <http://doi.org/10.1109/INOCON50539.2020.9298278>
5. Karataiev, O., Sitnikov, D., Sharonova, N. (2023), "A Method for Investigating Links between Discrete Data Features in Knowledge Bases in the Form of Predicate Equations", 7th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS-2023), CEUR Workshop Proceedings, 2023, P. 224–235. available at: <https://ceur-ws.org/Vol-3387/paper17.pdf>
6. Shubin, I., Karataiev, O. (2023), "Reuse of Information Based on The Interpretation of Knowledge", *Innovative technologies and scientific solutions for industries*. No. 2 (24), P. 62–71. DOI: <http://doi.org/10.30837/itssi.2023.24.062>.

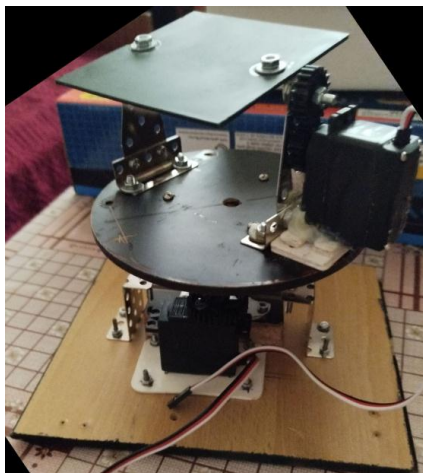
## **ДЕТЕКТОР ЗА ПОСОКА НА СВЕТЛИНАТА С АРДУИНО МИКРОКОМПЮТЪР**

*Д-р ин., доцент. Ж. Ив. Жейнов, инж., асистент Д. Д. Ангелова*  
Катедра „Компютърни науки и технологии”

***Технически университет – Варна, гр. Варна, България***

За различни цели се налага да се реализира детектор за посоката на светлината, осветяваща даден обект, както и преместване на обекта във вертикално и хоризонтално направление с цел той да бъде осветен максимално. Ако светлинният източник се мести е необходимо контролиране на механизма за преместване на обекта така, че той да следва движението на светлината. Ще използваме за реализация на управляващия модул стандартна платка Arduino Uno. Тя ще бъде използвана за реализация на 4 фотосензорни датчици с помощта на фоторезистори и за управлението на 2 сервомотора за завъртане на подвижната платформа, на която е монтиран осветявания обект, съответно по хоризонталата и по вертикалата – фиг. 1.

В електрониката интензивността на падащата светлина се измерва със светлинни сензори. Чувствителни към светлината в различна област от спектъра са фоторезисторите, фотодиодите, фототранзисторите, фотоелементите. С тези електронни елементи се изграждат светлинни сензори. Падащата светлина изменя някой вътрешен параметър на светлочувствителния елемент, което променя електрическото напрежение или тока в определена електрическа верига. В случая не се нуждаем от високо бързодействие, затова ще разгледаме най-простия и евтин вариант на реализация с фоторезистори, макар че същият сензор може да се изработи и с помощта на другите електронни компоненти.

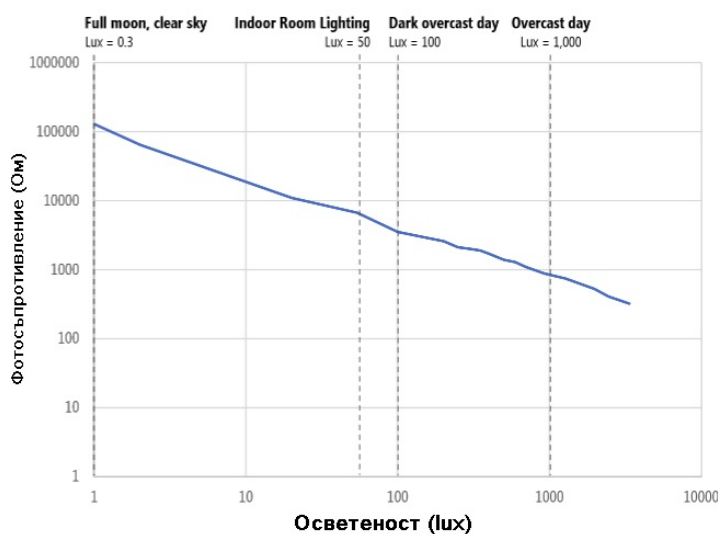


**Фиг. 1. Подвижна платформа, управлявана от Arduino микроконтролер**

Фоторезисторите [1] притежават свойството при осветяване да намаляват съпротивлението си. Те се изготвят най-често чрез нанасяне на полупроводников материал (кадмиев сулфид, кадмиев селенид и др.) върху стъклена или керамична подложка. Фоточувствителната част се покрива с прозрачен лак, който я предпазва от атмосферни влияния. По време на работа в двата края на фоторезистора се подава определено напрежение от външен токоизточник, като във веригата обикновено се включва товарно съпротивление  $R$ . При осветяване съпротивлението на фоторезистора намалява, токът във веригата нараства и в двата края на  $R$  се образува съответен пад на напрежение. Фототокут през фоторезистора зависи както от светлинния поток, така и от приложеното напрежение.

Нека разгледаме промяната на съпротивлението на фоторезистор при различна осветеност /фиг. 2/. Вижда се, че то зависи експоненциално от осветеността.

**Зависимост на фотосъпротивлението от осветеността /Логаритмична скала/**



**Фиг. 2. Зависимост на съпротивлението на фоторезистор от осветеността**



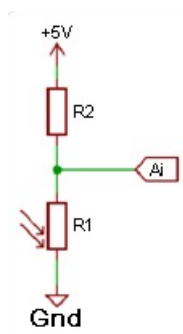
Основен параметър на всеки фоторезистор е т. нар. специфична интегрална чувствителност  $k_0$  - (1):

$$k_0 = \frac{I_F}{U_F} \quad (1)$$

В (1)  $I_F$  е фототокут през фоторезистора при светлинен поток 1 Lm, а  $U_F$  е приложеното в краищата на фоторезистора анодно напрежение.  $k_0$  се измерва с фототока, получен при единица светлинен поток и единица анодно напрежение. При малка осветеност тя е постоянна величина и е от порядъка на  $1-50 \frac{\text{ma}}{\text{lm.V}}$ .

Ще използваме за проекта фоторезистори от магазинната мрежа, част от сензорен фоторезисторен модул с 4 фоторезистора от еднакъв тип серия GL55. Съпротивлението на тъмно на използвания транзистор е над 1 M $\Omega$ . При осветяване със светлина във видимата област на спектъра с малка интензивност 10 Lux съпротивлението му спада до 5-10 k $\Omega$ .

За измерване осветеността на фоторезистора, ще го включим като резистор R1 в резисторен делител R1-R2 между земя и захранващото напрежение  $V_{in}=5\text{ V}$  – фиг. 3.



**Фиг. 3. Схема на свързване на фоторезистор като датчик за осветеност**

Изходното напрежение на делителя  $A_i$  [V] се определя съгласно (2).

$$A_i = \frac{R_1}{R_1 + R_2} * 5 \text{ [V]} \quad (2)$$

В (2)  $R_1$  е съпротивлението на фоторезистора, а  $R_2$  е съпротивлението на постоянния резистор, включен в делителя.

За да изградим фотодетектор ще подадем захранващо напрежение 5V от микроконтролерна платка Arduino Uno и ще свържем изхода на делителя  $A_i$  към някой от аналоговите входове на платката [3]. Arduino платката има 6 аналогови входа, означени с  $A_0-A_5$ . Входното напрежение от тях постъпва на входовете на 10-битов Аналого Цифров Преобразувател. Програмно може да се определи и запомни цифровия код 0-1023, съответстващ на изходното напрежение на фотосензора, който код зависи от осветеността му. Като използваме същата схема на свързване на фоторезистор и постоянен резистор, реализираме 4 еднотипни фотосензора, които свързваме към аналоговите входове  $A_0, A_1, A_2, A_3$ .

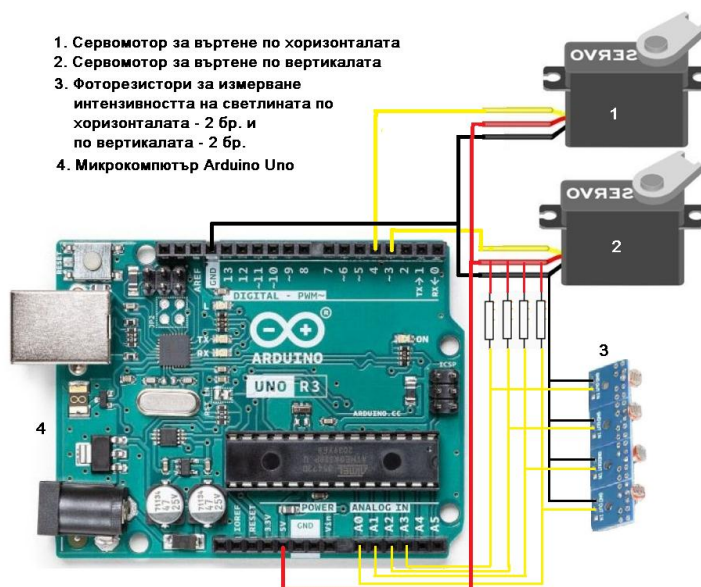
За завъртане на конструкцията монтираме 2 сервомотора. Те се управляват с PWM напрежение, постъпващо на входа им за управление. Това напрежение се изработва програмно от микроконтролера, като се извежда на



някое от 6-те крачета на Arduino платката, предназначени за такива изходи. Ние ще използваме за управление на хоризонталния ъгъл на завъртане на първия сервомотор краче D4, а за управление на вертикалния ъгъл на завъртане на втория сервомотор краче D3.

Принципната електрическа схема на свързване на разглеждания макет е показана на фиг. 4.

Софтуерът за Arduino модула използва стандартни библиотеки за контрол на сервото, включени в заглавния файл и извежда данните на серийния монитор, за да можем да се уверим, че кодът е правилен [2]. Задаваме входните крачета за фоторезисторите и дефинираме 4 променливи, които ще съдържат данните от фоторезисторите за осветеността им. В структурата Setup задаваме серийна комуникация и управляващите крачета на серво двигателите. Първо преместваме положение на сервомотора на 90 градуса по хоризонтала и на 45<sup>0</sup> на сервомотора по вертикала. Задаваме входове на фоторезисторите, крачетата A<sub>0</sub>,A<sub>1</sub> за хоризонтална осветеност и A<sub>2</sub>,A<sub>3</sub> за вертикална осветеност.



**Фиг. 4. Принципна електрическа схема на модула за управление, реализиран с микроконтролер Arduino**

В Loop структурата задаваме стойност на променливите за аналоговите входове за осветеност по хоризонталата и по вертикалата. Тези стойности за осветеност на фоторезисторите се изпращат към серийния монитор след прочитане на аналоговите входове. Сравняват се прочетените стойности от двойките фоторезистори. Ако осветеността отляво е по-голяма от средната възможна стойност /която стойност може да се определи като разлика от максималната и минималната цифрови стойности опитно, защото при различните осветености се получават различни стойности), сервомоторът се завърта наляво. Ако осветеността отдясно е по-голяма от средната възможна стойност, пък завъртаме сервото надясно. За да се извършва преместването

плавно и без прескачания се задава и програмно толеранс при сравняване на цифровите стойности. Ако този толеранс не е надвишен, тогава се прави преместване чрез задаване на преместване на сервото в съответната посока, а иначе не се изменя текущия ъгъл на вала на сервомотора. Същата процедура се повтаря при задаване положението по вертикалата чрез позициониране на вала на сервомотора ( $0-90^0$ ) съгласно прочетените стойности от фоторезисторите по вертикалата. По този начин платформата с обекта се върти по хоризонталата и вертикалата, насочвайки го към източника на светлината.

### **Изводи**

Описаната конструкция и управляващ модул са подходящи за реализация на устройства, които ориентират обекта в посока на светлината, следейки светлинния източник. Тъй като фотосензорите реагират само на разликата в осветеността, а не могат да измерят точно посоката на максимума без завъртане на конструкцията с обекта, не е възможно реализация на пасивно измервателно устройство с микроконтролер Ардуино. Предлаганата конструкция и алгоритъма за управлението и са полезни при създаване на устройства за домашна автоматизация, за управление на слънчеви панели и др.

### **Литература**

- [1]. Христов, Марин, Василева, Таня, Манолов, Емил. Полупроводникови елементи. Нови знания, София, 2007 – 297 стр..
- [2]. Timmis, Harold. Practical Arduino Engineering. Springer Science & Business Media, New York, 2011 - 320 p..
- [3]. <https://www.makerguides.com/arduino-uno-and-light-sensor-project/>.

## **ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТОТОЖНОСТЕЙ СКЛАДНИХ ВЕКТОРНО-СКАЛЯРНИХ ДОБУТКІВ ЧОТИРЬОХ ВЕКТОРІВ УПОРЯДКОВАНИМИ ВИЗНАЧНИКАМИ**

*Проф., докт. техн. наук В.В. Кравець<sup>1</sup>  
канд. техн. наук Т.В. Кравець<sup>2</sup>, доц., канд. техн. наук Т.С. Гришечкіна<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Український державний університет науки і технологій  
м. Дніпро, Україна  
<sup>2</sup>Грабен-Нойдорф, Німеччина*

Задача представлення тотожностей складних векторно-скалярних добутоків чотирьох векторів упорядкованими визначниками є актуальною при дослідженні інформаційних систем, зокрема у питаннях, пов'язаних з комп'ютерним зором або при обробці сигналів [6].

У комп'ютерному зору та обробці зображень векторні операції використовуються для аналізу та класифікації зображень. Подання тотожностей може бути застосовано для оптимізації алгоритмів розпізнавання образів та

фільтрації шуму. В області цифрової обробки сигналів таке подання може допомогти в аналізі та обробці аудіо- та відеосигналів, що корисно, наприклад, у системах аудіо- та відеокодування.

Розроблено алгоритм представлення складних векторно-скалярних добутків декількох векторів в формі упорядкованих визначників. Алгоритм апробовано для трьох та чотирьох різних векторів [1, 2].

У випадку трьох векторів отримані відомі результати [3]. Наприклад:

$$\bar{a} \times (\bar{b} \times \bar{c}) = \begin{vmatrix} \bar{b} & \bar{c} \\ \bar{a} \cdot \bar{b} & \bar{a} \cdot \bar{c} \end{vmatrix}; (\bar{a} \times \bar{b}) \times \bar{c} = \begin{vmatrix} \bar{b} & \bar{a} \\ \bar{b} \cdot \bar{c} & \bar{a} \cdot \bar{c} \end{vmatrix}.$$

Для чотирьох векторів отримані наступні результати:

$$\begin{aligned} (\bar{a} \times \bar{b}) \cdot (\bar{c} \times \bar{d}) &= \bar{a} \cdot [\bar{b} \times (\bar{c} \times \bar{d})] = [(\bar{a} \times \bar{b}) \times \bar{c}] \cdot \bar{d} = \begin{vmatrix} \bar{a} \cdot \bar{c} & \bar{a} \cdot \bar{d} \\ \bar{b} \cdot \bar{c} & \bar{b} \cdot \bar{d} \end{vmatrix}; \\ \bar{a} \cdot [(\bar{b} \times \bar{c}) \times \bar{d}] &= [\bar{a} \times (\bar{b} \times \bar{c})] \cdot \bar{d} = \begin{vmatrix} \bar{a} \cdot \bar{c} & \bar{a} \cdot \bar{b} \\ \bar{d} \cdot \bar{c} & \bar{d} \cdot \bar{b} \end{vmatrix}; \\ (\bar{a} \times \bar{b}) \times (\bar{c} \times \bar{d}) &= \begin{vmatrix} \bar{b} & \bar{a} \\ \bar{b} \cdot (\bar{c} \times \bar{d}) & \bar{a} \cdot (\bar{c} \times \bar{d}) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \bar{c} & \bar{d} \\ (\bar{a} \times \bar{b}) \cdot \bar{c} & (\bar{a} \times \bar{b}) \cdot \bar{d} \end{vmatrix}; \\ \bar{a} \times [\bar{b} \times (\bar{c} \times \bar{d})] &= \begin{vmatrix} \bar{a} \times \bar{c} & \bar{a} \times \bar{d} \\ \bar{b} \cdot \bar{c} & \bar{b} \cdot \bar{d} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \bar{b} & \bar{c} \times \bar{d} \\ \bar{a} \cdot \bar{b} & \bar{a} \cdot (\bar{c} \times \bar{d}) \end{vmatrix}; \\ \bar{a} \times [(\bar{b} \times \bar{c}) \times \bar{d}] &= \begin{vmatrix} \bar{a} \times \bar{c} & \bar{a} \times \bar{b} \\ \bar{d} \cdot \bar{c} & \bar{d} \cdot \bar{b} \end{vmatrix}. \end{aligned}$$

Чотири різних вектори  $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d}$  та їх прямокутні декартові координати  $\bar{a}_i, \bar{b}_i, \bar{c}_i, \bar{d}_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) пов'язані умовою у вигляді упорядкованого визначника:

$$\begin{vmatrix} \bar{a} & \bar{b} & \bar{c} & \bar{d} \\ \bar{a}_1 & \bar{b}_1 & \bar{c}_1 & \bar{d}_1 \\ \bar{a}_2 & \bar{b}_2 & \bar{c}_2 & \bar{d}_2 \\ \bar{a}_3 & \bar{b}_3 & \bar{c}_3 & \bar{d}_3 \end{vmatrix} = 0.$$

Наведені результати, зокрема при  $\bar{a} = \bar{c}$ ,  $\bar{b} = \bar{d}$ , містить формулу Ейлера-Лагранжа, визначник Грама та інші відомі залежності [3].

### **Висновки**

При дослідженні складних векторно-скалярних добутків п'яти та більше векторів відповідно до запропонованого алгоритму [1, 2] об'єм аналітичної роботи багатократно зростає і доцільність проведення подальших досліджень в цьому напрямку визначається попитом наукового суспільства та стимулами до виконання цих робіт. Цей науковий напрям підвищить рівень освіти, продуктивність інтелектуальної праці, ефективність проектних розробок в суміжних областях [4, 5].

### **Посилання**

1. Kravets, V., Kravets, T., Burov, O., Monomial (1, 0, -1)-matrices-(4x4). Part 1. Application to the transfer in space. Lap Lambert Academic Publishing, Omni Scriptum GmbH&Co. KG., 2016, 137 p. ISBN: 978-3-330-01784-9.
2. Kravets V., Kravets T., Burov O. Monomial (1, 0, -1)-matrices-(4x4). Part 2. Application to the rotation in space. Lap Lambert Academic Publishing, Omni Scriptum GmbH&Co. KG., 2017. 82 p. ISBN: 978-3-330-34185-2.

3. Korn, G., Korn, T., Mathematical Handbook for Scientists and Engineers, Moscow, Nauka Publ., 1984, 832 p.
4. Igdalov I. M., Kuchma L. D., Polyakov N. V., Sheptun Yu. D., Dynamic design of rockets. Dnepropetrovsk, DGU Publ., 2010. 264 p
5. Kravets V. V., Bass K. M., Kravets T. V., Tokar L. A. Dynamic design of ground transport with the help of computational experiment. MMSE Journal. 1. October 2015. P.p. 105-111. ISSN 2412-5954. Open access www.mmse.xyz. DOI 10.13140/RG.2.1.2466.6643.
6. Linda G. Shapiro, George C. Stockman, Computer vision, Prentice Hall PTR Upper Saddle River, NJ United States, 2001, 608 p., ISBN:978-0-13-030796-5.

## ВИКОРИСТАННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЦИФРОВОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

*Аспірант<sup>1</sup> Н.С. Карасношапка, канд. техн. наук, доц. Т.В. Селівьорстова*

<sup>1</sup>Кафедра інформаційних технологій і систем  
(nykytakrasnoshapka348@gmail.com)

**ННІ «Інститут промислових та бізнес технологій»  
Український державний університет науки і технологій  
м. Дніпро, Україна**

**Вступ.** У сучасному цифровому світі, де кожна транзакція, комунікація та взаємодія відбувається онлайн, питання надійної цифрової ідентифікації набуває вирішального значення. Це не тільки основа для забезпечення безпеки особистих даних, але й ключовий елемент для побудови довіри в електронній комерції, соціальних мережах, електронному урядуванні та інших цифрових сервісах. Традиційні системи ідентифікації та аутентифікації зіткнулися з рядом викликів, включаючи питання безпеки, приватності та централізованого контролю, що змусило шукати альтернативні підходи. Блокчейн-технології, з їх унікальними властивостями незмінності, децентралізації та криптографічної безпеки, пропонують новітній підхід до розв'язання цих проблем, обіцяючи революцію в цифровій ідентифікації.

**Постановка проблеми.** Незважаючи на значний прогрес у цифровій ідентифікації, сучасні системи все ще стикаються з серйозними викликами. Централізовані бази даних стають мішенями для хакерів, що призводить до витоку конфіденційної інформації. Також виникають питання приватності, оскільки користувачі часто не мають контролю над тим, як їх особисті дані збираються, зберігаються та використовуються. Крім того, процеси верифікації та аутентифікації можуть бути складними та не завжди безпечними, що підвищує ризики фішингу та інших видів шахрайства. У цьому контексті блокчейн пропонує альтернативні рішення завдяки своїй здатності до децентралізації, надання користувачам контролю над їхніми

даними та забезпечення високого рівня безпеки через криптографію. Розгляд блокчейн-технологій як основи для систем цифрової ідентифікації вимагає глибокого аналізу їхніх переваг, потенційних недоліків та можливостей для подолання існуючих проблем у цій сфері.

Основною метою дослідження є аналіз можливостей блокчейн-технологій у сфері цифрової ідентифікації та визначення їх переваг перед традиційними системами. Розглядаються ключові аспекти безпеки, приватності та контролю, які блокчейн може забезпечити в цифровій ідентифікації.

**Огляд літератури.** В роботі проведено аналіз наукових публікацій та досліджень, що розглядають використання блокчейна в цифровій ідентифікації. Особлива увага приділена роботам, що аналізують безпеку, приватність та ефективність блокчейн-систем у порівнянні з традиційними методами.

Серед розглянутих досліджень, значне місце займають роботи, які аналізують використання блокчейну як засобу забезпечення надійної ідентифікації у різних галузях. Наприклад, у фінансовому секторі, де блокчейн використовується для забезпечення прозорості та безпеки транзакцій. Аналізуються також можливості блокчейна у зміцненні кібербезпеки в рамках електронного урядування та соціальних мереж, де ідентифікація користувачів є ключовою для забезпечення взаємодії та захисту особистих даних. Дослідження, опубліковані в наукових журналах, підкреслюють, що блокчейн може вирішити деякі з найактуальніших проблем сучасних систем цифрової ідентифікації, таких як відсутність контролю користувачів над їх особистими даними та ризики пов'язані з централізованим зберіганням даних.

Так, вивчені роботи показують, що децентралізована природа блокчейна дозволяє уникнути монополізації даних однією організацією та знижує ризики зловмисних втручань.

**Дослідження.** У ході дослідження було проведено комплексний аналіз використання блокчейн-технологій для створення ефективних та безпечних систем цифрової ідентифікації. Основний фокус був направлений на вивчення принципів роботи блокчейна, зокрема, його здатності забезпечувати незмінність і прозорість даних, що є критично важливим для надійної цифрової ідентифікації. Були досліджені та аналізовані механізми блокчейна, що дозволяють забезпечити приватність користувачів через шифрування і використання "розумних контрактів" для контролю доступу до ідентифікаційних даних.

Це дало змогу оцінити потенціал блокчейну у захисті персональних даних та управлінні дозволами без необхідності залучення третіх сторін. Крім того, було реалізовано практичні тестування блокчейн-систем на предмет їх ефективності та надійності у сценаріях цифрової ідентифікації. Результати цих тестувань підтвердили високий рівень безпеки та зниження ризиків, пов'язаних із шахрайством і витоком даних.

**Аналіз та результати.** Результати дослідження чітко демонструють, що блокчейн може забезпечити значно вищий рівень безпеки та приватності в системах цифрової ідентифікації порівняно з традиційними методами. Завдяки своїй децентралізованій структурі, блокчейн мінімізує ризики, пов'язані з централізованим зберіганням даних, що часто стає мішенню для кібератак.

Дослідження показало, що застосування криптографічно захищених блоків зі спеціальними алгоритмами генерації ключів і шифрування забезпечує високу надійність ідентифікаційних даних. Це включає в себе механізми верифікації та аутентифікації, які дозволяють користувачам управляти своїм цифровим ідентифікатором без залучення зовнішніх агентів.

Крім того, в ході дослідження було аналізовано різні блокчейн-платформи та їхні протоколи з точки зору захисту даних. Виявилось, що блокчейн дозволяє користувачам мати повний контроль над своєю цифровою ідентифікацією без потреби довіряти централізованим установам. Це досягається за рахунок використання "розумних контрактів", які автоматизують процеси верифікації та зменшують можливості для неправомірного доступу або маніпуляцій з даними.

Результати також підтверджують, що впровадження блокчейн-технологій може значно підвищити ефективність та надійність цифрових ідентифікаційних систем, знижуючи витрати на обслуговування та покращуючи користувацький досвід. Наприклад, час обробки запитів та процесів ідентифікації значно скорочується, а автоматизація "розумними контрактами" зменшує людський фактор і пов'язані з ним ризики.

Таким чином, аналіз та результати дослідження підкреслюють важливість блокчейну як інструменту для модернізації та забезпечення безпеки в сучасних цифрових ідентифікаційних системах, пропонуючи рекомендації щодо його подальшого впровадження.

**Висновки.** Блокчейн-технології пропонують новаторський підхід до цифрової ідентифікації, що може революціонізувати сферу безпеки та приватності в цифровому світі. Вони забезпечують високий рівень безпеки, прозорість та контроль для користувачів, підвищуючи довіру та ефективність цифрових взаємодій.

**Перспективи подальших досліджень.** Майбутні дослідження в області використання блокчейну для цифрової ідентифікації можуть бути спрямовані на кілька ключових напрямків. Перш за все, важливо зосередитись на розробці конкретних блокчейн-рішень, які були б адаптовані до специфіки різних галузей, таких як фінанси, охорона здоров'я, освіта, та державне управління. Такі рішення мають враховувати галузеві стандарти безпеки та приватності, а також специфічні потреби кожної галузі.

Крім того, важливою є розробка універсальних інтерфейсів та протоколів для інтеграції блокчейн-технологій із існуючими цифровими платформами і сервісами. Це дозволить забезпечити плавний перехід від традиційних систем ідентифікації до інноваційних блокчейн-базованих систем.

Науковцям також слід звернути увагу на вивчення потенційних ризиків і викликів, які можуть виникати при широкому впровадженні блокчейн-технологій у системи цифрової ідентифікації. Зокрема, слід аналізувати питання масштабованості, енергоефективності, а також потенційні вразливості у безпеці, які можуть виникнути при використанні новітніх криптографічних алгоритмів.

Додатково, розвиток регуляторних рамок для блокчейн-технологій є критично важливим. Правові аспекти використання блокчейна для цифрової ідентифікації потребують детального аналізу та узгодження на міжнародному рівні, що забезпечить юридичну визначеність та захист прав користувачів.

Окрім того, важливою перспективою є дослідження соціальних наслідків впровадження блокчейн-технологій у цифрову ідентифікацію. Необхідно з'ясувати, як такі технології впливають на приватність, доступ до послуг і соціальну включеність громадян, особливо в контексті захисту вразливих категорій населення.

Такий комплексний підхід у подальших дослідженнях дозволить не тільки оптимізувати технологічні аспекти використання блокчейну, але й забезпечити етичне та ефективне використання цих технологій у суспільстві.

### ***Посилання***

1. Tapscott, D., "Blockchain Revolution"
2. Johnson, M., & Wang, S. "Blockchain as a Revolutionary Technology in Digital Identity Verification," *Journal of Cybersecurity and Digital Trust*, 2023, Vol. 5, No. 2, pp. 134-142.
3. Patel, R., & Kumar, A. "Decentralized Identity Management: The Role of Blockchain Technology," *International Review of Information Technology*, 2022, Vol. 9, No. 3, pp. 188-195.

## **ВИМІРНИК РІВНЯ ПАЛИВА НА АЗС**

*Асистент О.В. Литовченко, доц., канд. пед. наук Є.О. Модло,*

*доц., канд. техн. наук В.Я. Хижняк*

***Державний університет економіки і технологій  
м. Кривий Ріг, Україна***

Наразі більшість АЗС в Україні використовують застарілі системи контролю рівня палива, засновані на таких типах датчиків:

1. Механічні поплавцеві датчики. Такі датчики мають низьку точність вимірювань, схильні до зносу та корозії, вимагають частого калібрування та дорогого обслуговування. У порівнянні з ними, пропонуємий нами електродний забезпечить вищу надійність і точність за значно менших експлуатаційних витрат. [1].



2. Гідростатичні датчики тиску. Ці датчики точніші, ніж поплавцеві, але також вимагають складного і дорогого калібрування, крім того, вони схильні до впливу зміни густини палива. Наше рішення буде позбавлене цих недоліків. [2].

3. Ультразвукові датчики рівня забезпечують безконтактне вимірювання і не вимагають обслуговування, їх вартість значно вища, ніж у поплавцевих і гідростатичних систем. Крім того, ультразвукові датчики можуть давати помилкові покази за наявності піни або турбулентності на поверхні палива. [3]. На відміну від них, пропонуване рішення буде простішим, надійнішим і доступнішим за ціною.

Наприклад, ціна поплавкового вимірювача для резервуара АЗС висотою 25м 180тис. грн., вартість пропонуемого 21 тис. грн. [4].

Таким чином, існуючі на ринку України системи контролю рівня палива мають низку суттєвих недоліків щодо точності, надійності та вартості експлуатації. Пропонуемий вимірювач - більш досконалий пристрій, що перевершує аналоги за ключовими технічними характеристиками.

#### ***Постановка завдання.***

Метою даної роботи є розробка недорогого та надійного вимірювача рівня палива для АЗС, який би перевершував існуючі на ринку пристрої за основними технічними характеристиками, вартості та експлуатаційними показниками.

#### ***Призначення.***

Вимірник рівня палива на АЗС (далі рівнемір) призначений для безперервного виміру рівня палива (бензин, дизельне паливо, зріджений газ) і підтоварної води в резервуарах на АЗС і нафтобазах [1]. Основні технічні дані наведено в табл.1.

#### ***Обладнання й робота.***

Принцип роботи рівнеміра пояснюється рис. 1, де дані необхідні пояснення.

При досягненні води електрода верхнього рівня на виході ОП1 з'являється напруга, яка після формування на Ф1 устанавлює тригер в «1». Реле спрацьовує й контактом реле включається двигун насоса. При зникненні води на електроді нижнього рівня з'являється вихід на ОП2 (на виході ОП1 у цей час нульовий рівень), виходом формувача Ф2 тригер скидається в нуль, реле знеструмується й двигун насоса вимикається.

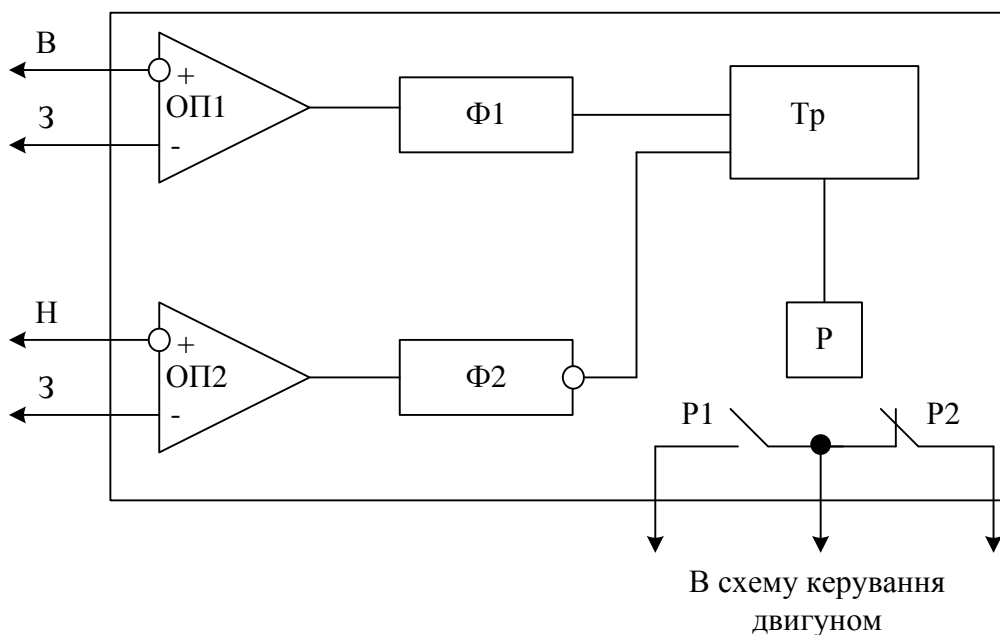
Для виключення необхідності настроювання блоку за допомогою ноутбука при розробці в схему рівнеміра навмисне не включені мікропроцесорні засоби. Це дозволяє знизити вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу. На рис. 2 дана схема зовнішніх підключень блоку.

Електронна схема рівнеміра змонтована на друкованій платі, яка розміщена усередині пластмасового корпусу. Кришка корпусу знімна. На кришці корпусу розміщено три світлодіоди. Світлодіоди індикують:

- 1) Вкл. верхнього рівня (наявність води на електроді верхнього рівня),
- 2) Вкл. нижнього рівня (наявність води на електроді нижнього рівня),
- 3) Вкл. реле (двигун насоса включений).

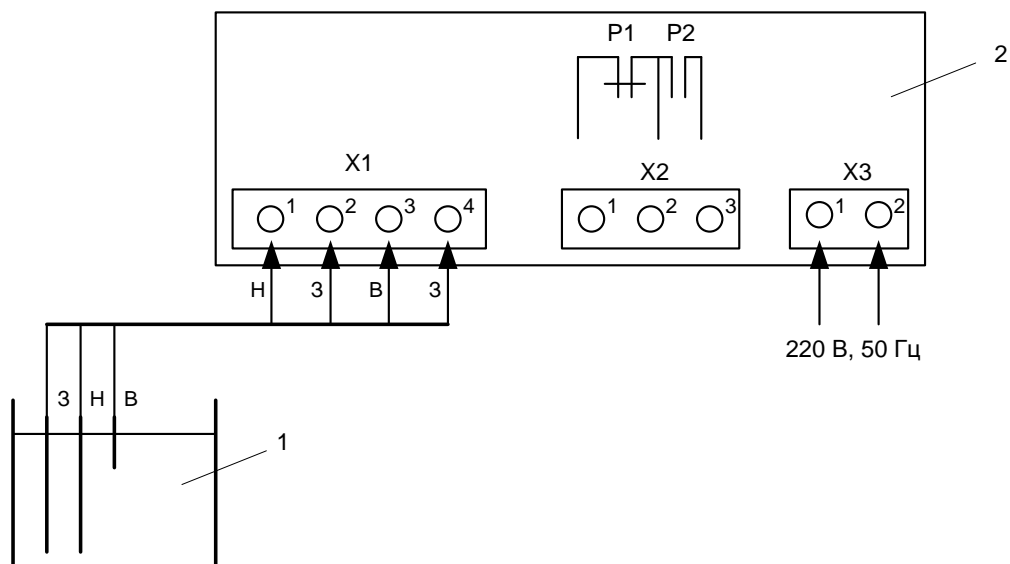
**Таблиця 1 – Основні технічні дані вимірника рівня палива**

Параметр	Значення
Напруга живлення	220-240 В, 50 Гц
Потужність	5 Вт
Напруга живлення на електродах	12 В (постійний струм)
Електроди	загальний верхній рівень нижній рівень
Опір води між електродами	не більш 20 кОм
Запізнювання видачі сигналу про досягнення водою електрода верхнього рівня	не більш 3 сек
Запізнювання видачі сигналу про зникнення води з електрода нижнього рівня	не більш 3 сек
Кількість вихідних сигналів	2 (розмикальний і замикаючий контакти) напругою 220 В змінного струму до 16А
Довжина лінії зв'язку: – від резервуара до рівнеміра – від рівнеміра до приймача	не більш 100 м не більш 250 м
Діапазон робочих температур	- 25 °С +60 °С
Ступінь захисту	IP 21
Габаритні розміри, мм	160*60*90
Маса, не більш, кг	0.37



**Рисунок 1 – Спрощена схема рівнеміра:**

В - електрод верхнього рівня; З - загальний електрод; Н - електрод нижнього рівня; Ф1, Ф2 - формувальники амплітуди і фронту сигналу; Тр - тригер; Р - реле.



**Рисунок 2 – Схема зовнішніх підключень блоку:**

1- резервуар з рідиною; 2- електронний блок; 3 - загальний електрод; Н - електрод нижнього рівня; В - електрод верхнього рівня; Р1 - силовий розмикальний контакт вихідного реле (розмикається з появою води на електроді верхнього рівня); Р2 - силовий замикаючий контакт вихідного реле (замикається з появою води на електроді верхнього рівня). Контакти Р1 і Р2 приходять у вихідне положення при відході води з електрода нижнього рівня.

На друкованій платі розташований запобіжник, який повинен замінюватися тільки на аналогічний. Для підключення живлення, електродів верхнього й нижнього рівнів, вихідних інформаційних сигналів передбачені контактні затиски. Кріплення рівнеміра дин-рейка.

### **Висновок**

Для виміру рівня палива в резервуарах АЗС пропонується застосування контактного рівнеміра із задовільними технічними даними при більш низькій ціні.

### **Посилання**

1. <https://www.technotrade.ua>
2. Сергієнко С.В., Іванов О.М., Ткаченко В.В. Аналіз сучасних засобів безконтактного вимірювання рівня рідини у резервуарі // Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування. - 2018. - №2. - С. 44-51.
3. Кондрашов С.І., Бортник І.М., Коробко І.В. Аналіз сучасних методів вимірювання рівня рідини в резервуарах // Вісник ВПІ. - 2020. - №2. - С. 67-74.
4. Каталог продукції ТОВ "ТЕСТРАЙТ": [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.testrite.com.ua/ua/>

## **USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE ROCKET AND SPACE INDUSTRY**

*Doct. of Tech. Sc., Prof. T.A. Manko*

Department of Rocket and Space and Innovative Technologies  
of the Faculty of Physics and Technology

*Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine*

*Cand. of Tech. Sc., Senior Researcher K.V. Kozis*

*Yuzhnoye State Design Office, Dnipro, Ukraine*

Modern artificial intelligence technologies play a significant role in various aspects of the aerospace industry. Its use opens up new opportunities in the design, manufacture and testing of products operating in outer space. This makes it possible to improve the efficiency and accuracy of operations, as well as to automate complex tasks.

One example of the application of artificial intelligence in space is autonomous navigation and control of spacecraft. Artificial intelligence allows for the improvement of autopilot algorithms, which contributes to the accurate and safe movement of spacecraft in space. Artificial intelligence systems can analyze sensor data and make decisions in real time, which is especially important when performing complex maneuvers or dealing with unexpected situations.

On Earth, we're used to tools like Google maps that use GPS or other navigation systems. But there is no such system for other extraterrestrial bodies. In 2018, a group of NASA researchers in collaboration with Intel developed an intelligent navigation system using artificial intelligence to explore planets. They trained the model on a million photos taken in different places and created a virtual map of the Moon that artificial intelligence can easily navigate.

Another example of the application of artificial intelligence is the processing and analysis of huge amounts of data collected from satellites and other spacecraft. Artificial intelligence can automatically process and categorize this data, highlight interesting information, and help in research and forecasting of space phenomena. It has been used to estimate heat buildup in urban areas and to combine meteorological data with satellite imagery to estimate wind speed and precipitation. AI also helps with solar radiation estimation using geostationary satellite data, among many other applications. In a recent study, researchers tested different AI methods for a remote satellite health monitoring system. It is able to analyze data received from satellites to identify any problems, predict satellite performance, and provide visualizations to make informed decisions. This allows scientists and engineers to obtain more accurate and timely data for decision-making.

In addition, artificial intelligence is used in robotics and autonomous systems to perform various tasks in outer space. Astronaut robots with artificial intelligence can perform complex operations on orbital stations or on the surface of other planets, which helps reduce the risk to humans and expands the possibilities of space exploration.

One of the biggest space challenges of today is to get rid of space debris. According to ESA, there are about 35,000 objects larger than 10 cm that pose a serious threat to existing space infrastructure. In a recent study, scientists have developed a method for designing collision avoidance maneuvers using machine learning techniques. Another new approach is to use the enormous computing power available on Earth to train artificial intelligence models and transfer them to the spacecraft to be used on board for decision-making.

Planning space missions is not an easy task, but artificial intelligence can make it easier. New space missions are traditionally based on knowledge gained from previous research. However, this information can often be limited or unavailable in its entirety. This means that the flow of technical information is limited to those who can access it and share it with other design engineers. Currently, researchers in the world's space powers are working on the idea of an assistant design engineer to reduce the time required for the initial design of rocket and space products, which otherwise requires many human working hours. Therefore, it is promising to develop a new artificial intelligent system that can answer complex queries with reliable and up-to-date information to help in the early design of rocket and space products and the planning of new space missions.

However, despite all the benefits, there are also some challenges and limitations to using artificial intelligence in space. One of the main problems is the reliability and security of artificial intelligence systems. It is important that the algorithms work stably and do not cause errors that can lead to serious consequences in space missions.

In general, the use of artificial intelligence in space provides great opportunities for improving space missions, space exploration and ensuring the safety of space operations. With the further development and improvement of artificial intelligence technologies, we can expect that its role in the space industry will continue to grow, opening up new horizons for space exploration and development.

### ***References***

1. <https://suspilne.media/culture/426576-stucnij-intelekt-u-tvorcosti-ta-na-vijni-promozlivosti-riziki-ta-avtorske-pravo>
2. [https://jai.in.ua/archive/2023/ai\\_mono.pdf](https://jai.in.ua/archive/2023/ai_mono.pdf)
3. <https://lookintothe.space/kosmichni-novyny/shtuchnyi-intelekt>

## **ВПРОВАДЖЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ПЛАТФОРМІ ОНЛАЙН-КНИГИ РЕЦЕПТІВ**

*Доц., канд. техн. наук О.Б. Мацій, студент В.В. Магденко  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків,  
Україна*

У роботі досліджується впровадження рекомендаційної системи на платформі онлайн-книги рецептів, що охоплює огляд алгоритмів, дизайн і розробку веб-сайту та інтеграцію обраного алгоритму рекомендацій.

Для реалізації поставленого завдання було обрано трирівневу архітектуру, що складається з таких компонентів: клієнт, сервер і база даних. Сервер є ядром програмної системи, в якому зосереджена основна бізнес-логіка та доступ до бази даних. Він служить для ідентифікації користувачів, забезпечуючи індивідуальний доступ до програми, а також виступає єдиним зв'язком між користувачами та базою даних, щоб запобігти пошкодженню або нецільовому використанню даних. Щоб користуватися програмою, користувачі повинні бути авторизовані, причому ця логіка реалізована на рівні сервера, щоб зменшити потенційні ризики безпеки, які можуть виникнути при неконтрольованому доступі на рівні користувача.

Користувачі взаємодіють з клієнтською програмою, в даному випадку з веб-сайтом. Цей інтерфейс на стороні клієнта дозволяє користувачам налаштовувати програму і переглядати результати. Крім того, клієнт виконує попередню обробку даних перед відправленням їх на сервер і обробляє відповіді сервера. Початковий етап аутентифікації користувача також відбувається на цьому рівні, забезпечуючи перший рівень безпеки для запобігання несанкціонованому доступу до програми.

Основним завданням рівня бази даних є забезпечення безпеки даних для подальшого використання сервером. Цей рівень також підтримує цілісність даних за допомогою зовнішніх посилань і ключів. Крім того, рівень бази даних може реалізовувати певні функції бізнес-логіки, які не потребують зовнішніх джерел даних, окрім бази даних та її таблиць, що сприяє загальній стабільності та ефективності програмної системи.

Архітектура веб-сайту онлайн-книги рецептів відповідає шаблону проектування Модель–Вигляд–Контролер (Model-View-Controller (MVC)). Ця структура розділяє додаток на три основні компоненти: моделі для управління даними, представлення для користувацького інтерфейсу та контролери для обробки бізнес-логіки та маршрутизації [1].

Шаблон MVC широко використовується в сучасній веб-розробці, оскільки він забезпечує чіткий розподіл завдань, дозволяючи розробникам працювати незалежно над різними компонентами, не впливаючи на інші. Ця

модульність також полегшує тестування та налагодження, а також плавне масштабування в міру зростання веб-сайту.

MVC допомагає керувати складністю, організовуючи кодову базу в окремі зони відповідальності. Моделі інкапсулюють дані та бізнес-правила, представлення генерують користувацький інтерфейс, а контролери діють як посередники, спрямовуючи трафік між моделями та представленнями. Така структура не тільки підвищує зручність обслуговування коду, але й полегшує впровадження нових функцій або модифікацію існуючих без порушення роботи всієї системи. Завдяки використанню патерну MVC архітектура веб-сайту забезпечує надійну основу для майбутнього розвитку.

Розробка інтерфейсу веб-сайту онлайн-книги рецептів зосереджена на створенні адаптивного, візуально привабливого та зручного інтерфейсу. Ключовим компонентом у досягненні цієї мети стало використання Bootstrap - популярного фреймворку для створення адаптивних веб-сайтів. Bootstrap надає комплексний набір інструментів, включаючи попередньо створені CSS-класи та JavaScript-компоненти, призначені для спрощення процесу розробки та забезпечення узгодженого стилю на всьому веб-сайті.

Bootstrap також пропонує широкий вибір попередньо розроблених компонентів інтерфейсу користувача, таких як панелі навігації, кнопки, форми та модальні елементи. Ці компоненти дозволяють швидко створювати прототипи та послідовний дизайн, зменшуючи необхідність створювати кастомні елементи з нуля. Для веб-сайту онлайн-книги рецептів компоненти Bootstrap були використані для створення цілісного користувацького інтерфейсу з інтуїтивно зрозумілою навігацією та чіткими візуальними підказками. Наприклад, панель навігації використовує стилістику Bootstrap, забезпечуючи чистий і сучасний вигляд, водночас гарантуючи зручність для користувача. Використання стандартизованих класів і компонентів CSS дозволило ефективно створювати стилі та зменшило ймовірність невідповідностей у дизайні.

Ruby on Rails слугує основним фреймворком для бекенд-енду. Ruby on Rails – це потужний фреймворк для веб-додатків, який дотримується архітектури MVC, що надає перевагу конвенціям над конфігурацією [2]. Цей принцип дозволяє розробникам працювати з розумними налаштуваннями за замовчуванням, зменшуючи потребу у великій кастомізації та оптимізуючи процес розробки. Rails-контролери керують HTTP-запитами, спрямовуючи їх на відповідні дії, а подання відображаються за допомогою вбудованого Ruby-коду для динамічної генерації контенту.

Моделі в Ruby on Rails представляють базову структуру даних, визначаючи зв'язки між різними сутностями, такими як рецепти, інгредієнти та користувачі. Ці моделі керують взаємодією з базами даних і застосовують бізнес-логіку, забезпечуючи цілісність даних. Active Record, система об'єктно-



реляційного відображення (object-relational mapping (ORM)), забезпечує простий спосіб взаємодії з базами даних, полегшуючи запити, оновлення та управління даними. Ця внутрішня структура підтримує зовнішню, надаючи необхідні дані та обробляючи вхідні дані користувача.

Маршрутизація та навігація мають важливе значення для архітектури веб-сайту, забезпечуючи користувачам легку навігацію в онлайн-книзі рецептів. Ruby on Rails пропонує надійну систему маршрутизації, що підтримує RESTful архітектуру та узгоджену структуру URL-адрес. Ця система зіставляє HTTP-запити з конкретними діями контролера, забезпечуючи чітку та інтуїтивно зрозумілу навігацію. Структура маршрутизації сприяє зручному користувачеві, з логічними кінцевими точками і простими URL-адресами, які відображають ієрархію контенту веб-сайту.

Система маршрутизації в Ruby on Rails підтримує різні HTTP-методи, включаючи GET, POST, PUT і DELETE, що дозволяє виконувати CRUD-операції над рецептами та іншими даними. Цей RESTful підхід відповідає сучасним практикам веб-розробки та сприяє безперебійній взаємодії між фронтендом та бекендом. Крім того, система маршрутизації Rails дозволяє створювати власні маршрути та вкладені ресурси, забезпечуючи гнучкість у розробці складних навігаційних структур. Ця надійна архітектура маршрутизації забезпечує послідовний і зручний досвід роботи на всьому веб-сайті.

Безпека та автентифікація є фундаментальними компонентами веб-сайту. Щоб гарантувати безпеку даних користувачів і обмежити доступ до певних функцій лише авторизованим користувачам, для автентифікації користувачів та управління сесіями було використано Devise. Devise - це широко розповсюджена бібліотека Ruby on Rails, яка надає комплексний набір інструментів для управління обліковими записами користувачів, автентифікації та забезпечення безпеки.

Devise дозволяє створити дуже гнучку систему автентифікації з такими функціями, як реєстрація користувача, вхід, вихід, скидання пароля, підтвердження облікового запису тощо. Впровадження Devise на веб-сайті онлайн-книги рецептів гарантує, що користувачі можуть створювати облікові записи, входити в систему і безпечно керувати своїми сесіями. Ця система автентифікації забезпечує безперебійну роботу користувачів, зберігаючи при цьому високий рівень безпеки.

Автентифікація користувачів за допомогою Devise передбачає створення моделі користувача, яка є основою для управління його даними. Ця модель інтегрується з Ruby on Rails і налаштовується за допомогою різних модулів, що надаються Devise. Devise використовує стандартні галузеві методи шифрування для захисту конфіденційної інформації, мінімізуючи ризик несанкціонованого доступу.

Управління сесіями – ще один важливий аспект безпеки. Devise керує сесіями користувачів, дозволяючи їм залишатися в системі під час різних взаємодій з веб-сайтом. Ця функція дозволяє користувачам залишатися автентифікованими без необхідності повторного входу в систему. Devise також включає функції закінчення сесії для підвищення безпеки, гарантуючи, що вони автоматично завершуються після певного періоду бездіяльності.

Використання Devise також сприяє майбутньому масштабуванню та гнучкості. Його модульна архітектура дозволяє легко налаштовувати і розширювати, додаючи нові функції або заходи безпеки за потреби. Така гнучкість є особливо корисною для веб-сайту онлайн-книги рецептів, де в майбутньому можна буде додати додаткову функціональність, наприклад, вхід через соціальні мережі або багатофакторну автентифікацію. Підтримка спільноти Devise та обширна документація додатково гарантують, що система автентифікації залишається в курсі найкращих практик та стандартів безпеки, що розвиваються.

В даній системі є один користувач, який може бути зареєстрованим або незареєстрованим. Незареєстровані користувачі мають змогу зареєструватися та переглядати і шукати рецепти. Зареєстровані користувачі додатково можуть увійти/вийти, додати та видалити рецепт з улюблених, створити, редагувати та видалити створені рецепти, а також редагувати власну інформацію.

### ***Висновки***

Використовуючи вподобання користувачів та атрибути об'єктів, системи рекомендацій можуть покращити рекомендації щодо продуктів та контенту, підвищуючи задоволеність та залученість користувачів на різних цифрових платформах. Крім того, впровадження системи рекомендацій сприяє кулінарному дослідженню та залученню спільноти, сприяючи культурному обміну та урізноманітненню кулінарного досвіду серед користувачів різного походження. Результати роботи підкреслює важливість рекомендаційних систем у створенні персоналізованого досвіду та розширенні залучення користувачів у різних сферах. Отримані результати сприяють постійному розвитку технології рекомендацій, прокладаючи шлях для майбутніх досліджень та інновацій у сфері користувацького дизайну та прийняття рішень на основі даних.

### ***Посилання***

1. Trygve/MVC. folk.universitetetioslo.no. URL: <https://folk.universitetetioslo.no/trygver/themes/mvc/mvc-index.html> Дата звернення: 13.05.2024.
2. Ruby on Rails. Ruby on Rails. URL: <https://rubyonrails.org> Дата звернення: 13.05.2024

## ROBOTIC CONTROL SYSTEM OF SORTING COMPLEX

*Assoc. Prof., Ph.D., Docent N.O. Miniailo*

Department of electrical engineering and cyberphysical systems

*Engineering Educational and Scientific Institute*

*named after Yu.M. Potebni ZNU, Zaporizhzhia, Ukraine*

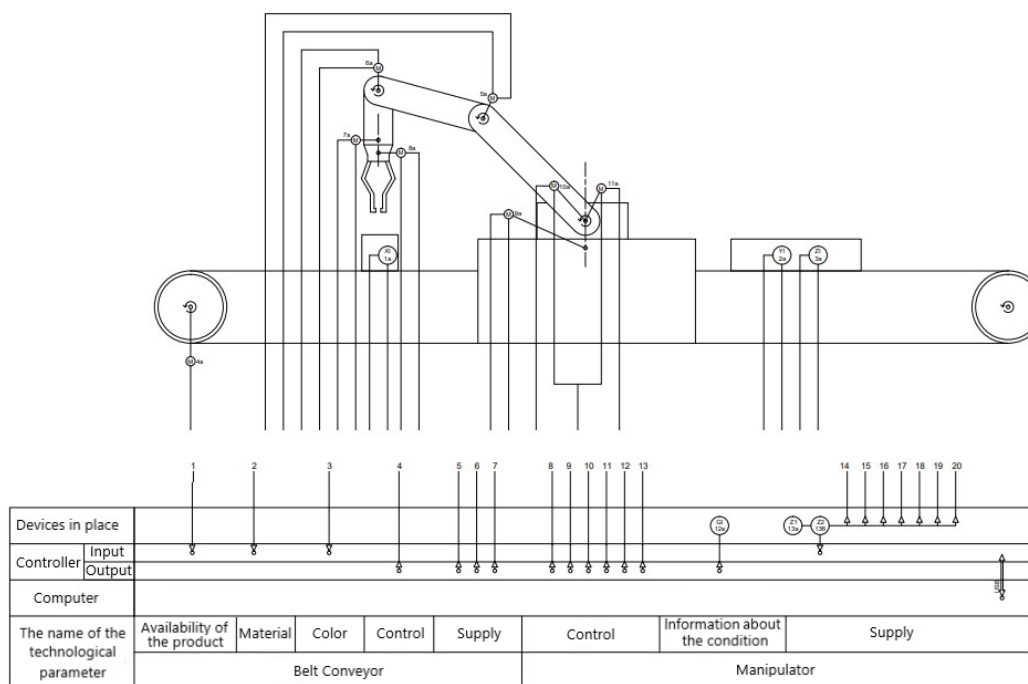
Today, when analyzing the technological processes of different industries and services, it is possible to single out such a process as sorting [1] products. For each industry, sorting can be implemented to different criteria that characterize the product by material, color, size, shape, weight and other parameters.

After analyzing the technological equipment of the sorting lines, it was found that modern robotic complexes, which represent a flexible production system, are most often used at these production site abroad. In such a system, automatically operating machines (industrial robots) implement all technological operations of sorting, with the exception of management and control functions, which are left to a person (operator-technologist).

The technological equipment of sorting lines abroad, as a rule, is modern industrial robots or robotic complexes (RC). The products of such corporations and companies as ABB (Sweden, Switzerland), Denso, Fanuc, Yaskawa Electric, Epson, Kawasaki, Mitsubishi Electric (Japan), Kuka (Germany), Omron Adept Technology, Universal Robots (USA) is characterized by modern developments in branch of production of industrial robots [2]. They present on the market robots capable of lifting loads up to 1500 kg, working in aggressive and sterile environments, at high and low temperatures, characterized by high accuracy and speed of technological operations.

RC design in the laboratory of the Department of Electrical Engineering and Cyberphysical Systems of the Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebni ZNU began with the development of an information and material flows scheme, with the help of which the general principle of the RC work was determined. As a result of the formed concept, a functional automation scheme was developed (Fig. 1), which shows the control object, the location of primary converters and executive mechanisms, and other hardware of automation. This made it possible to create and define the main principles of control.

Three types of primary converters, which are located along the conveyor along the movement of products, were used to implement the tasks of recognizing the characteristics of objects. An infrared obstacle sensor (YL-63) was chosen to determine the presence of objects on the conveyor. The product detection distance is from 0,02 до 0,3 m [3]. To increase the accuracy and expand the operating range of the primary converter, an additional infrared emitter was installed in the complex opposite him. An inductive proximity sensor (APS-30-4N) was used to determine the magnetically conductive characteristics of products. The sensor made it possible to detect objects without physical contact within the working zone, which is 4 mm [4].



**Figure 1 – Functional scheme of the automation of the sorting complex**

The color sensor (TCS230) consists of four types of photodiodes: with a red filter, with a green filter, with a blue filter and without a light filter. In its composition, it has a converter that converts data from photodiodes into a wave with a frequency proportional to the intensity of light of the match color. Optimal distance of color definition is 5-10 mm [5].

Executive mechanisms in the form of MG996R servo drives are installed directly on the manipulator.

The basic element of the control system of the sorting complex is Arduino ATmega2560 microcontroller [6]. Its programming was carried out using the Arduino IDE software and the C++ programming language. Based on the developed algorithm of the control system, subprograms are written: a subprogram for setting up primary converters, connecting servo drives, declaring the start position of the manipulator, a subprogram for moving the manipulator section, selecting the characteristics of the sorting zones, setting up information output on the display, and others.

The real-time work of the robotic sorting complex allows the operator to use the buttons to select the necessary way (principle) of sorting products that move along the conveyor to the container, which is divided into sectors. The products that should be in each of the sectors are characterized by the same parameters, for example, the material of the product and its color. Transportation of products along the conveyor is performed sequentially at a constant speed. When the product enters the analysis zone, its parameters are determined with the help of sensors. In accordance with the received characteristics of the product, the program calculates control impacts for the servomotors, which allow the manipulator to grab and transfer the product to the required sector. If the product parameters do not match the criteria, this product is ignored by the manipulator and dropped by the conveyor into a separate container located at the end of the conveyor.

The operator can see amount of sorted products and the characteristics of the current product, which is in the zone of analysis of its parameters, in real time on the LCD display screen.

**Conclusions.** The gained experience of configuring the robotic sorting complex and the analysis of the work of its individual components showed the main directions of further research that can be carried out in order to improve the work of the complex. This is the determination of the impact of the location and sensitivity of the primary converters on the speed and reliability of their recognition of the properties of objects, optimization of the manipulator movement control algorithm to minimize the time of technological operations, improvement of the system of object recognition on the conveyor belt.

### *References*

1. Sorting: [Electronic resource]. – Access mode: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sorting>.
2. Top 10 industrial robotics companies in the world in 2023 : [Electronic resource]. – Access mode: <https://technologymagazine.com/top10/top-10-industrial-robotics-companies-in-the-world-in-2023>.
3. Obstacle sensor (module YL-63): [Electronic resource]. – Access mode: <https://arduino.ua/prod1212-datchik-prepyatsviya>.
4. Inductive proximity sensor LJ12A3-4-Z-BX: [Electronic resource]. – Access mode: <https://arduino.ua/prod1426-indyktivnii-datchik-priblijeniya-lj12a3-4-zbx>.
5. Color sensor TCS230: [Electronic resource]. – Access mode: <https://arduino.ua/prod252-datchik-cveta-tcs230>.
6. Arduino Mega 2560 R3 (CH340): [Electronic resource]. – Access mode: <http://arduino.ua/prod2611-arduino-mega2560-r3-ch340>.

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМІ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ**

*Зав. кафедри, канд. техн. наук., доцент О. Я. Петренко*

*Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій, м. Київ, Україна*

### **Вступ**

В сучасному інформаційному суспільстві, знання та вміння в галузі інформаційних технологій стають все більш важливими та необхідними для успішної кар'єри. Це робить актуальним питання підготовки кваліфікованих фахівців, які володіють необхідними ІТ-компетенціями.

Система післядипломної освіти (ПДО) відіграє важливу роль у цій підготовці. Вона дозволяє фахівцям, які вже мають вищу освіту, оновити свої знання та навички, а також отримати нові компетенції, необхідні для успішної роботи в умовах інформаційного суспільства. У зв'язку з цим, викладання інформаційних технологій у системі післядипломної освіти набуває особливого значення.

### **Постановка проблеми**

У сучасному світі, де технології та знання постійно розвиваються, підвищення кваліфікації стає необхідною умовою для успішного професійного розвитку та кар'єрного зростання. Це стосується не лише фахівців з вузькоспеціалізованих галузей, але й представників будь-якої професії. Система безперервної освіти, до якої входить підвищення кваліфікації, передбачає безперервне та послідовне навчання протягом життя людини [1]. Це дає можливість:

- оновлювати свої знання та навички відповідно до актуальних вимог ринку праці;
- оволодівати новими компетенціями, необхідними для роботи в нових умовах;
- підвищувати свою кваліфікацію та кар'єрний рівень;
- змінювати професію у разі потреби.

Існує багато форм підвищення кваліфікації:

- навчання на курсах: короткострокові програми, що дають можливість отримати знання та навички з певної теми;
- участь у семінарах та тренінгах: короткострокові заходи, спрямовані на вивчення нових методів роботи та практичних навичок;
- стажування: можливість отримати практичний досвід роботи в іншій компанії або організації;
- самоосвіта: вивчення нових знань та навичок самостійно за допомогою книг, статей, онлайн-курсів тощо.

Актуальність дослідження обумовлена такими факторами:

- постійний розвиток інформаційних технологій, зростання їх освітнього потенціалу та підвищення вимог до професійної компетентності викладача;
- потреба в запровадженні технологій дистанційного навчання у систему післядипломної освіти як форми підвищення кваліфікації;
- потреба у формуванні та розвитку навичок самоосвітньої діяльності та самоорганізації.

Метою статті є представлення досвіду запровадження дистанційної форми підвищення кваліфікації викладачів ВНЗ з використанням можливостей платформи дистанційного навчання Microsoft 365 for Education як нових форм безперервної освіти викладачів, визначення чинників, що перешкоджають професійному розвитку викладачів, та особливостей застосування технологій дистанційного навчання в системі післядипломної освіти.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Теоретичні та практичні аспекти вдосконалення професійної діяльності педагогічних працівників висвітлено в працях Н. М. Бібик, М. С. Вашуленка, Л. М. Ващенко, І. А. Зязюна, Н. І. Клокар, В. Г. Кременя, І. Л. Лікарчука, Н. Г. Ничкало, В. В. Олійника, Л. А. Онищук, О. М. Пехоти, Л. П. Пуховської, О. Я. Савченко, Т. М. Сорочан та ін. [2].

Проблеми впровадження технологій дистанційного навчання досліджували Дж. Андерсон, Ст. Віллер, Т. Едвард, Р. Клінг, В. Ю. Биков, Н. О. Думанський, В. М. Кухаренко, В.В. Олійник, О. Г. Глазунов, К. М. Обухов, О.О. Самойленко, Н. Г. Сиротенко та ін.

Теоретико-методологічні проблеми формування та моделювання навчальних середовищ засобами технологій дистанційного навчання досліджуються в працях науковців: В. Ю. Бикова, Ю. М. Богачкова, В. М. Кухаренка, В. В. Олійника, О. Г. Глазунової, Л. Л. Ляхоцької, О. П. Пінчук, О. М. Самойленка.

Увага більше приділяється технічним аспектам запровадження технологій дистанційного навчання, а психолого-педагогічні та теоретико-методологічні питання розвитку педагогічної діяльності відсуваються на задній план. Незважаючи на певні наукові досягнення, проблема дистанційного навчання як педагогічної технології неперервної освіти вивчена недостатньо [3].

Аналіз праць учених свідчить, що сьогодні досліджують здебільшого суто технічне забезпечення процесу дистанційного навчання, упровадження технологій дистанційного навчання в навчальний процес вищих навчальних закладів. Незважаючи на значну кількість праць, чимало питань залишаються не вирішеними, зокрема, потребують досліджень питання вдосконалення професійної та інформаційно компетентності викладачів засобами сучасних інформаційно технологій, технологій дистанційного навчання тощо.

### **Виклад основного матеріалу**

Пошук нових педагогічних можливостей є характерним для сучасної освіти. Це пов'язано насамперед із відмовою від традиційного навчання та запровадженням нових форм навчання для збереження цілісності педагогічного процесу як системи, що ґрунтується на теорії загальнолюдських цінностей [4].

У процесі підвищення кваліфікації кадрів доводиться вирішувати складніші питання, ніж під час підготовки майбутніх спеціалістів у ВНЗ, оскільки у разі перенавчання і підвищення фахового рівня доводиться асимілювати нові знання в структуру життєвого досвіду слухачів.

Водночас система підвищення кваліфікації більш динамічна та здатна реагувати на швидкі соціально-економічні і техніко-технологічні умови. Як правило, вона має безпосередній двосторонній зв'язок із практикою, що дає змогу швидше отримати освітній результат, а контингент, що навчається, здатний критично оцінювати пропоновані інновації, може безпосередньо брати участь в їх апробації, розвитку та реалізації [5].

Виділимо особливості системи післядипломної освіти:

- необхідність постійної орієнтації на запити суспільства, в якому освіта перебуває у кризовому стані та вимагає принципової модернізації;



- посилення вимог до якості підвищення кваліфікації відповідно до запитів українського суспільства та інтеграції в міжнародний освітній простір;
- поширення платних освітніх послуг.

Робота в системі підвищення кваліфікації має ґрунтуватися на впровадженні найсучасніших і найефективніших технологій, спрямування роботи відповідно до потреб освітньої галузі. Необхідною умовою ефективного навчання дорослих є активне навчання, в якому переважають методи і технології, спрямовані на самостійне засвоєння слухачами знань і набуття вмінь у процесі їхньої активної розумової та практичної діяльності.

Виділимо особливості викладання інформаційних технологій (ІТ) в системі післядипломної освіти:

- Акцент на практичних навичках. Слухачі ПДО, як правило, мають досвід роботи, тому їм важливо не стільки отримати теоретичні знання, скільки навчитися застосовувати їх на практиці. Викладачі ІТ повинні використовувати різні методи навчання, орієнтовані на розвиток практичних навичок;
- Індивідуальний підхід. Слухачі ПДО мають різний рівень підготовки та досвіду роботи з ІТ. Тому важливо, щоб викладачі використовували індивідуальний підхід до навчання, враховуючи особливості та потреби кожного слухача;
- Використання сучасних ІТ-інструментів та платформ. У процесі навчання ІТ в системі ПДО використовуються сучасні ІТ-інструменти та платформи, які дозволяють слухачам отримати практичний досвід роботи з ними;
- Короткий термін навчання. Як правило, програми ПДО з ІТ мають короткий термін навчання, тому важливо, щоб викладачі чітко структурували матеріал та подавали його максимально стисло та доступно.

Крім вищезазначеного, до особливостей викладання ІТ в системі ПДО також можна віднести:

- Необхідність враховувати вікові та психологічні особливості слухачів. Слухачі ПДО, як правило, є дорослими людьми, які мають певний життєвий досвід та сформовані погляди. Викладачі ІТ повинні враховувати це при виборі методів та форм навчання;
- Важливість формування у слухачів навичок самостійного навчання. В умовах постійного розвитку ІТ важливо, щоб фахівці вміли самостійно оновлювати свої знання та навички.

В системі післядипломної освіти, на нашу думку, найефективнішими сьогодні є інтерактивні, тренінгові та інформаційні технології. Розвиток інформаційних технологій у сучасному світі потребує нових методичних підходів до освітнього процесу. Сьогодні у світі спостерігається формування освітніх систем нового покоління, ознаками яких є відкритість матеріалів для коментування, редагування та адаптації під конкретного користувача.

Запровадження інформаційних технологій у систему освіти веде до зміни ролі викладача, до появи нових методів, організаційних форм і засобів навчання. У контексті інноваційного розвитку післядипломної освіти на основі інформаційно-комунікаційних технологій значні перспективи має навчання за дистанційною формою.

Відповідно до чинного законодавства України під дистанційним навчанням розуміється індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, що відбувається переважно за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчального процесу в спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних інформаційних технологій [6].

В інституті післядипломної освіти Національного університету харчових технологій впроваджено дистанційну форму підвищення кваліфікації викладачів на основі хмарної платформи Microsoft 365 for Education. Викладачі інституту розробили для слухачів курсів підвищення кваліфікації освітні та робочі програми, навчальні посібники, конспекти лекцій, тести, екзаменаційні білети, відеоматеріали та інші навчально-методичні розробки та розмістили їх в хмарних сховищах Microsoft 365 for Education.

Microsoft 365 for Education [7] є однією з найпопулярніших та ефективних платформ для проведення дистанційного навчання. Цей продукт має багато переваг, які сприяють якісному викладанню та розвитку компетентностей учасників післядипломної освіти.

Перш за все, Microsoft 365 for Education надає широкі можливості для організації процесу навчання. З його допомогою можна створювати електронні курси, завдання, тести, спільно працювати над проектами та здійснювати групову роботу. Це дозволяє зробити навчання більш інтерактивним та привабливим для слухачів післядипломної освіти.

Друга перевага полягає у доступності. Microsoft 365 for Education можна використовувати на різних пристроях, таких як комп'ютери, смартфони та планшети. Це дозволяє слухачам мати постійний доступ до навчального матеріалу та спілкуватися з викладачами незалежно від місцезнаходження. Це особливо важливо для слухачів, які можуть бути залучені до роботи та мати обмежений час для навчання.

Третя перевага Microsoft 365 for Education - це його інтеграція з іншими популярними сервісами та програмними продуктами. Наприклад, це можливість створювати, редагувати та зберігати документи у хмарному сховищі OneDrive, використовувати електронну пошту Outlook для комунікації зі слухачами та викладачами, проводити відеоконференції за допомогою Microsoft Teams. Це значно спрощує організацію роботи та спілкування в рамках навчального процесу.

Окрім цього, Microsoft 365 for Education має широкий набір інструментів для індивідуального навчання та самостійної роботи слухачів. Це можливість використовувати відеоматеріали з платформи LinkedIn

Learning, вирішувати завдання у програмі Excel, розробляти презентації у PowerPoint. Такі інструменти дозволяють студентам розвивати свої навички та підвищувати їх компетентність у використанні інформаційних технологій.

Аналіз результатів навчання викладачів ВУЗів [8] за дистанційною формою та спілкування зі слухачами та викладачами виявило такі труднощі в організації підвищення кваліфікації за дистанційною формою навчання:

- технічні проблеми (обмежений доступ до комп'ютерної техніки в навчальних закладах, відсутність електроенергії під час проведення заняття, відсутність доступу до мережі Інтернет або низька пропускну спроможність мережі);
- брак часу на розроблення якісних дистанційних курсів (розроблення курсів дистанційного навчання дуже трудомісткий процес, потребує додаткових професійних знань і вмінь викладачів);
- недостатній рівень навичок організації спільної діяльності засобами технологій дистанційного навчання у викладачів;

Усі вищезазначені труднощі ускладнюють проведення навчання. З досвіду впровадження технологій дистанційного навчання в ІПДО НУХТ визначені такі способи подолання наведених проблем:

- після кожного заняття проводиться поточний контроль шляхом виконання невеликих за обсягом завдань, які викладачі готують завчасно;
- проводиться та зберігається в хмарі запис кожного заняття для можливості його перегляду слухачами в зручний для них час;
- засобами електронної пошти, мобільного зв'язку, сервісів IP-телефонії підтримується постійний зв'язок викладача зі слухачами;
- викладачами кафедри інформатики проводяться тренінги для викладачів інших кафедр щодо можливостей платформи Microsoft 365 for Education.

Слід зазначити, що з розвитком інформаційних технологій усе більше педагогів виявляють бажання підвищувати кваліфікацію з використанням дистанційних технологій. Опитування слухачів, яке періодично проводиться на заняттях, показало, що таке навчання виявилось для них кориснішим, інформаційно більш насиченим, економічно вигіднішим, ніж звичайні курси.

Запровадження технологій дистанційного навчання надає можливість урізноманітнити методи й засоби навчальної діяльності слухачів, організувати персоналізоване навчання, створити умови для професійного розвитку слухачів.

### **Висновки**

1. Процес удосконалення професійної компетентності викладачів потребує змін традиційних форм та методів у наявній системі післядипломної освіти, орієнтації на персональні фахові запити слухачів.

2. Запровадження технологій дистанційного навчання в систему післядипломної освіти має значні перспективи, стимулює викладачів до самостійного пошуку та аналізу даних у контексті розвитку предметної

галузі, створює сприятливі умови щодо професійного розвитку викладачів, побудови індивідуальної освітньої траєкторії, визначення власних освітніх цілей та їх досягнення, реалізації принципу «освіти впродовж життя».

3. Питання запровадження технологій дистанційного навчання в систему підвищення кваліфікації викладачів є актуальними, дискусійними та потребують подальшого поглибленого вивчення.

### **Посилання**

1. Маслов В. Енциклопедія освіти [голов. ред. В. Г. Кремень]. – К.: Юрінком Інтер, 2008.
2. Биков В.Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: монографія. – К.: Атіка, 2009.
3. Ляхоцька Л. Дистанційне навчання як педагогічна технологія неперервної освіти / Л. Ляхоцька // Педагогічні науки: збірник наукових праць. – Полтава: Вид-во Полтавського педагогічного університету, 2014.
4. Колос К. Р. Система MOODLE як засіб розвитку предметних компетентностей учителів інформатики в умовах дистанційної післядипломної освіти: дис. кан. пед. наук: 13.00.10 «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» / Колос К. Р. – Житомир: Держ. ун-т імені Івана Франка.
5. Ярковий А.О., MOODLE - Електронна Система керування навчальним процесом: Навчальний посібник. Частина I. (дисципліна: Виготовлення презентаційних матеріалів). Київ: ПДО НУХТ, 2020. 43 с.
6. Положення про дистанційне навчання: Наказ МОН України від 25.04.2013 № 466 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13>
7. Петренко О.Я., Ярковий А.О. Працюємо в Microsoft Teams: Навчальний посібник. / О.Я. Петренко, А.О.Ярковий – К. ПДО, 2021. – 59 с.
8. Захар Ольга. Особливості застосування технологій дистанційного навчання в системі підвищення кваліфікації вчителів інформатики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2019/jun/16829/08-23-27.pdf>

## **ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ПРИ ВИКЛАДАНІ КІБЕРБЕЗПЕКИ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ**

*Доц., канд. фіз.-мат наук І.А. Петрушко, асистент І.В. Поліщук  
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна*

### **Вступ**

Тенденції сучасного ринку праці демонструють зростаючий попит на ІТ фахівців з кібербезпеки. Крім фахових навичок у таких працівників необхідно формувати навички командної роботи, гнучкість у прийнятті рішень, критичне мислення. В даній роботі представлено результати інноваційного

підходу при викладанні одного з курсів циклу кібербезпеки в Ужгородському університеті на прикладі хробака Mirai botnet [1-3]. Mirai botnet є прикладом DDos атаки, яка вражає слабозахищені прилади інтернету речей (IoT).

### ***Мета***

Метою даного педагогічного експерименту було застосувати при вивченні хробака Mirai botnet інноваційного підходу:

- 1) спільно розглянути анатомію даного хробака, на цій основі підготувати таблицю з пустими полями, яку студенти самостійно мають заповнити;
- 2) розділити студентів на команди, всередині кожної з команд поставити завдання колективно знайти рішення по захисту від хробака (мозговий штурм); також розробити тести по основних поняттях даної теми – 10 питань;
- 3) командне заповнення таблиці на основі виконаного пошуку;
- 4) представлення на практичному занятті отриманих результатів, їх обговорення;
- 5) перехресне розв'язання і обговорення тестів, підготованих студентами.

### ***Результати***

Групу студентів було розбито на команди так, щоб інтелектуальний склад кожної з команд був приблизно однаковим. Також, важливо призначити в кожній з команд лідера, який розподіляє завдання відповідно до рівня членів команди, слідкує за станом виконання, а також надає необхідну підтримку. Викладачеві достатньо підтримувати і моніторити лідерів команд. Зазначимо, що такий підхід дає можливість студентам скоординовано шукати методи захисту від хробака Mirai botnet, причому є можливість взяти до уваги різні точки зору, звести їх в єдину цілісну картину – в нашому випадку таблицю. Також, студенти запропонували «підглянути» рішення в області організації інформаційних процесів в живих системах з метою знайти свіжі рішення. Такий підхід називається біоніка. Наприклад найоптимальнішу форму крила деяких літальних апаратів запозичено в комах, адже принципи аеродинаміки однаково діють і на літальний апарат, і на крило комахи [4]. Зазвичай, студенти використовують соціальні мережі для організації комунікацій та систему контролю версіями GitHub для зберігання різних версій проекту.

Розглянемо детальніше аналогії організації інформаційних процесів в живих та технічних системах. Наприклад, виявлення інфекційних агентів:

у живих організмах рецептори на поверхні клітин розпізнають патогени та активують сигнальні шляхи, що вказують на наявність інфекції;

у мережевих системах алгоритми ШІ виявляють аномальну активність мережевих пристроїв або трафіку, і сигналізують про наявність ботнету або кібератаки.

**Таблиця 1 – Анатомія Mirai botnet, методи захисту та аналогії з сфери живих організмів**

Етап розгортання атаки	Методи захисту/пом'якшення атаки, запропоновані студентами	Процеси аналогічної природи в живих організмах
1	2	3
<p><b>1.</b> Розвідка: збір IP-адрес. Одна з ключових функцій Mirai - це постійний пошук та збір IP-адрес з веб-камер, маршрутизаторів та інших IoT-пристроїв, які використовують стандартні логіни та паролі за замовчуванням або мають вразливості в програмному забезпеченні.</p>	<p>Зміна стандартних логінів та паролів; оновлення програмного забезпечення; вимикання непотрібних послуг; використання файрволів; використання мережесхем рішень безпеки: Intrusion Detection/Prevention Systems (IDS/IPS) або систем контролю доступу (Access Control Systems), щоб виявляти та блокувати аномальну активність; моніторинг мережі на предмет аномальної активності та спроб несанкціонованого доступу; шифрування для всіх з'єднань до вашого пристрою, особливо для важливих і конфіденційних даних; відключення від Інтернету пристроїв, які не потребують постійного підключення до мережі; встановлення обмеження на доступ до мережі; навчання користувачів про правильні методи безпеки-кібергігієна.</p>	<p>Вторгнення молекул у клітину або організм. Наприклад, вірус може використовувати свою оболонку для взаємодії з рецепторами клітини та вбудовування свого генетичного коду в ДНК господаря. Наприклад, вірус СНІДу «хакає» (обманює) імунну систему організму.</p>
<p><b>2.</b> Перехоплення управління скомпрометованими (зламаними) IoT пристроями</p>	<p>Аналогічно до п.1 таблиці. Регулярний аудит безпеки – пошук вразливостей в системі з метою їх усунення – penetration testing (Kali Linux, Nmap і т. д.). Впровадження BlockChain при авторизації [3].</p>	<p>Паразити різної природи модифікують природні програми поведінки клітин використовуючи вразливості у захисних механізмах організму, щоб отримати доступ і контроль над клітинами або системами організму-господаря; це веде до розвитку різноманітних захворювань або втрати функціональності організму.</p>

Продовження таблиці 1

1	2	3
<p><b>3.</b> Після успішного захоплення IoT пристроїв, Mirai формує мережу ботів і використовує їх для виконання розподілених атак з відмовою в обслуговуванні (DDoS). Ці атаки можуть спричинити недоступність сервісів в Інтернеті шляхом перенасичення цільового сервера трафіком від ботів.</p>	<p>Аналогічно до п.1 таблиці. Сегментація мережі. Ізоляція скомпрометованих IoT приладів – карантин.</p>	<p>Клітини, вражені вірусами, атакують клітини та системи організму, що може спричинити серйозне захворювання або навіть смерть.</p>
<p><b>4.</b> Mirai використовує досить прості алгоритми атаки, що дозволяє йому швидко заражати та керувати великою кількістю пристроїв.</p>	<p>Залучення арсеналу ШІ для ефективного розпізнання аномальної активності мережного трафіку. Сегментація мережі, щоб ефективно організувати ізоляцію і відновлення інфікованих кластерів мережі. Налаштування автоматичного резервного копіювання в хмарних сервісах для швидкого відновлення навіть у випадку успішної атаки. Розслідування і документування інцидентів безпеки для оптимізації майбутньої роботи безпекової служби; навчання персоналу навичкам безпечної поведінки в кіберпросторі, а також найпростішим сценаріям реагування на кіберінциденти.</p>	<p>Будова біологічного віруса максимально проста- це просто ДНК в білковій капсулі. ДНК віруса є біологічним чіпом з інформацією, який вбудовується в ДНК господаря, внаслідок чого програму господаря змінено так, що клітина господаря починає клонувати віруси. Вірус не має ні дихання, ні травлення, ні системи відтворення – він простий.</p>
<p><b>5.</b> Автоматичне оновлення: Однією з особливостей Mirai є його можливість автоматичного оновлення. Він може самостійно оновлюватися за допомогою вбудованого механізму, що дозволяє йому використовувати нові вразливості та методи атаки.</p>	<p>Адміністративно налаштувати періодичне оновлення ПЗ IoT системи (щоб IoT прилади мали ПЗ без багів). Якщо є економічна доцільність, то можна скористатися платними хмарними безпековими послугами Cisco Umbrella, DNA, Meraki, Talos, XDR, і т. д. Ці сервіси автоматизують безперервний процес безпекових заходів. Максимальне застосування туманних обчислень – чим менше трафік ззовні всередину мережі, тим менше імовірність проникнення (збільшення автономності).</p>	<p>Генетичні мутації та механізми рекомбінації ДНК можуть спричинити зміни в геномі організмів-нападників. Ці зміни можуть призвести до виникнення нових властивостей та стійкості до зовнішніх факторів (резистентність до антибіотиків).</p>



Важливою є і аналогія в механізмах розпізнання атаки:

в живих організмах, імунна система мобілізує відповідь на інфекцію за допомогою сигнальних шляхів та вироблення специфічних антитіл та цитокінів; у мережевих системах аналізатори трафіку та алгоритми машинного навчання обробляють дані для виявлення зловмисних дій та вибору оптимальної стратегії відповіді використовуючи алгоритми нечіткої логіки [5].

Спільна реакція та співпраця:

у живих організмах клітини імунної системи працюють скоординовано для ефективного розпізнавання інфекційної загрози та реакції на неї;

у мережевих системах спільна реакція виявлених пристроїв або користувачів може бути організована через Blockchain -платформу, де рішення приймається на основі консенсусу мережі.

Оновлення та адаптація:

У живих організмах, імунна система може вдосконалюватися та адаптуватися до нових інфекцій шляхом мутацій та пам'яті імунної системи.

У мережевих системах, Blockchain може служити для збереження та оновлення інформації про нові загрози та налаштування безпекових протоколів саме на наявну ситуацію.

Підсумовуючи зазначимо, що не зважаючи на багато спільних рис, технічні системи, на відміну від біологічних, не зданті до самовідворення та передачі спадкової інформації; якісно відрізняється і підхід до кодування сигналів: у живих системах інформація часто кодується у формі хімічних сигналів, таких як різноманітні молекули, гормони, нейромедіатори тощо. Ці сигнали використовуються для передачі сигналів між клітинами, органами та системами організму при селективному каталізові клітинних процесів; сучасні інформаційні системи зазвичай використовують електронні сигнали для передачі даних. Роль нейромедіаторів схожа на мультисценарні цифрові підписи.

Під час обговорення результатів та розв'язання тестів викладач фокусується на формуванні дружньої атмосфери спілкування, всі студенти, які працювали над даним проектом отримують хороші оцінки - формат спілкування win-win. Тести, отримані і апробовані в такий спосіб, викладач може використовувати в подальшій роботі, при підготовці банку питань для модульних та екзаменаційних контрольних завдань.

### ***Висновки***

Даний інноваційний підхід добре зарекомендував себе і може застосовуватися для урізноманітнення навчального процесу. Студенти завдяки своєму незаангажованому поглядові продукують свіжі ідеї, які можуть стати новими корисними рішеннями при захистові від Mirai botnet. Також має місце розвиток лідерських якостей у сильних студентів, командних навичок, а також навичок презентувати свою точку зору у всіх студентів. Цінним при застосуванні даного методу є інноваційне бачення на поставлену задачу, обмін думками та розвиток командних навичок.

### *Посилання*

1. <https://www.netacad.com/courses/cybersecurity/iot-security>
2. Affinito A., Zinno St, Stanco G., Botta A., Ventre G. The evolution of Mirai botnet scans over a six-year period. Journal of Information Security and Applications. Volume 79, December 2023, 103629.
3. Sajjad S.M., Mufti M.R, Yousaf M., Aslam W., Ishahrani R., Nemri N., Afzal H., Khan M.A, Chen Ch.-M. Detection and Blockchain-Based Collaborative Mitigation of Internet of Things Botnets. Wireless Communications and Mobile Computing Volume 2022, Article ID 1194899, 26 pages <https://doi.org/10.1155/2022/1194899>
4. Євсєєв В. В. Аналіз конструкції крила робота-орнітоптера / Р. І. Захаров, В. В. Євсєєв // III-я Міжнародна конференція «Виробництво & Мехатронні системи 2019», м. Харків, 24-25 жовтня 2019 р. – Х. : ХНУРЕ, 2019. – С. 36 – 38.
5. Gavurova B., Kelemen M., Polishchuk V., Mudarri T. and Smolanka V. A fuzzy decision support model for the evaluation and selection of healthcare projects in the framework of competition // Frontiers in Public Health, 2023. -11:1222125.

## **РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ КОМПЕНСОВАНОГО ВИПРЯМЛЯЧА З ПАРАЛЕЛЬНИМ АКТИВНИМ ФІЛЬТРОМ**

*Студ. К.О. Підпрогора, ст. викл. М.В. Антонова, ст. викл. Є.В. Васильєва,  
доц. А.Є. Казурова, доц. М.Л. Антонов  
Національний університет «Запорізька політехніка»,  
м. Запоріжжя, Україна*

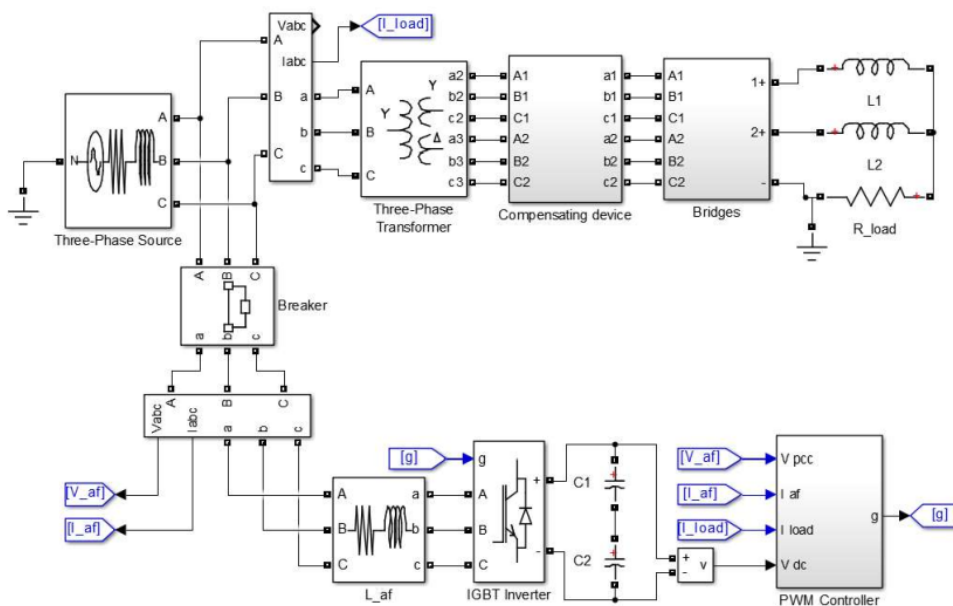
У багатьох електричних мережах та системах вентиляльні перетворювачі є одним із основних видів навантаження. Перетворювач є для мережі нелінійним навантаженням, і його робота впливає на режими роботи мережі, особливо якщо потужності перетворювача та мережі можна порівняти [1].

Компенсовані перетворювачі мають низку переваг, завдяки чому дослідження їх характеристик є дуже актуальною темою.

Мета роботи – дослідження енергообміну у дванадцятифазному компенсованому випрямлячі з позиції теорії миттєвої потужності за допомогою комп'ютерного моделювання. Дослідження взаємного впливу активного фільтра та компенсованого випрямляча.

Для покращення енергетичних характеристик та підвищення якості перетворення можуть бути використані компенсовані випрямлячі та активні фільтри.

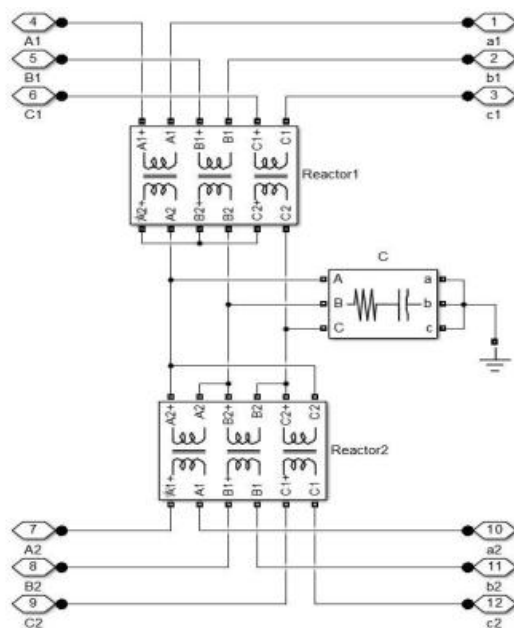
Для аналізу електромагнітних процесів у компенсованому випрямлячі з паралельним активним фільтром було виконано модель (рисунок 1) у комп'ютерному середовищі MatLab/Simulink (Mathworks Inc). Модуль SimPowerSystems, що входить до складу Simulink, є спеціалізованим додатком для моделювання пристроїв силової електронної техніки.



**Рисунок 1 – Математична модель скомпенсованого перетворювача**

Модель містить такі елементи: трифазне джерело напруги (Three-Phase Source), компенсований випрямляч і підключений паралельно йому активний фільтр.

Компенсуючий пристрій випрямляча виконано у вигляді підсистеми Compensating Device, склад якої показано на рисунку 2.



**Рисунок 2 – Блок компенсуючого пристрою**

З метою узгодження напруги комутації конденсаторної батареї в обох випрямних блоках, для реактора Reactor1 був обраний коефіцієнт трансформації рівний 1, а для реактора Reactor2 -  $\sqrt{3}$ . Обидва реактори включені в ланцюг послідовно, тому опору обмоток було взято набагато менше опорів обмоток перетворювального трансформатора.

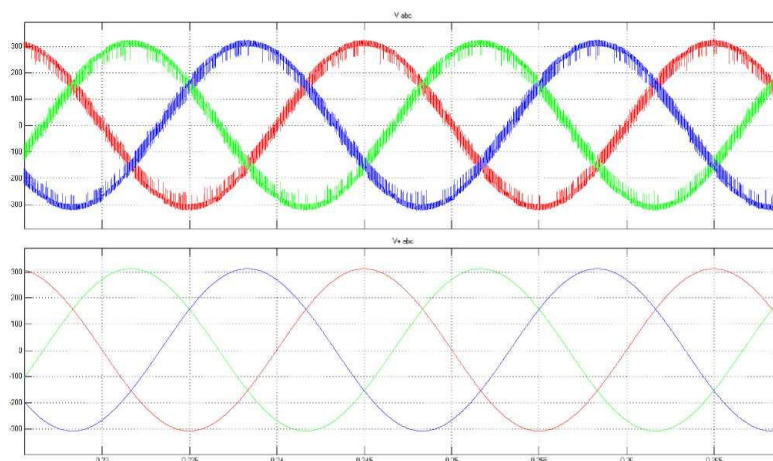
Для симетричного режиму роботи опору контурів комутації кожного з випрямлювальних мостів мають бути однаковими. Тому опір вторинної обмотки перетворювального трансформатора другого блоку було взято в 3 рази більше, ніж опір вторинної обмотки першого блоку ( $X_3 = 1,3188$  Ом та  $X_2 = 0,4396$  Ом відповідно). Опір первинної обмотки перетворювального трансформатора  $X_1 = 0,4082$  Ом.

Отримані в моделі результати повністю відповідають теорії, і підтверджують наявність парно-кратних гармонік струму в мережі живлення, парних і непарно-кратних гармонік в струмах реакторів, а також присутність тільки непарно-кратних гармонік струму і напруги на конденсаторах.

Вплив напруги, що вноситься реактором компенсуючого пристрою, на комутаційні процеси в блоці випрямляча можна оцінити, зіставивши напругу вентильної обмотки, напругу реактора компенсуючого пристрою і з напругою вентильного моста з струмами комутуючими цього блоку.

При моделюванні активного фільтра в даній роботі була прийнята стратегія компенсації потужності спотворення (компенсації змінної частини активної та реактивної потужності) та компенсації реактивної потужності (компенсації постійної частини реактивної потужності) з метою передачі енергії з постійною потужністю.

Результатом роботи блоку PSVD є виділений зі спотвореної спотвореної напруги в точці підключення активного фільтра сигнал прямої послідовності (рисунок 3). На величину спотворення напруги впливають параметри індуктивного фільтра і конденсаторної батареї активного фільтра.



**Рисунок 3 – Спотворена вхідна напруга і виділена блоком PSVD напруга прямої послідовності**

Індуктивний фільтр на виході інвертора вибирається таким, щоб швидкість зміни вихідного струму інвертора ( $di/dt$ ) збігалася зі швидкістю змін струму завдання контролера. Однак, зменшення індуктивності реактора збільшує частоту перемикань гістерезисного регулятора струму, збільшуючи втрати [2]. У цій роботі вибирали значення індуктивності фільтра від 5 мГн до 30 мГн.

**Висновок.** В ході моделювання в середовищі Matlab/Simulink отримана модель компенсованого випрямляча з паралельним активним фільтром, що дозволяє спостерігати за ходом електромагнітних процесів і станом енергетичних характеристик

#### *Посилання*

1. Singh, K.V. Matlab Simulation of Single Phase Shunt Active Filter Based on PQ Theory / K.V. Singh, P. Bhavsar, N. Patel // International Journal of Advances in Electrical and Electronics Engineering. – Dubai. – 2013. – Vol.2, N.3. – pp. 349-357.
2. Shahbaz, M. Active Harmonics Filtering of Distributed AC Systems / M. Shahbaz. – Thondheim.: Norwegian University of Science and Technology, 2012. – 86 p.

### **ПРОГРАМНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО ВАГОВОГО КОНТРОЛЮ**

*Доц. канд. фіз.-мат. наук І.В. Рассоха, доц., канд. пед. наук С.П. Рендюк  
Національний університет «Полтавська політехніка імені  
Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

*Старший інженер-програміст О.В. Рассоха  
GRID DYNAMICS POLAND SP. Z O.O., м. Вроцлав, Польща*

Конкурентоспроможність підприємства є однією з головних задач його керівництва. Підвищення її рівня може бути реалізовано за рахунок постійного моніторингу змін зовнішнього та внутрішнього ринку, аналізу роботи конкурентів та партнерів, останній інновацій науки та техніки тощо. Ефективним інструментом підняття конкурентоспроможності підприємства є контроль та моніторинг його внутрішньої та зовнішньої діяльності. Ціль контролю – забезпечення єдності управлінських рішень, визначених цілей і завдань із фактичним їх виконанням, попередження і своєчасне виявлення можливих ризиків невиконання планів, внесення коригувань тощо [1,4]. Завдяки підвищенню рівня комп'ютеризації за останні роки вирішення даних задач вийшло на якісно новий рівень. Зокрема, на підприємствах, у державних установах тощо, які мають на своєму балансі склади з великою кількістю продукції також відбуваються процеси вдосконалення та модернізації за допомогою розширення меж використання можливостей комп'ютерної техніки. Зупинимось на використанні засобів ЕОМ для забезпечення більшої точності та надійності роботи вагового обладнання. Характерною особливістю сучасного вагового обладнання є використання методів вимірювань, заснованих на перетворенні аналогових сигналів, що

надходять від тензодатчиків або від пружинних перетворювачів сили в цифрову форму. Розширюється поєднання вагового обладнання з ЕОМ, міні-ЕОМ і мікропроцесорами [2].

З існуючих аналогів можна виділити систему управління технологічним процесом контролю ваги борошна, яка призначається для автоматичного обліку приходу і витрати, а також контролю запасів борошна в ємностях. Модульність системи дозволяє нарощувати її функціональні можливості за кількістю входів-виходів і їх програмної обробці, тим самим, «підганяючи» систему під конкретний технологічний об'єкт. Але проблема полягає в тому, що дана система не надає користувачу ніякого інтерфейсу.

Ще одним аналогом такої системи є система зважування автомобілів. Автомобільна вага призначена для зважування автомобілів з відображенням результатів на ваговому індикаторі. Потім ці показники передаються в ПК для оброблення в загальну систему обліку: оформлення транспортних листів, накладних, перепусток тощо. Запис показань зважування дає можливість значно знизити ризик вивозу продукції через «перевантаження». Однак без інтеграції з відеоспостереженням цей захід недостатньо ефективний. Потрійний контроль – запис результатів зважування з передаванням показань в облікову програму й систему відеоспостереження – дає змогу уникнути зловживань з боку персоналу вашого підприємства – змови охорони й працівників вагової. У випадку використання системи відеоспостереження на ваговій ви отримуєте можливість повного контролю за продукцією, яка транспортується за межі підприємства: показники зважування передаються в облікову програму, при цьому вони мають відповідати зображенню. Якщо ж дані не збігаються, то на підприємстві є порушення.

Для оброблення відеоданих використовується система відеоспостереження «Інтелект». Це універсальна програмно-апаратна платформа, що дає змогу досягти повного відео- й вимірювального контролю над об'єктом: одержувати й обробляти показники, а у випадку перевантаження, відмінності ваги від показників у накладній, затримці зважування й інших нюансах — передавати відомість на мобільний телефон чи e-mail. Крім того, в систему можна додати модуль розпізнавання автомобільних номерів, що дасть змогу повністю автоматизувати контроль логістичної ланки й обліку робочого часу: система автоматично фіксує час заїзду й виїзду автотранспорту та повідомляє про автомобілі з «невідомими номерами».

Недоліком таких моделі поведінки є те, що, хоча й формально, ця система дозволяє контролювати процес, та контроль проводиться тільки над окремим продуктом, а отже така система не є уніфікованою та складною для проведення статистичної обробки даних. З іншого боку, при всій своїй надійності та простоті у роботі складські механічні ваги не можуть забезпечити вирішення однієї з найважливіших завдань складського обліку - автоматизацію обліку, створення статистики та контролю операцій

зважування на складі. При зважуванні на механічних вагах завжди буде присутній так званий «людський фактор».

Метою дослідження є вивчення питань та напрямків інноваційного підходу до процесу створення автоматизованих систем і засобів контролю вагів на підприємствах та у складських приміщеннях, визначення методів та заходів підвищення ефективності процесу зберігання та передачі товару шляхом переоснащення приміщень новітніми засобами автоматизації, розробка програмного продукту, що забезпечує більш високу ефективність контролю роботи складських приміщень, мінімізацію впливу «людського фактору» та підвищення якості збору статистичних даних.

**Основна частина.** Розглянемо можливості автоматизації у складських приміщеннях та на підприємствах. Як вирішення проблеми автоматизації обліку та контролю операцій зважування та задля зменшення людського фактору, автором пропонується використовувати додаток, реалізований з використанням Angular 2 у клієнтській частині, а в серверній частині реалізована REST архітектура та Internet of things- ваги (розумні ваги), які будуть надсилати REST запит з даними до серверу при зміні ваги товару.

REST, як і кожен архітектурний стиль, відповідає ряду архітектурних обмежень (англ. architectural constraints). Це гібридний стиль, який успадковує обмеження з інших архітектурних стилів. Такий вид спілкування клієнта та сервера є дуже зручним, оскільки дозволяє ефективно масштабувати систему [3]. Схема REST архітектури показана на рис. 1. Завдяки архітектурі REST клієнт може бути не тільки браузером, мобільним додатком а й навіть IOT. Це дозволило б у майбутньому розширити аудиторію користувачів додатку.

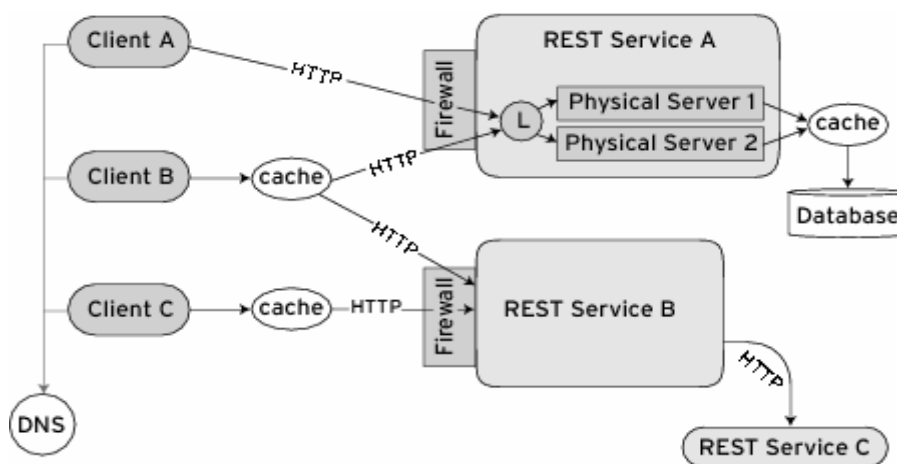


Рис. 1. Схема REST архітектури

Для розробки програмного продукту нами була обрана трирівнева архітектура. У комп'ютерних технологіях така архітектура, синонім триланкова архітектура (англ. three-tier або Multitier architecture), передбачає наявність наступних компонентів програми: клієнтський застосунок (зазвичай говорять «тонкий клієнт» або термінал), підключений до сервера застосунків, який в свою чергу підключений до серверу бази даних.



В даному випадку першим рівнем запропонованої системи є клієнт, який є інтерфейсним (графічним) компонентом і з міркувань безпеки не має прямих зв'язків з базою даних та з вимог до масштабованості не перевантажений бізнес-логікою. Зазвичай для нього доступна найпростіша бізнес-логіка: нескладні операції сортування та групування з готовими для обробки даними, інтерфейс авторизації, перевірка значень тощо. Сервер застосунків розташовується на другому рівні. На ньому зосереджена більша частина бізнес-логіки. Другий рівень будується у вигляді програмного інтерфейсу і зв'язує клієнтські компоненти із базою даних. Поза ним залишаються фрагменти, що експортуються на термінали, а також розміщені в третьому рівні збережені процедури і тригери. Третім рівнем в даному випадку виступає сервер бази даних, який являє собою стандартну реляційну або об'єктно-орієнтовану СУБД.

Найпростішим варіантом конфігурації є поєднання серверу застосунків із сервером бази даних на одному комп'ютері з підключенням до нього необхідної кількості терміналів.

Перевагами використання такої системи є:

- перехід від інформаційних систем, які використовують різні бази даних до єдиної, що забезпечує автоматизовану підтримку процесів діяльності підприємства;
- скорочення обсягів трудомістких операцій, пов'язаних з обміном інформацією, що виконуються на всіх етапах технологічних процесів та виробничо-господарської діяльності підприємства, підвищення достовірності інформації, яка отримується, обробляється та зберігається в процесі діяльності підприємства;
- забезпечення керівництва організацій сучасними послугами по обміну даними.
- скорочення термінів та підвищення якості виконання технологічних процесів, а також підготовки та оформлення відповідних документів в рамках;
- підвищення оперативності контролю за діяльністю підприємств та організацій;
- поліпшення координації діяльності підприємства за рахунок оперативності відправлення сповіщень;
- технологічна підтримка збору та оброблення звітної інформації, автоматизація складання звітів;
- створення базової статистики, яка дозволяє полегшити прийняття рішень про подальшу діяльність.

Схему роботи користувача з додатком продемонстровано на діаграмі прецедентів рис.2. Прецедент – можливість модельованої системи (частина її функціональності), завдяки якій користувач може отримати конкретний потрібний йому результат. Прецедент відповідає окремому сервісу системи, визначає один з варіантів її використання і описує типовий спосіб взаємодії користувача з системою [5].

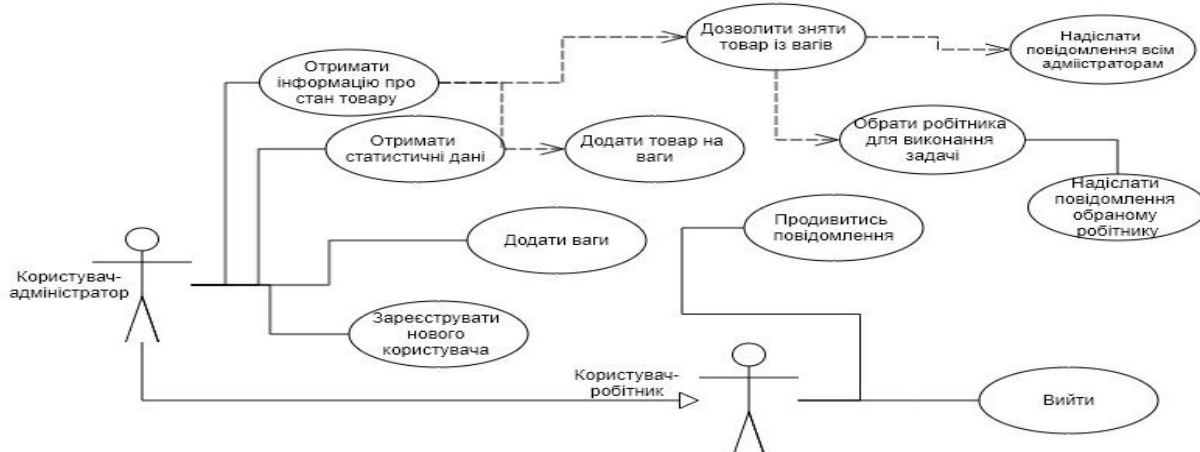


Рис. 2. Діаграма прецедентів

Як бачимо, система має два типи користувачів, яким надає різні можливості. Користувач-адміністратор має право дозволити зняти товар з вагів та надіслати повідомлення про це будь-якому робітнику, у такому випадку зняття товару з вагів вважається санкціонованим, далі операції записуються в окрему, не реляційну, базу даних для формування подальшої статистики. Це дозволяє проводити автоматичний аналіз процесу формування та структури затрат та дозволяє в подальшому проводити його оптимізацію з метою мінімізації їх абсолютної величини. Серед відомих та найбільш популярних методів оптимізації заслуговує на увагу ABC-аналіз, реалізований у даному веб-додатку.

ABC-аналіз — метод, який дозволяє класифікувати бізнес-ресурси фірми залежно від їхньої значущості, який базується на принципі Паретто. У бізнесі принцип ABC-аналізу та принцип Парето використовуються найчастіше у логістиці для управління товарними запасами: стосовно запасів сировини, комплектуючих, постачальників, клієнтів тощо [6, 7].

Запропонований нами додаток дозволяє значно спростити процедуру такого аналізу за рахунок оптимізації статистичного збору інформації користувачем-адміністратором. Дана система не має вільного доступу і вважається закритою, але користувач-адміністратор має право зареєструвати нового користувача. Користувач-робітник має право тільки на перегляд відправлених йому повідомлень. Таким чином, забезпечується необхідна інформаційна безпека підприємства.

Як засіб для попередження несанкціонованого доступу до системи пропонується використовувати Spring Security, яка є частиною Spring MVC. Інфраструктура Spring Security надає повноцінне рішення, істотно спрощує реалізацію заходів безпеки в додатках Java EE. Вона надає високий рівень абстракції, що дозволяє застосовувати різні моделі аутентифікації, а також підтримує багаті можливості авторизації. Ось деякі з можливостей інфраструктури Spring Security:

- декларативна безпека;

- підтримка безлічі схем аутентифікації і авторизації, таких як базова, заснована на формах, заснована на дайджестах, JDBC і LDAP;
- підтримка безпеки на рівні методів і анотацій безпеки JSR-250;
- підтримка одноразового пред'явлення пароля;
- підтримка інтеграції контейнерів;
- підтримка анонімних сеансів, одночасних сеансів, режиму «запам'ятай мене», безпеки на рівні каналу і багато іншого [8].

Крім того, вона забезпечує високу ступінь переносу між різними серверами додатків.

**Висновки.** Запропонований авторами програмний продукт дає можливість користувачам мати онлайн-доступ до інформації, яка розташована на екранах багатотонних вагів за допомогою технології ІОТ (розумні ваги), що дозволить власникам та менеджерам складу не тільки отримувати інформацію про товар і зберігати її у електронному вигляді, але й вчасно одержувати онлайн-сповіщення про зміну ваги та мати змогу самостійно її регулювати в системі з подальшим автоматичним надсиланням обраному робітнику подальших інструкцій. Однією з важливих переваг даного підходу є те, що при несанкціонованій зміні ваги адміністрація буде негайно оповіщена відповідним повідомлення, яке система відправить автоматично. Беззаперечним плюсом даної системи є повна прозорість, адже всі користувачі-адміністратори матимуть змогу переглянути відповідну інформацію на вагах. Таким чином, запропонований програмний продукт підвищить ефективність процесу зберігання, передачі товару та контролю роботи складських приміщень.

### **Посилання**

1. Кривешко О.В. Чинники формування конкурентоспроможності підприємств та кластерів [Електронний ресурс]. Економічний форум № 1. 2014.. Режим доступу : [http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Vnulp/Management/2011\\_720/27.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Vnulp/Management/2011_720/27.pdf)
2. Абельсон, Х. Структура и интерпретация компьютерных программ. Массачусетский технологический институт. СПб.: Символ-Плюс, 2012. 658 с.
3. Ричалдсон Л. RESTful Web Services. СПб.: Символ-Плюс, 2007. 202 с.
4. Артюхов В.В. Общая теория систем: Самоорганизация, устойчивость, разнообразие, кризисы. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 224 с.
5. Фаулер, М. UML. Основы. СПб.: Символ, 2006. 185 с.
6. Пономаренко В.С., Мінухін С.В., Знахур С.В. Теорія та практика моделювання бізнес-процесів. Х.: Вид. ХНЕУ, 2013. 244 с.
7. Алесинская Т.В. Основы логистики. Функциональные области логистического управления. Таганрог.:ТТИ ЮФУ, 2009. 79 с.
8. Шилдт Г. Java 8. Полное руководство. М.: Вильямс, 2015. 1376 с.

## ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНЦІЙ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

*Доц., канд. техн. наук І.А. Соловейова, ст. викл. Ю.М. Николаєнко,  
проф., докт. техн. наук В.Ф. Балакін, викл. О.О. Ревенко  
Український державний університет науки і технологій  
ВСП Нікопольський факультет  
м. Дніпро, Україна*

**Вступ.** Сучасна промисловість потребує нових підходів та компетенцій при підготовці інженерного складу здобувачів вищої освіти. Інженерна діяльність пов'язана з використанням сучасних інформаційних технологій, комп'ютерних програм, вмінням виконувати технологічні розрахунки на професійному рівні, впроваджувати їх в системи управління підприємствами.

Тому повинні змінюватись підходи до підготовки фахівців, структури освітніх професійних програм (ОПП) з використанням сучасних інформаційних технологій та інноваційних методів викладання матеріалу. Такий підхід впливає на структури кваліфікаційних робіт бакалаврів та магістрів.

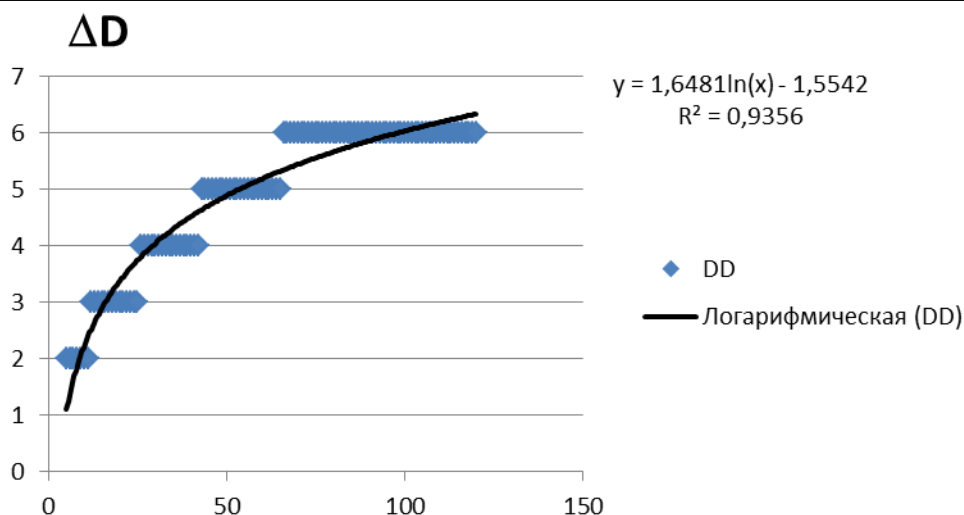
**Постановка задачі.** В кваліфікаційних роботах бакалаврів за ОПП «Металургія» обов'язковим компонентом є використання сучасних інформаційних технологій, викладання яких передбачене освітніми компонентами ОПП. Тому в блок вільного вибору студента освітньої програми додані дисципліни метою яких є вивчення та використання сучасних інформаційних технологій в інженерній практиці.

Структура кваліфікаційних робіт побудована таким чином, що кожна частина є відображенням вмінням студента аналізувати, розраховувати, будувати технологічні цикли виробництва, робити висновки, що є свідомством засвоєння знань дисциплін «Теорія технічних систем та системний аналіз», «Інформаційні технології в управлінні проектами», «Технологія прийняття рішень» та інших в ОПП.

**Результати дослідження.** Першим прикладом використання знання після вивчення цих дисциплін є статистичний та регресійний аналіз практичних або експериментальних даних та впровадження отриманих статистичних моделей в проектування нових маршрутів виробництва труб. Наприклад, при аналізі даних по діючим маршрутам виробництва труб загального призначення з нержавіючих аустенітних сталей для розрахунку маршруту прокатки на станах ХПТР отримані регресійні моделі для визначення діаметру та товщини стінки заготовки (рисунок 1, таблиця 1) [1, 2].

Отримали статистичну регресійну модель, яку можна використовувати для автоматизації розрахунку маршрутів:

$$\Delta D = 1,648 * \ln(D) - 1,554 \quad (1)$$

Рисунок 1 – Апроксимація даних  $\Delta D$ Таблиця 1 - Регресійні моделі  $T_z$ 

Стан ХПТР	Регресійна модель $T_z$ -товщина стінки заготовки, $t$ –товщина стінки готової труби
ХПТР 8-15	$T_z = 0,7585\ln(t) + 1,8561$ $R^2 = 0,993$
ХПТР 15-30	$T_z = 1,0383\ln(t) + 2,1363$ $R^2 = 0,9915$
ХПТР 30-60	$T_z = 1,3657\ln(t) + 2,4952$ $R^2 = 0,9918$
ХПТР 60-120	$T_z = 1,9328\ln(t) + 2,5605$ $R^2 = 0,9551$

В результаті визначення коефіцієнтів в залежності від типу стана ХПТР отримано залежність товщини стінки заготовки від товщини стінки готової труби для кожного типу стана ХПТР ( $S_t$ ) для нержавіючих сталей [1]:

$$t_{заз} = (0.0217 \cdot S_t + 0.661) \cdot \ln(T_{tr}) + (0.3657 \cdot \ln(S_t) + 1.1391) \quad (2)$$

З урахуванням досліджень розроблено програму розрахунку маршрутів виробництва холоднодеформованих нержавіючих труб зазначеного сортаменту на станах ХПТР (рисунки 2, 3).

Отримані результати можна використовувати в діючому виробництві при проектуванні нового сортаменту продукції.

Другим прикладом може бути розробка електронних довідників проектування деяких ділянок виробництва металургійної продукції.

Структура електронного довідника на базі системи управління проектами MS PROJECT складається з:

- технологічного циклу виробництва на основі проектного підходу, де використовуються знання дисциплін «Технологія процесів», «Технологія прийняття рішень», «Інформаційні технології в управлінні проектами»;

технологічних розрахунках та побудові моделей обладнання і його деталей відповідних ділянок, де використовуються знання з дисциплін «Технологічне проектування», «Технології комп'ютерного проектування», «Комп'ютерізація інженерних розрахунків», «Конструкції технологічних агрегатів».

№	А	В	С	Д	Е	Г	Н	І	К
1	Розрахунок маршруту прокатки	Тип проходу	Готова						
2	Вихідні дані		Позначення						
3	Діаметр готової труби	D	8	Перевірка вихідних даних -стілки	Вірно				
4	Товщина стінки готової труби	T	0,5	Перевірка вихідних даних -діаметру	Вірно				
5	Пропонується тип стану		8-15						
6	Розрахункові дані		Розрахунок						
7	Розрахунок максимально допустимого deltaD	deltaD	2						
8	Розрахунок товщини стінки заготовки	Tz	1,3303	$\Delta D = 1,648 * \ln(D) - 1,554$					
9									
10	Діаметр заготовки	Dz=D+deltaD	10						
11	Товщина стінки заготовки	Tz	1,3	$T_z = (0,0217 * S_i + 0,661) * \ln(T_p) + (5E - 0,6 * S_i^2 - 0,001S_i^2 + 0,0607S_i + 1,43081)$					
12									
13	Коефіцієнт витяжки по проході	$\mu$	3,08	$\mu = (D10 - D11) * D11 / ((D3 - D4) * D4)$					
14									
15	Ступінь деформації за проход	$\epsilon$	0,67	$\epsilon = 1 - 1/D13$					
17	Допустиме значення середнього частного витягу на стані ХПТР	$\mu_x$	1,0378						
20	Довжина ділянки обтиску	$l_{обк}$	170						
22	Лінійне зміщення	$m \mu$	9,35						
23	Довжина заготовки		4						
24	Подача	$m$	3,0						
25	Максимально допустима подача	$m_{max}$	8						
26	Приймаємо значення подачі	$m$	3,0						
28	Лінійне зміщення приймаємо		9,3						

Рисунок 2 - Приклад розрахунку маршруту 10x1,3→8x0,5 мм ХПТР 8-15

№	А	В	С	Д	Е	Г	Н	І	К
1	Розрахунок маршруту прокатки	Тип проходу	Готова						
2	Вихідні дані		Позначення						
3	Діаметр готової труби	D	17	Перевірка вихідних даних -стілки	Вірно				
4	Товщина стінки готової труби	T	0,5	Перевірка вихідних даних -діаметру	Вірно				
5	Пропонується тип стану		15-30						
6	Розрахункові дані		Розрахунок						
7	Розрахунок максимально допустимого deltaD	deltaD	3						
8	Розрахунок товщини стінки заготовки	Tz	1,3303	$\Delta D = 1,648 * \ln(D) - 1,554$					
9									
10	Діаметр заготовки	Dz=D+deltaD	20						
11	Товщина стінки заготовки	Tz	1,3	$T_z = (0,0217 * S_i + 0,661) * \ln(T_p) + (5E - 0,6 * S_i^2 - 0,001S_i^2 + 0,0607S_i + 1,43081)$					
12									
13	Коефіцієнт витяжки по проході	$\mu$	3,01	$\mu = (D10 - D11) * D11 / ((D3 - D4) * D4)$					
14									
15	Ступінь деформації за проход	$\epsilon$	0,67	$\epsilon = 1 - 1/D13$					
17	Допустиме значення середнього частного витягу на стані ХПТР	$\mu_x$	1,0343						
20	Довжина ділянки обтиску	$l_{обк}$	170						
22	Лінійне зміщення	$m \mu$	8,58						
23	Довжина заготовки		4						
24	Подача	$m$	2,9						
25	Максимально допустима подача	$m_{max}$	9,2						
26	Приймаємо значення подачі	$m$	2,9						
28	Лінійне зміщення приймаємо		8,6						

Рисунок 3 - Приклад розрахунку маршруту 20x1,3→17x0,5 мм ХПТР 15-30

Електронний довідник є прикладом розробки програмного забезпечення технологічного проектування відповідної ділянки виробництва, в структуру його технологічного циклу впроваджуються розрахунки, технологічні інструкції виробництва, моделі, типи та методи контролю продукції (рисунки 3-5).

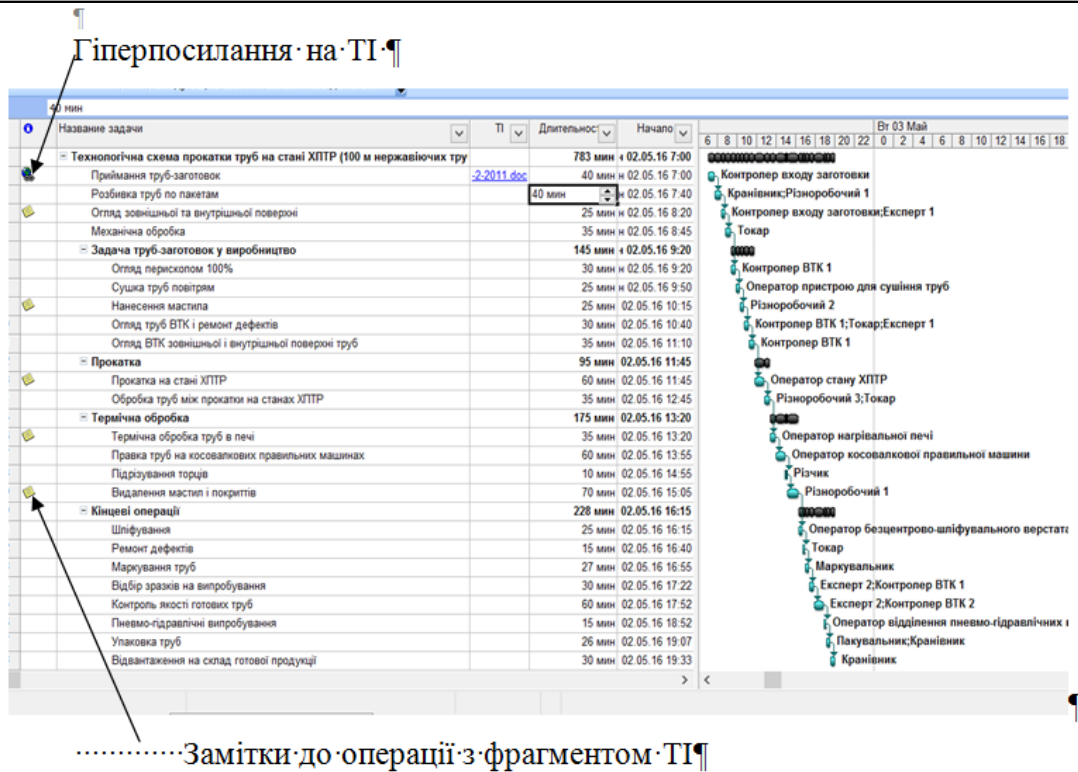


Рисунок 3 - Діаграма Ганта з термінами виконання операцій і ресурсами

До основних технологічних операцій додано замітки у вигляді фрагментів технологічної інструкції з режимами роботи (стовбчик «!») (див. рис. 3-5). Також повний текст Технологічної Інструкції цеху додається як гіперпосилання в стовбці ТІ. Це дає можливість майстрам ділянок мати необхідний додаток до виконання технологічного циклу роботи ділянки і взагалі цеху [3].

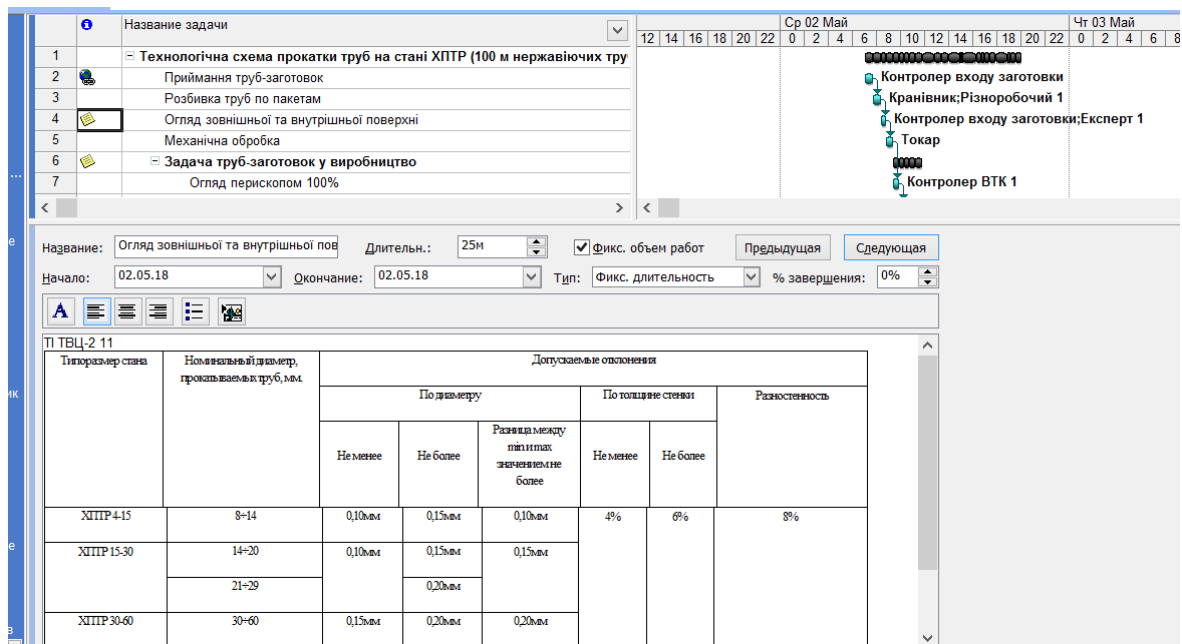


Рисунок 4 - Діаграма Ганта з частиною ТІ



Позначення	Значення	Одиниці
D	8	Перевірка вихідних даних -стіжки
T	0,5	Перевірка вихідних даних -діаметру
Tz	2,5	Розрахунок
Tz	1,3303	$T_z = (0,0217 \cdot S_s + 0,661) \cdot \ln(T_p) + (5E - 0,6 \cdot S_s^2 - 0,001S_s^3 + 0,0607S_s + 1,43081)$
Dz=D+deltaD	10,5	$\Delta D = 2 \cdot (10^{-9} \cdot D^3 \cdot S^2 \cdot 7 \cdot 10^{-4} \cdot 7 \cdot D^3 \cdot 4 + 7 \cdot 10^{-5} \cdot D^3 \cdot 3 - 0,0039 \cdot 87 \cdot 2 + 0,1556 \cdot D^3 + 1,1091)$
Tz	1,3	
μ	3,25	$\mu = (D10 - D11) \cdot D11 \cdot ((D3 - D4)^{D4})$
ε	0,69	$\epsilon = 1 - 1/D13$
μ x	1,0378	
l <sub>обк</sub>	170	
m μ	9,11	
m	4	
m	2,8	
m <sub>max</sub>	8	

Рисунок 5 - Відкрите гіперпосилання на розрахунок маршруту

Перевага проектного підходу – є можливість впровадження в проект розрахунків, технологічних інструкцій, розробляти комбіновані уявлення з таблицями, моделями, розрахунками тощо (див. рис. 4, 5), розробляти реальні плани організації робіт на ділянках цеху з урахуванням наявності ресурсів, заказів та працівників.

### Висновок

Використання сучасних інформаційних технологій, які викладаються в дисциплінах ОПП «Металургія», значно відрізняє кваліфікацію випускників кафедри та якість кваліфікаційних робіт, що підвищує зацікавленість роботодавців в фахівцях названої освітньої програми.

### Посилання

1. Балакин, В.Ф. Разработка алгоритмов и программного обеспечения расчета параметров производства холоднодеформированных труб прокаткой на станах ХПТР / В.Ф. Балакин, О.Н. Земляная, И.А. Соловьева, Ю.Н. Николаенко // Материалы международной научно-технической конференции «Пластическая деформация металлов». - Днепропетровск, 2014. – С. 144-149.
2. Карпюк Р.А. Аналіз і удосконалення методик та програмного забезпечення технологічного проектування ділянок холодної роликів прокатки / Карпюк Р.А., Соловйова І.А., Николаєнко Ю.М. // Всеукраїнська конференція «Молодь і наука. Практика інноваційного пошуку» (18 грудня 2019 р.), Національна металургійна академія України, м. Дніпро (Україна) – С.60-63.
3. Соловйова, І.А. Інформаційні технології та програмні засоби керування проектами: Частина 1,2: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2004. –98 с.

## **ДЖЕРЕЛО БЕЗПЕРЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ СПОЖИВАЧІВ СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ**

*Студ. М. Христич, ст. викл. М.В. Антонова, ст. викл. Є.В. Васильєва,  
ст. викл. Л.С. Скрупська, доц. М.Л. Антонов  
Національний університет «Запорізька політехніка»,  
м. Запоріжжя, Україна*

Тенденції сьогодення ставлять перед споживачами електричної енергії виклик. Через збільшення зруйнованих ТЕС та розподільчих пристроях виникає знеструмлення населених пунктів.

Маленькі підприємства також змушені знаходити альтернативні джерела для підтримки виробничих потужностей. Тому створення альтернативних джерел є головним для підтримання безперервного виробництва. Важливу роль серед всіх систем, що задіяні на виробництві займають системи керування. Головним та перспективним є вибір та створення безперервних джерел живлення для підтримки локальних мереж, об'єктів середньої потужності.

При експлуатації електричних мереж виникають непередбачувані проблеми:

- довготривале знеструмлення споживачів при аваріях,
- виникнення короткочасних імпульсів при вимиканні додаткових потужних споживачів,
- зміна величини напруги мережі, що відбувається при зміні навантаження.

Все вище сказане може призвести до негативних результатів:

- вихід з ладу серверів, комп'ютерів та інших споживачів середньої потужності, й через це виникає втрата даних;
- порушення у технологічних процесах, що може призвести до значних економічних втрат.
- особливо чутливою є ситуація з відключенням медичного обладнання (навіть короткочасна), систем пожежогасіння та вентиляції, що призводить до отримання травм або серйозніших наслідків, таких як, наприклад, летальний наслідок.

Відповідно до динаміки сучасного життя виникає потреба в збільшені центрів обробки інформації, систем зв'язку, підвищилась тенденція до використання систем із безперервним автоматичним технологічним процесом. Водночас при використанні безперервних джерел живлення висуваються високі вимоги до якісних показників перетворювальної напруги.

При цьому слід зазначити, що система не може працювати ідеально, й відповідно споживачі електричної мережі отримують напругу з деякими відхиленнями характеристик мережі від номінальних значень.

Вимоги до якості електричної енергії є стандартизовані, що дають чітке визначення значенню якості електроенергії, та встановлюють параметричні

значення цих показників [1, 2].

Метою даної роботи є розробка та дослідження джерела безперебійного живлення для захисту локальних споживачів середньої потужності.

У ході дослідження потрібно обрати тип альтернативного джерела безперебійного живлення, відповідно до навантаження спроектувати принципову електричну схему, розглянути всі можливі варіанти систем керування, що можуть забезпечити потрібні вихідні параметри напруги, що максимально відповідає технічному завданню.

Основними критеріями оптимальної роботи різноманітних споживачів, що можуть бути залучені у різних рівнях в технологічних процесах, відповідно є безперебійність і якість напруги живлення.

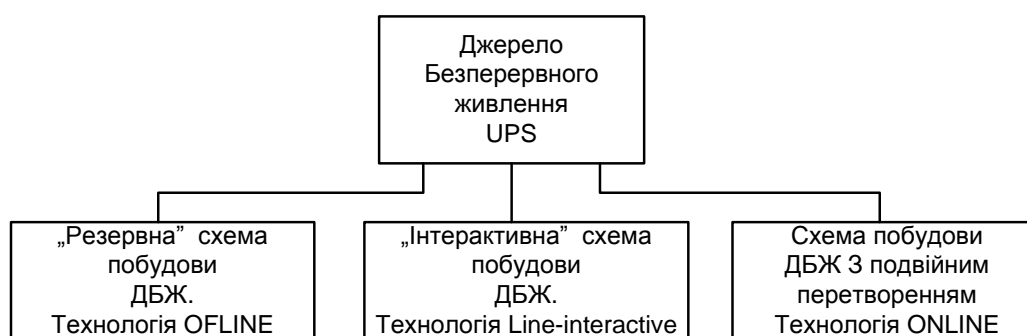
Як правило, при виникненні аварійних ситуацій в системах керування, де в якості обчислювального центру задіяний комп'ютер, в першу чергу страждає файловий сервер. В таких ситуаціях лише одна некоректна сесія запису даних може остаточно зруйнувати всю файлову систему. Проте сервери – це не єдиний об'єкт інформаційної системи, що необхідно захистити. Найчутливішими в даній системі є комутатори, маршрутизатори, робочі станції та периферійні комп'ютери. При цьому надійність їх роботи може мати не першочергове значення для роботи організації, проблеми створюють ефект «доміно», що відповідно призводить до виходу з роботи всієї комп'ютерної мережі.

На сьогоднішній день захист комп'ютерної техніки є необхідністю.

Основними на сьогоднішній день попитом користуються джерела безперебійного живлення наступних типів [3]:

- а. резервні (OFFLINE),
- б. лінійно-інтерактивні (LINE-INTERACTIVE)
- в. з подвійним перетворенням енергії (ONLINE).

Класифікація основних типів ДБЖ наведено на рисунку 1.



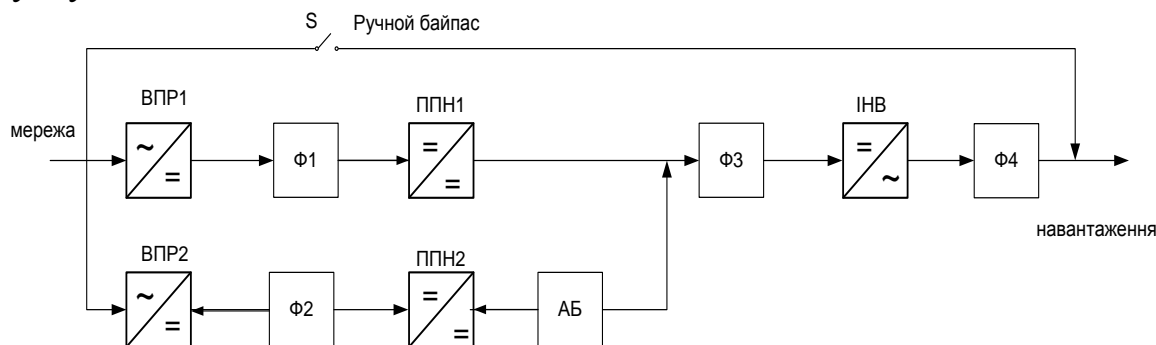
**Рисунок 1 - Основні типи ДБЖ**

Аналізуючи основні ДБЖ (рис. 1) можемо зробити висновки, що для захисту комп'ютерної мережі та відповідно для вирішення вище перерахованих проблем, найбільш перспективно використовувати ДБЖ з подвійним перетворенням енергії (On-line). Цей тип ДБЖ характеризується відсутністю часу між вимкненням зовнішньої напруги та подачею живлення від акумуляторних батарей. При цьому дана система має захист від

спотворень форми кривої напруги мікро імпульсами та стабілізацію напруги. Нестабільна частота в мережах не впливає на роботу системи. Тому обираємо ДБЖ, з метою стабілізації наступних режимів

- а. мережевий режим;
- б. автономний режим;
- в. байпасування.

ДБЖ, що розглядається, будемо виконувати з використанням технології On-line типу з ручним режимом Ву-pass. Структурна схема ДБЖ наведено на рисунку 2.



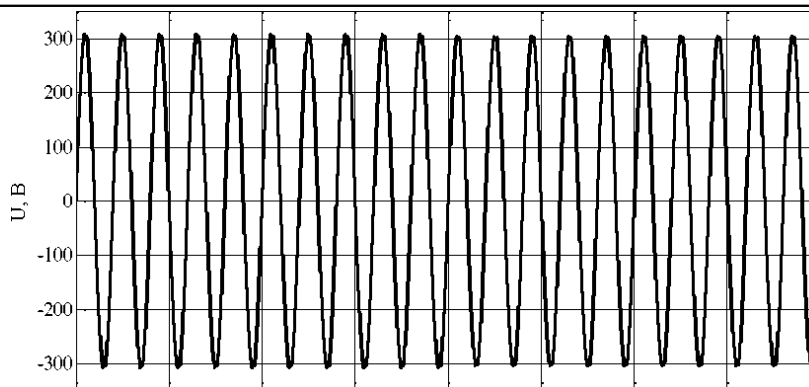
**Рисунок 2- Структурна схема аналізованого ДБЖ**

На рис. 2 прийняті наступні позначення: ВПР – некерований випрямляч; ППН – перетворювач постійної напруги; ІНВ – інвертор; Ф – фільтр.

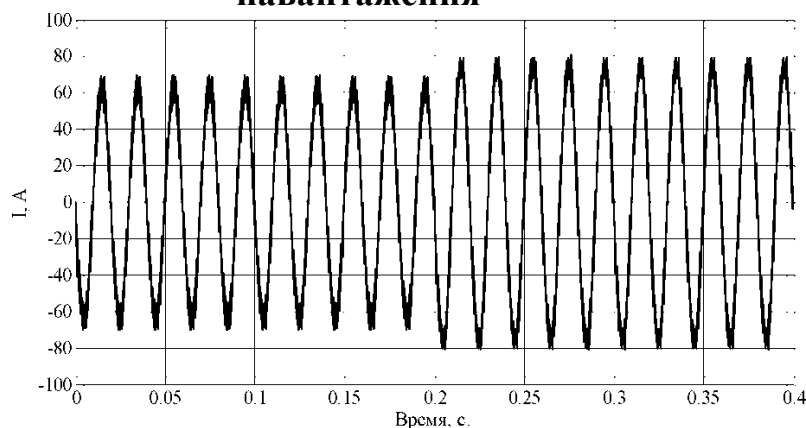
Живлення навантаження здійснюємо за наступним колом «мережа-ВПР1-Ф1-ППН1-Ф3-ІНВ-Ф4-навантаження». При цьому паралельно відбувається підзарядка акумуляторної батареї (АБ) та після повного заряду АБ знаходиться в режимі очікування. Також в цій схемі використовуємо трирівневий інвертор, який забезпечує бажану синусоїдальну вихідну напругу, що в достатній мірі наближена до ідеальної.

У випадку втрати живлення в мережі, інвертор переходить до аварійного режиму. Головне коло живлення знеструмлюється. Навіть без розриву синусоїди напруги на навантаженні ДЖБ на аварійно живиться від акумуляторної батареї, що знаходилась до цього моменту в режимі очікування. Коло живлення буде складатися з наступної послідовності: «АБ-Ф3-ІНВ-Ф4-навантаження». Батарея підключена до інвертора послідовно-паралельно. Запропонований спосіб підключення дозволяє кожен напівперіод живити окремий міст інвертора.

Дослідження роботи моделі ДБЖ на випрямляльне навантаження: на рисунках 3 та 4 представлені отримані в результаті моделювання осцилограми напруги та струму, при додаванні випрямного навантаження. При підключенні додаткового навантаження напруга залишається практично незмінною, а струм помітно зростає. При даному виді навантаження спотворення синусоїди струму набувають великих значень порівняно з попереднім типом навантаження.



**Рисунок 3 - Осцилограма напруги при додаванні випрямного навантаження**



**Рисунок 4 - Осцилограма струму при додаванні навантаження у вигляді пасивного випрямляча**

### ***Висновки***

Були розглянуті всі функціональні елементи, що входять до ДБЖ. В середовищі MATLAB Simulink було розроблено та досліджено імітаційну модель роботи ДБЖ та проведено імітаційне моделювання різних режимів роботи системи. При ввімкненні ДБЖ на активно-індуктивне навантаження буде спостерігатися згладжування коливань напруги та струму. Форма вихідної напруги при цьому практично не спотворюється. При ввімкненні ДБЖ на ємнісне навантаження спостерігається незначний провал напруги та збільшений кидок струму.

### ***Посилання***

1. ДСТУ EN 50160:2014. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності. Чинний з 1.10.2014. – К.: Держстандарт України, 2014. – 27 с.
2. ГОСТ 13109-97. Електрична енергія. Сумісність технічних засобів електромагнітна. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення: Чинний з 01.01.2000. – К.: Держстандарт України, 1999. – 32 с.
3. ДСТУ ІЕС 62040-3. Системи гарантованого електропостачання. Агрегати безперебійного живлення. Загальні технічні вимоги. Методи випробування. – К.: Держстандарт України, 1999. – 71 с.

## **ALGEBRAIC-LOGICAL METHOD OF CONSOLIDATING EDUCATIONAL MATERIALS**

*Prof., Doct. of Technical Sciences Grigorij Chetverykov,*

*Prof., Cand. of Technical Sciences Zoia Dudar,*

*Assoc. Prof., Cand. of Technical Sciences Ihor Shubin,*

*Graduate students Ihor Sotnyk, Oleksii ShapYRO*

***Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine***

The primary obstacle encountered by creators of computer-based (distance) learning courses is the consolidation of various educational materials into a cohesive curriculum [1]. Developing supportive systems to facilitate this integration process is crucial, as the efficiency of learning greatly hinges on the delivery format and quality of materials. These systems operate on a distributed model of information storage.

Automated Learning Systems (ALS) are software and technical complexes that encompass methodological, educational, and organizational support for the learning process conducted through information technologies.

Existing ALS falls into four classes:

- information systems with methodological material and weak control;
- control systems providing reference material;
- robust control block;
- modeling systems simulating the object of interest's behavior;
- simulators for specific actions like driving or emergency training.

The "ALS – Learner" system operates with the learner and ALS as a feedback system. ALS aims to increase knowledge and reduce errors, acting as a regulatory channel. Learner actions are guided by ALS based on knowledge, experience, tasks, and assessment criteria. The learner inputs decisions into the computer, proving material assimilation.

Imitation-based ALS, common in closed systems, uses modeling to simulate real situations. Continuous interaction in the "ALS – Learner" system relies on learner feedback to ALS educational material, where any user action triggers a responsive reaction.

The primary objective of this material is to establish mathematical foundations for creating universal computer programs for educational purposes (UCPEP) within a framework that supports the integration of educational materials, thereby constructing an Intelligent Computerized Educational System (ICES) with rule-based information accumulation. The UCPEP knowledge base is regularly updated, incorporating post-statistical analysis of knowledge measurement outcomes for a substantial number of learners. This approach aims to achieve the following goals:

- implement a personalized approach to learning objects through adaptation mechanisms within ICES.

- facilitate real-time learning with rapid adaptation processes to minimize potential technological delays.

The educational course is presented as a directed graph, where documents of a special type - slides, serve as nodes, and transitions between them are represented by edges. From each node, the learner can move to one of several other nodes directly connected to it by edges. The system decides which transition to choose based on data about the learner and the current state of the learning process. The primary sources used in this decision-making process are the working protocol and the learner model. The protocol is a file that automatically records information about all actions performed by the learner at the computer terminal. Based on the analysis of the protocol, if necessary, adjustments can be made to the learner's model. The learner's model should contain answers to questions not only about what the specific learner knows and can do but also about their psychological type and what they have achieved during the learning process.

Some nodes in the course may be marked as mandatory for attendance. The starting node is chosen based on the learner's level of preparation, identified using an introductory testing block. The specific transition (the direction of further development of the learning process) is determined based on rules associated with each transition edge. The instrumental system allows developers to make adjustments to these rules using visual editing tools without the need for manually entering rule text.

Information in course nodes should be divided into small semantic parts - slides. Slides can be of two types: informational and interactive. Informational slides consist solely of display objects for textual and graphical information, audio and video playback, and control buttons for navigating the learning process. In addition to these objects, interactive slides can contain objects that implement various types of test tasks to provide feedback to the learner and for real-time monitoring of knowledge assimilation, as well as for acquiring necessary skills [2]. In the current version of this instrumental system, an interactive slide uses a binomial model for pedagogical testing. Within this model, the result of each task is evaluated on a binary scale: 1 if the learner successfully completes the task contained in the interactive slide, and 0 otherwise. Thus, in the educational course, each interactive slide has at least two outgoing edges: one corresponding to successful completion of the test task, and the other to an incorrect solution to the task. With this approach, the number of interactive slides in the interactive learning block, as well as the number of questions in the final testing block, is determined by the following parameters:  $N$  - the desired number of interactive slides;  $p$  - the probability of successful completion of the test task (the true score of the learner, characterizing the true level of proficiency);  $d$  - the reliability of determining parameter  $p$ ;  $f_0$  - the integral of probabilities (Laplace's function);  $\varepsilon$  - the accuracy of determining the true score of the learner  $p$ . By setting values for accuracy ( $\varepsilon$ ) and reliability ( $d$ ), and considering the current level of proficiency ( $p$ ), the required number of interactive slides in the prepared course can be determined using formulas. In the event of a need for a comprehensive objective assessment with a high degree of accuracy ( $\varepsilon =$



0.05) and reliability ( $d = 0.9$ ), for learners with a true proficiency level of  $p = 0.7$ ,  $N = 228$  interactive slides will be required. It should be noted that objective foreign tests for professional certification (for lawyers, doctors, accountants, etc.) typically contain between 220 and 250 test tasks, with  $p$  ranging from 0.7 to 0.75. However, for assessing the quality of material assimilation in the educational course, extremely high accuracy of pedagogical measurement is not required. Average accuracy and reliability are suitable for this purpose, so values of  $\varepsilon$  and  $d$  can be set to 0.1 and 0.8, respectively. In this case, to determine the true score of  $p = 0.6$ , preparing 40 interactive slides will be sufficient.

During personal interactions with a student, a teacher has a greater opportunity to determine the learner's personal qualities and individual characteristics. This allows them to adjust the learning process adequately by modifying the form and content of the material, the tactics and strategy of learning, and sometimes the teaching methodology. For this purpose, the teacher uses a subjectively perceived model of the learner. In the case of computer (distance) learning, such opportunities for the teacher are virtually absent.

It is quite logical to consider this form of learning as a human-machine system, where the learner and the teacher act as human operators. If the learner controls the knowledge acquisition system, then the teacher indirectly controls the learning process. Like when designing a human-machine system, when creating the ICES, questions of redistributing functions between humans and computational tools should be addressed.

For this purpose, it is proposed to use an individual learner model in the learning process, which is built based on expert assessments [3]. It is assumed that the learning process consists of a sequential mastery of individual sections of the educational material. Each stage of learning ends with testing. The learner can control their learning process by selecting methods for mastering the educational material.

The learner model is understood as a fuzzy nondeterministic automaton of the form [4]:

$$A = \langle U, X, Y, s_0, \delta, \sigma \rangle, \quad (1)$$

where  $U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$  – is a finite set of inputs;

$X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  – is a finite set of states;

$Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_p\}$  – is a finite set of outputs;

$\delta: X \times U \times X \rightarrow [0, 1]$  – is the transition function;

$\sigma: X \times Y \rightarrow L$  – is the output function;

$s_0$  – is the initial state.

The function  $\delta$  generates a set of fuzzy transition matrices:

$$T = \{\delta_{X_i, X_j}(U)\}, 1 \leq i \leq j \leq n \quad (2)$$

the function generates a fuzzy output matrix. Among the set of automaton states, the set of final states  $X_n$  is distinguished. We are interested in an automaton type where each state  $X_i, i \in I = \{1, \dots, n\}$  depends on the previous state  $X_{i-1}$

Such dependence can be determined by the sequence of achieving sub-goals, the priority of execution, etc.

In this case, the automaton can be defined as a fuzzy graph:

$$G = \{\mu G(X_{i-1}, X_i) \in M\}, \quad (3)$$

where  $M$  – is the set of memberships of elements  $X_{i-1} \times X$ .

In this view, the learning goal decomposes into sequential (in terms of material assimilation time) subtasks.

$X_i$  is interpreted as the set of results of the  $i$ -st test,  $Y_j, j \in J = \{1, \dots, p\}$  – considering the set of time intervals for learning, denoted as  $L$ , and the set of incomes associated with implementing the chosen learning method (material assimilation), represented by  $u \in U$ , within the time interval  $Y_j$ . In this particular type of automaton, where  $m=n$ , it can be interpreted as the number of consecutive stages (steps) required to achieve the goal.

Control decisions and subtask states evolving over time are construed as fuzzy events occurring within the interval  $Y_k, 1 \leq k \leq p$ . Under this approach, the transition function can be established through expert judgment, reflecting accumulated teaching experience derived from the practical application of educational material. However, it fails to consider the learning outcome concerning its implementation time and the individual nuances of knowledge acquisition by a specific individual. To address this, it becomes imperative to formulate an individualized transition function.

For this purpose, initial information from the learner is utilized, incorporating forecasts regarding the application of a particular method to master the material, contingent upon potential test results, expressed in the form of the function  $\mu: X_i \times U_1 \rightarrow [0,1]$ . Furthermore, a projection regarding the progression of the controlled learning process from the initial state  $S_0$  at the first decision step is considered, taking into account constraints on available resources. Based on this data, an automaton model is constructed. To achieve this, a system of compositional equations in the form is solved at each decision step:

$$\left. \begin{aligned} \mu(X_i)/U_i &= \mu(X_{i-1})/U_{i-1} \circ \delta(X_{i-1}, X_i)/U_i \\ \mu(U_i) &= \mu(X_{i-1}) \circ \mu(X_{i-1}, X_i)/U_i \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

where "o" is the composition operation;

$\mu(X_i)/U_i, \mu(X_{i-1})/U_{i-1}$  are fuzzy estimates of the possibility of the controlled process being in states  $X_i, X_{i-1}$  when applying learning methods  $U_i$  and  $U_{i-1}$ , respectively;

$\mu(U_i)$  is a fuzzy estimate of the learner's choice of learning method  $U_i$ . The obtained estimates are grouped pairwise based on the following condition:

$$\mu(U_i) \leq \mu(X_i)/U_i \quad (5)$$

be interpreted as the number of sequential stages (steps) to achieve the goal.

Pairs link learning methods and test results by associating the highest-rated possibility with the maximum learner utilization. This connection entails a fuzzy assessment of learner engagement and learning cost, subjectively perceived based on factors such as time or material complexity.

The process of automaton construction entails establishing arcs from the initial state to the states of the first decision-making step, marked with methods yielding the highest-rated test results at the initial educational stage. Subsequently, these arcs extend from the first to the nth stage.

The outcome is a fuzzy nondeterministic automaton that models the learner's behavior across various intermediate test results. The application of dynamic programming facilitates the identification of strategies aimed at attaining the learning goal, characterized by high ratings. To pinpoint such strategies, the corresponding outcomes towards the learning goal are derived from the final test results. Specifically, the test results at the (n-1)th step are isolated, and the transition to the target states of the nth step is determined by learning methods with an equal assessment.

$$\alpha(U_{n-1}) = \max_{Y_{n-1}} (\min(\mu_{U_{n-1}}, \sigma_{X_{n-1}, U_{n-1}})) \quad (6)$$

This procedure is repeated for each decision-making step until it reaches state S0. It identifies learning strategies, representing weighted paths on the graph from vertex S0 to vertices in the set Xn. Each q-th path is a weighted sequence of learning methods.

$$S_q = (s_0, U_0, X_1^{r_1}, U_1, \dots, X_{n-1}^{r_{n-1}}, U_{n-1}, X_n^{r_n}) \quad (7)$$

where  $r_w, w \in \{1, 2, \dots, n\}$ , represents the number of results for the w-th test.

The elements (results of the final testing) of the set Xn may have varying values for the learner, as reflected by defining a fuzzy goal on XN with a membership function:

$$\mu(g) = \{\mu(X_n^1, \dots, X_n^h)\} \quad (8)$$

where h is the dimension of the set Xn;

$\mu(X_n^\pi) \pi \in \{1, 2, \dots, h\}$  - the membership function of the test result to the fuzzy goal g.

In this case, each strategy from class  $\pi$  can be evaluated as follows:

$$\beta(S_q^\pi) = \min(\alpha(U_0), \alpha(U_1), \dots, \alpha(U_{n-1}), \mu(X_n^\pi)) \quad (9)$$

It is evident that a strategy with an evaluation

$$\max_q (\beta(S_q^\pi)) \quad (10)$$

To address discrepancies between the learner's individual learning style and the maximum membership function of the testing result concerning goal  $g$ , adjustments can be made in several aspects of building the learning model [5]:

- Altering the learner's preferences.
- Modifying the transition mechanism.
- Adjusting output matrices.
- Employing a supportive learning framework that solely considers the final goal, i.e., the state of the fuzzy goal with the maximum membership function.

In the latter scenario, mixed strategies comprised of components from different  $\pi$  classes should be utilized. The necessity for forming a mixed strategy dictates the transformation of a strategy from one class, chosen based on criterion (3.9), into a strategy from another class, guided by the subsequent criterion:

$$\max_{\pi} \left( \mu \left( X_n^{\pi} \right) \right) \quad (11)$$

Transformation becomes imperative when the initial strategy proves inadequate for a fuzzily defined goal. Identifying spatial-temporal junctures in the graph where such transformation is viable is crucial. Introducing the concept of the learner's freedom of choice coefficient (FoCC), which denotes the proportion of permissible strategies to the total number within the class.

$$S_q^{\pi} \text{ c } \beta \left( S_q^{\pi} \right) \geq \varepsilon \quad (12)$$

Here,  $\varepsilon$  represents the learner's threshold for goal attainment. A lower FoCC indicates a more limited selection of strategies. A learning system grounded in behavioral modeling ought to propose permissible strategies following each test, and if warranted, transition to mixed learning strategies. Reprogramming of the learning model becomes essential when alterations occur in the profit function, facilitating the adaptation of individual learner strategies, particularly in computer-based (distance) learning environments.

### **Conclusion**

Maintaining a balance between informational and interactive slides is paramount in educational courses, with the recommended ratio ranging from 0.3 to 0.5 interactive slides per total. The creation, modification, and deletion of nodes and edges are easily manageable tasks. During node creation, the course author can specify files on the local disk. However, for this function to operate, the instrumental system must be hosted on a server.

This approach enables a collaborative effort among a team of specialists, including teachers, course leaders, psychologists, designers, editors, and others, to work on a course simultaneously. The utilization of the instructional material integration system promises a significant reduction in the time required for creating computer-based (distance) learning courses, facilitating prompt updates of course materials.

The implementation of such systems will hasten the transition to unified information transmission formats for the internet, thereby broadening the application scope of the instrumental system.

### *References*

1. "Learning management system". available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Learning\\_management\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Learning_management_system)
2. Backer, R. (2019), Educational data mining and learning analytics. The Cambridge handbook of the learning sciences. 274 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.016>
3. Kyrychenko, I., Malikin, D. "Research of Methods for Practical Educational Tasks Generation Based on Various Difficulty Levels" 6th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS-2022), May 12–13, 2022, Gliwice, Poland. CEUR Workshop Proceedings 3171, Volume I: Main, P. 1030-1042. available at: <https://ceur-ws.org/Vol-3171/paper74.pdf>
4. Shubin, I. "Development of conjunctive decomposition tools". CEUR Workshop Proceedings, 2021. P. 890–900. available at: <https://ceur-ws.org/Vol-2870/>
5. Omran, P. G., Wang, Z., Wang, K. (2018), "Scalable rule learning via learning representation", Twenty-Seventh International Joint Conference on Artificial Intelligence. IJCAI-18. P. 2149-2155. DOI:10.24963/ijcai.2018/297

## **METHOD OF PERFORMANCE IMPROVEMENT OF DISTANCE LEARNING SOFTWARE SYSTEMS**

*Prof., Doct. of Technical Sciences Grigorij Chetverykov,*

*Prof., Cand. of Technical Sciences Zoia Dudar,*

*Assoc. Prof., Cand. of Technical Sciences Ihor Shubin,*

*Graduate students Oleksii Shapyro, Ihor Sotnyk*

***Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine***

Recently, many significant events have been taking place in the world that force us to switch to a distance learning format, which is implemented with the help of distance learning systems [1]. During this format of learning, when conducting scientific research, there is a need to simulate various processes in a virtual environment (due to the impossibility of their physical/real reproduction), which often requires high-precision calculations [2]. For this type of software, the issue of performance is very sensitive, and poor optimization has significant consequences. Therefore, this object is a good example to illustrate the inaccuracy of existing metrics for assessing the complexity of software, as well as to propose a new method for constructing a metric for assessing the complexity of software to identify areas that require comprehensive performance optimization.

Modern computers make it possible to perform calculations with numbers of several thousand decimal places in relatively short periods of time. However,

constructing a long arithmetic from such numbers leads to a significant, often unacceptable, decrease in productivity. For example, a one-time operation to calculate the sine of a number with a thousand decimal places can take several minutes, and if there are thousands of such operations in a loop in a program, then the full calculation can take several days or even weeks and months.

Before proceeding with such calculations, it is important to be able to estimate their complexity and time as accurately as possible. Such an assessment determines the feasibility of the program (often the time for obtaining the result does not meet the required deadlines) and the need for its optimization. The accuracy of estimating the complexity and time spent is critically important when comparing alternative implementations of methods for solving a problem in order to determine the most optimal one. And even a small error in estimation, due to the large volume of calculations, can accumulate into a significant difference.

A software metric is a measure that allows you to derive a numerical value of some of the properties of software and its specifications [3]. Software quality assessment metrics provide insight into the reliability of programs, their performance, the complexity of maintaining and making changes, etc. We are interested in complexity assessment metrics, which are divided into 3 main groups: program size metrics or quantitative measurements, program management flow complexity metrics, program data flow complexity metrics.

Let's analyze the metrics of the first group [4]. The most common and elementary metric of quantification is the trivial estimation of the number of lines of source code, also abbreviated as SLOC . In modern conditions, it is not rational to evaluate programs simply by the amount of text, since there are a huge number of programming languages with different syntax and ability to write commands, not to mention empty lines and comments, so this metric distinguishes between logical and physical lines in the source code. Boolean strings are commands or program statements that are commonly used for calculations. Such an assessment is typically used to determine the effort required to create software and cannot be applied to seriously assess the complexity of programs in terms of their execution.

Another metric for estimating the size of programs is the ABC metric. It was introduced to overcome the shortcomings of the SLOC source code line count metric. This metric defines the ABC score, which is calculated through a formula by substituting three values: the number of assignments, the number of branches and the number of conditions in the program. And while the ABC metric is more accurate than the original SLOC, it still can't be applied in the context of the topic under consideration due to the same drawbacks as the original metric.

Let's analyze the metrics of the second group [5]. The metrics of this group are based on the estimation of the control flow graph of the program, which is represented as a control directed graph, where the vertices correspond to the operators, and the arcs correspond to the transitions.

The metric of cyclomatic complexity calculates the number of linearly independent paths in the program algorithm. For example, if the initial algorithm does not contain decision-making locations such as "if" statements or "for" loops,

the complexity is 1, due to the presence of only one path. If the algorithm contains a single "if", then there are two ways: one if the "if" statement is evaluated as "true" and one if it is evaluated as "false", and so on. This metric gives good results when assessing the overall algorithmic complexity of the program and identifying places for potential optimization. The key disadvantage of the cyclomatic complexity metric is that it does not take into account the complexity of the individual steps/operations of the program. In the context of high-precision calculations, the complexity of such operations and the time spent can vary by orders of magnitude, so this aspect makes it impossible to use this metric directly.

There are several metrics derived from the cyclomatic complexity metric. The Myers interval metric is calculated as the difference between the values of cyclomatic complexity and the number of individual conditions plus one. The Hansen metric is defined by the pair "cyclomatic complexity" and "number of operators". The Pivovarsky metric is calculated on the basis of modified cyclomatic complexity and allows you to take into account the structuring of the program, identifying code with a poor structure. Each of the listed metrics in a certain way improves the accuracy of estimating the complexity of the program, but at the same time inherits the drawback of the basic metric with ignoring the complexity of individual steps/operations of the program, which is critical for the topic under consideration.

Chen's topological metric estimates the complexity of a program based on the number of intersections of the boundaries of the graph domains of the program. This metric can be applied only in the case of structured programs with a serial connection of control structures, otherwise the metric significantly depends on conditional and unconditional transitions. In the context of high-precision calculation programs, this metric has the same drawback as the other metrics discussed in this section.

Let's analyze the metrics of the third group [6]. The metrics of this group are based on the assessment of the use, configuration, and location of data in the program. Their main idea is that you can assess the complexity of a program by analyzing the flow of data management in it – the more often the input data is used, the more complex the program can be.

One of the most common metrics in this group is the Chepin metric. The essence of this metric is to evaluate the variables and their impact on the information level of the program. All variables are distributed according to the nature of their use and take into account up to 4 functional groups (each variable can be counted in several groups at the same time): I/O variables, modified/created within the program variables, variables controlling the program, and parasitic variables. Next, a weighting factor is applied to each group to reflect the different impact on the complexity of the program, and the final result is calculated by the sum of their values. Since this metric does not take into account either the complexity of the individual steps/operations of the program, or the complexity of its overall algorithm, it cannot be applied in the context of the topic under consideration.



The next metric is the Span metric, which is based on the localization of data accesses within each section of the program. Each data entity is assigned a unique identifier, and then the number of statements containing the given identifier between its first and last appearance in the program text is calculated. Thus, an identifier that appears  $n$  times has a span of  $n-1$ . The higher the span, the more complex the program. In the context of high-precision calculation programs, this metric has the same drawback as the previous one.

There are several other hybrid metrics that combine the approaches of the metrics in question with minor innovations, but they still have the same disadvantage as the basic metrics. Due to some one-sidedness in the analysis of programs, such metrics also cannot be used for serious assessment of complexity.

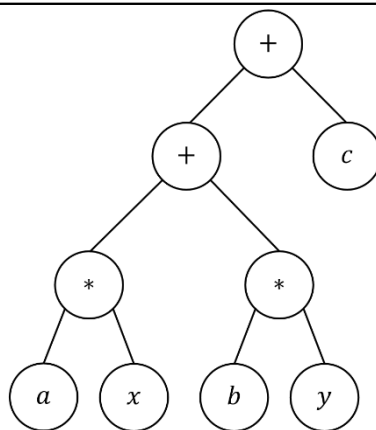
Some of the existing metrics for assessing the complexity of programs can give a good assessment of some one of their aspects, such as the complexity of individual steps/operations of the program, its general algorithm, or work with data. However, they are poorly designed to assess the complexity of programs that perform high-precision calculations, where it is critical to consider several aspects at the same time.

Thus, there is a need to determine the method of constructing a metric for assessing the complexity of high-precision calculations software.

When analyzing the existing metrics for assessing the complexity of software in the context of high-precision calculation programs, it was found that the metric of cyclomatic complexity gives good results in assessing the overall algorithmic complexity of the program, but it cannot be used in its original form, due to its key drawback that it does not take into account the complexity of individual steps/operations of the program. Therefore, in order to solve the problem, it is proposed to modify this metric by introducing an estimate of the complexity of individual steps/operations of the program, as well as calculating the minimum estimated time for its implementation, taking into account the required accuracy of calculations (number of decimal places).

The basis for programs that carry out high-precision calculations is the mathematical models obtained in the course of various studies, consisting of systems of algebraic equations. In order to estimate the complexity and time spent on their calculation, it is necessary to be able to evaluate the most basic element of these models – equations and formulas written in the form of source code.

To do this, it is proposed to use binary formula trees, the nodes of which can contain both types of operations and variables involved in them (alternatively, the decomposition could be performed via predicate algebra [7], such approach would be more universal, but in the context of this work it is redundant). Representation in this form makes it possible to estimate the complexity of each individual operation in the formula. For a linear equation of the form  $ax + by + c = 0$ , for example, it will look like this (fig. 1).

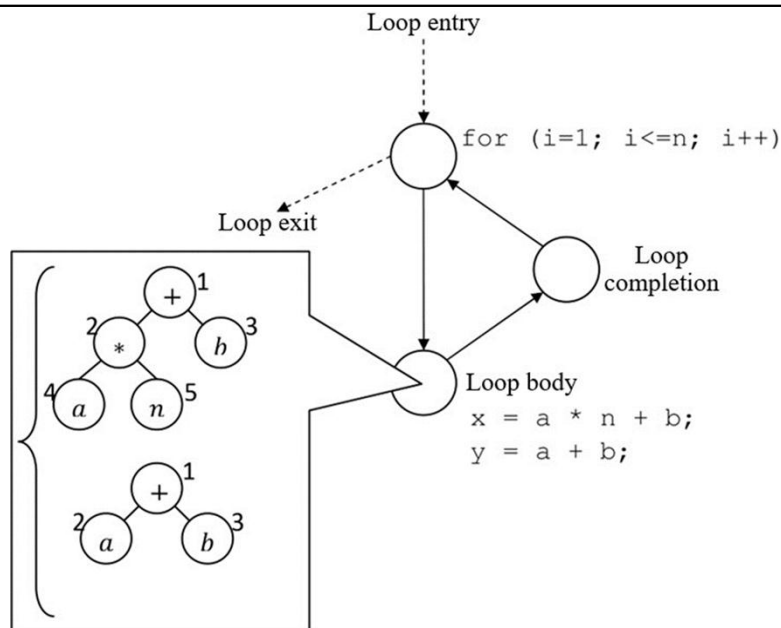


**Figure 1 – Binary tree for  $ax + by + c$**

Since the equations of mathematical models can include variables of different precision, operations with these variables will take different calculation time and, accordingly, they will have different complexity. Despite the fact that in the end everything is brought to a single precision, it can constantly change in the process of calculation, which is why it is important to consider each of the operations separately, for which the built binary tree is analyzed.

The tree is viewed from the bottom up, starting with the most recent elements, as they correspond to the variables of the formula. They are used to determine the complexity of the transaction node from which these variables originate, based on the accuracy of these variables (the accuracy of the operation will be the maximum accuracy of the variables). Next, the transaction nodes that are in the source nodes from another operation are themselves considered variable with the precision found in the previous step, and so on. As a result, the overall accuracy of a tree will be the accuracy of its root, or the maximum accuracy of the nodes emanating from it. But the complexity of the tree does not depend on the overall accuracy of the tree, since the accuracy of the nodes can change as you move from the end of the tree to its root, and if one node has less or more precision than the others, this will affect the time it takes to calculate the operation, and therefore affect the overall complexity of the tree. Thus, formulas with the same trees but variables of different precision will have different complexity and calculation times, even if their overall accuracy ends up being the same.

The ability to find the complexity of formulas makes it possible to estimate the total complexity of a program with much greater accuracy compared to the basic metric of cyclomatic complexity, and also makes it possible to distinguish the complexity of programs with the same graphs of control flows. Essentially, the program is broken down into minimal parts, each of which is a line of source code containing different commands or mathematical operations, and these parts are combined into nodes of the control flow graph (fig. 2).



**Figure 2 – Visualization of a modified metric**

The complexity of each individual node of that graph is then estimated based on its constituents. The resulting scores are combined with the cyclomatic complexity of the program. Such visualization will allow to easily identify areas requiring complex performance optimization. In addition, it can be used to calculate the estimated program execution time. The calculation time of an individual formula is calculated by summing up the time of execution of all its operations with the accuracy determined for each operation in the previous step (determination of complexity). The computation time of a control flow graph node is calculated by summing up the execution time of all its formulas. To calculate the estimated time of program execution, it is necessary to sum up the execution time of all its nodes of the control flow graph, taking into account the places of decision-making, such as "if" statements or "for" cycles. Also, since the time of performing various operations with a certain accuracy depends on the power of the hardware on which they are performed, it is first necessary to draw up a reference table "operation-accuracy-time" for the target hardware.

### **Conclusion**

1. An analysis of the existing metrics for assessing the complexity of software has been carried out and it has been found that they are poorly designed to assess the complexity of programs that perform high-precision calculations, and that there is a need to determine the method of constructing a metric for assessing the complexity of software for high-precision calculations.

2. It is proposed to build a software metric to identify areas requiring complex performance optimization by modifying the metric of cyclomatic complexity. The modified metric describes the construction of a graph of the control flow of a program using formula trees and estimating the complexity of certain basic arithmetic and mathematical operations. An option for calculating the estimated time of program execution on the basis of the proposed metric is also proposed.

### References

1. Williams P. E-learning: what the literature tells us about distance education. An overview / Aslib Proceedings, 2005. – vol. 57, pp. 109–122 – URL: <https://doi.org/10.1108/00012530510589083>
2. Bailey D. Borwein J. High-Precision Arithmetic in Mathematical Physics / Mathematics, 2015. – vol. 3, pp. 337-367 – URL: <https://doi.org/10.3390/math3020337>
3. Qu L. Wang H. Software metrics in the era of big data analytics / Journal of Big Data Analytics, 2018. – vol. 14, pp. 45-60
4. Chen L. Smith G. Understanding program size metrics: An empirical investigation / Journal of Empirical Software Engineering, 2018. – vol. 33, pp. 42-49
5. Garcia M. Patel S. Evaluating Metrics for Program Management Flow: A Comparative Analysis / Journal of Systems and Software, 2016. – vol. 112, pp. 45-56
6. Baker R. Davis M. Program Data Flow Metrics: A Comprehensive Review / IEEE Transactions on Software Engineering, 2019. – vol. 44, pp. 245-257
7. Shubin I. Development of conjunctive decomposition tools / CEUR Workshop Proceedings, 2021. – vol. 2870, pp. 890–900 – URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2870>

### МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТОХАСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

*Доц., канд. техн. наук П.М. Щербаков, доц., канд. техн. наук С.Є. Тимченко,  
доц., канд. техн. наук Д.В. Клименко, магістр Тимченко Є.М.  
НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна*

Моделювання є найбільш ефективним способом дослідження складних систем різного призначення – технічних, економічних, екологічних, соціальних, інформаційних, як на етапі їх проектування, так й в процесі експлуатації. В даній статті час безаварійного функціонування об'єкту до незапланованої зупинки, який прийнято називати наробітком до відмови, розглянутий в якості неперервної випадкової величини. Використовуючи поняття нескінченно малої величини і припущення того, що ймовірність випадкової зупинки при виготовленні однієї деталі пропорційна часу, витраченому на її виготовлення, одержано вираз ймовірності відмови об'єкту за нескінченно малий приріст часу його роботи. На цій основі складено вираз для означення ймовірності того, що наробіток до відмови не менше деякого часу, та завдяки переходу границі при умові, що нескінченно малий час прямує до нуля, одержано диференціальне рівняння першого порядку. Результатом його розв'язку є функція надійності об'єкту, тобто буде знайдено ймовірність того, що протягом часу, що розглядається, не буде відмови в роботі об'єкту. Відповідними її математичними перетвореннями визначено інтегральну і диференціальну функції показникового розподілу часу

безаварійного функціонування об'єкту [1, 2], що відповідає основним положення теорії надійності. Аналіз результатів математичного моделювання надійності об'єкту в залежності від кількості складових блоків і схем їх з'єднання дозволив установити їх значну статистичну розбіжність.

Розглянемо функціонування будь-якого об'єкту, наприклад станка-автомата, що штампує деталі, навантажувального екскаватору і інших технічних пристроїв [3–6].

Припустимо, що ймовірність  $P_0$  виникнення незапланованої зупинки, тобто його відмови, при виготовленні однієї деталі пропорційна часу  $\Delta t$ , витраченому на її виготовлення, а саме  $P_0 = \lambda \cdot \Delta t$ , де  $\lambda$  – деяка стала.

Вказане припущення обґрунтовано тим, що при всіх інших рівних умовах збільшення часу на виготовлення деталі, як правило, приводить до зростання ймовірності появи технічної поломки (можливе заклинювання підшипника, засмічення стічних поверхонь, пошкодження контактів і інше) [5, 6].

Нехай в продовж часу  $t$  об'єкт працював без відмови, при цьому момент його першого включення приймаємо за нуль, тоді  $t \geq 0$ .

Перейдемо від запису наближеного характеру для  $P_0$  до ймовірності  $P$  відмови об'єкту за час  $\Delta t$ , тобто від  $t$  до  $t + \Delta t$ , вважаючи, що час на виготовлення однієї деталі нескінченно малий. Отже,  $P_0 = \lambda \cdot \Delta t + O(\Delta t)$ , де  $O(\Delta t)$  – величина, яка має порядок малості більш високий, ніж  $\Delta t$ . Позначимо через  $T$  час безаварійного функціонування об'єкту до відмови (наробіток до відмови). За всіма необхідними ознаками маємо неперервну випадкову величину.

Вираз «за час  $t$  не було відмови об'єкту» замінимо еквівалентним виразом «наробіток до відмови не менш  $t$ », тобто  $T \geq t$ .

Застосований вираз має наступні дві складові: за час  $t$ , а також за час від  $t$  до  $t + \Delta t$  не було жодного пошкодження об'єкту, який зумовив би його випадкову відмову.

Подія згідно з першою складовою має ймовірність  $P(t) = P(T \geq t)$ .

Ймовірність події по другій складовій визначається ймовірністю протилежної події, тобто  $\bar{P} = 1 - P$ , або  $\bar{P} = 1 - \lambda \Delta t - O(\Delta t)$ .

Знайдемо ймовірність сумісного появи розглянутих подій, для чого скористуємось теоремою множення ймовірностей незалежних подій, а саме

$$P(t + \Delta t) = P(t)(1 - \lambda \Delta t - O(\Delta t)).$$

$$\text{Звідки } P(t + \Delta t) - P(t) = -\lambda P(t) \Delta t - P(t) O(\Delta t).$$

$$\text{В цьому виразу } P(t + \Delta t) - P(t) = \Delta P(t),$$

де  $\Delta P(t)$  – приріст ймовірності за час  $\Delta t$ , тоді

$$\Delta P(t) = -\lambda P(t) \Delta t - P(t) O(\Delta t).$$

Ліву і праву його частини поділимо на  $\Delta t$ , та перейдемо до границі при  $\Delta t \rightarrow 0$ .

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta P(t)}{\Delta t} = - \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \lambda P(t) - \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t)O(\Delta t)}{\Delta t}.$$

$$\text{Маємо } \frac{dP(t)}{dt} = -\lambda P(t), \text{ бо } \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{O(\Delta t)}{\Delta t} = 0.$$

Отримано диференціальне рівняння першого порядку, розв'язком якого буде ймовірність  $P(t)$ . Відокремимо змінні в цьому диференціальному рівнянні і проінтегруємо ліву і праву частини:  $\int \frac{dP(t)}{P(t)} = -\lambda \cdot \int dt$ , звідки

$\ln P(t) = -\lambda t + C$ , де  $C$  – деяка стала. Початкова умова має вигляд  $P(0)=1$ , так як в момент включення об'єкту (при  $t=0$ ) він повинен бути в працюючому стані. Тому  $C=0$ . Отже  $\ln P(t) = -\lambda \cdot t$ , звідки  $P(t) = e^{-\lambda t}$ , де  $P(t) = P(T \geq t)$ .

Отримано функцію надійності

$$P(t) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } t = 0, \\ e^{-\lambda t}, & \text{якщо } t > 0. \end{cases}$$

Знайдемо функцію розподілу  $F(t)$  випадкової величини  $T$  ( $T$  – час безвідмовної роботи об'єкту) [1]:

$$F(t) = P(T < t) \text{ і } P(T < t) = 1 - P(T \geq t). \text{ Маємо}$$

$$F(t) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } t = 0, \\ 1 - e^{-\lambda t}, & \text{якщо } t > 0. \end{cases}$$

Ця функція визначає експоненціальний (показниковий) закон розподілу ймовірностей випадкової величини  $T$ . В даному випадку представлена функція дає змогу обчислити ймовірність відмови пристрою на протязі часу  $t$ .

Диференціальна функція розподілу випадкової величини  $T$  (щільність розподілу) має вигляд

$$f(t) = F'(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad t \geq 0.$$

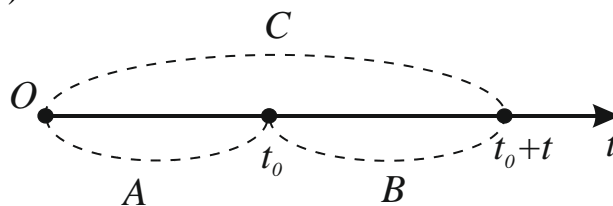
Дана функція вказує на те, як часто групуються можливі значення випадкової величини в деякому околу точки  $t$ .

Запишемо числові характеристики показникового розподілу випадкової величини  $T$ : математичне сподівання  $M(T) = \frac{1}{\lambda}$ , дисперсія  $D(T) = \frac{1}{\lambda^2}$ , середнє квадратичне відхилення  $\sigma(T) = \frac{1}{\lambda}$ .

Нехай  $M(T) = t_m$ , тоді  $t_m = \frac{1}{\lambda}$ , звідки  $\lambda = \frac{1}{t_m}$ . Отже параметр  $\lambda$  є середнє число відмов об'єкту (випадкових його обслуговувань) в одиницю часу.

Твердження 1. Так як випадкова величина  $T$  має показниковий розподіл, то ймовірність безаварійної роботи об'єкту на розглянутому інтервалі часу не залежить від початку цього інтервалу, а залежить тільки від його тривалості.

Доведення. Відлік безаварійної роботи  $t$  від деякого  $t_0$  представимо на числовій вісі (рис. 1).



**Рисунок 1 – Схематичне зображення початку часу  $t$ , де  $A, B, C$  безаварійне функціонування об'єкту відповідно на інтервалах  $(0; t_0)$ ,  $(t_0; t_0 + t)$ ,  $(0; t_0 + t)$**

Маємо  $C=AB$ , при цьому подія  $B$  залежить від події  $A$ . Застосуємо теорему множення ймовірностей залежних подій, тобто

$$P(C) = P(A)P_A(B),$$

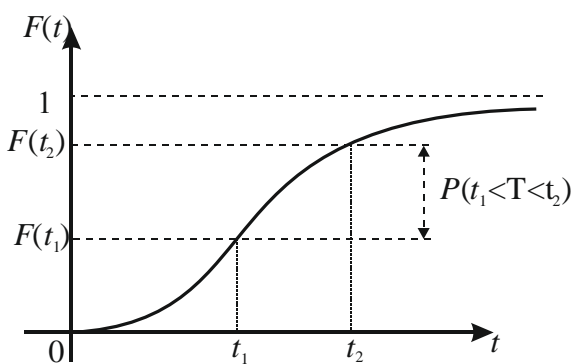
де  $P_A(B)$  – умовна ймовірність події  $B$  при умові, що подія  $A$  відбулась. Тоді

$$P_A(B) = \frac{P(C)}{P(A)} = \frac{P(t_0 + t)}{P(t_0)} = \frac{e^{-\lambda(t_0+t)}}{e^{-\lambda t_0}} = e^{-\lambda t}.$$

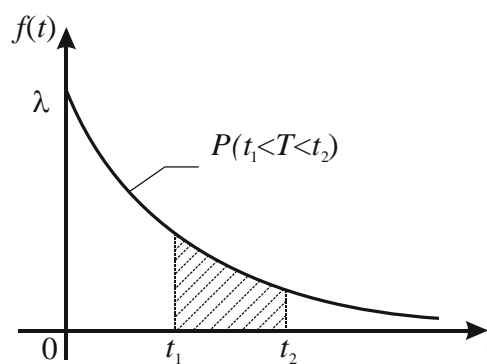
Згідно з функцією надійності  $P(t) = e^{-\lambda t}$ , отже  $P_A(B) = P(t)$ , що і потрібно було довести.

Ймовірність того, що неперервна випадкова величина  $T$  попаде на інтервал від  $t_1$  до  $t_2$  визначається наступними формулами [1, 2]:

- за функцією розподілу  $P(t_1 < T < t_2) = F(t_2) - F(t_1)$ ;
- за щільністю розподілу  $P(t_1 < T < t_2) = \int_{t_1}^{t_2} f(t)dt$  (рис. 2).



1)



2)

**Рисунок 2 – Графічне зображення ймовірності попадання випадкової величини  $T$  на заданий інтервал  $(t_1, t_2)$**

1 – за функцією розподілу випадкової величини; 2) – за щільністю розподілу випадкової величини



Як видно з рисунків, ймовірність попадання випадкової величини на заданий інтервал – це приріст функції на даному інтервалі та площа криволінійної трапеції, що обмежена знизу віссю  $Ot$ , зверху графіком щільності розподілу випадкової величини, з боків прямими  $t=t_1$  і  $t=t_2$  (заштрихована область). До речі, поєднуючи вказані поняття, одержимо рівність для визначення функції розподілу по відомій щільності розподілу, тобто «зворотну» рівність до рівності  $f(t) = F'(t)$ .

$$F(t) = P(T < t) = P(0 < T < t) = \int_0^t f(t)dt. \text{ В цілому для показникового}$$

розподілу випадкової величини  $T$  маємо  $P(t_1 < T < t_2) = e^{-\lambda t_1} - e^{-\lambda t_2}$ .

Твердження 2. Якщо інтервал зміни неперервної випадкової величини  $T$  є одноточкова множина ( $T = t_0$ ), то ймовірність її попадання в окрему точку  $t_0$  дорівнює 0. Дійсно  $P(T = t_0) = F(t_0 + 0) - F(t_0)$ .

Твердження 3. Ймовірність попадання неперервної випадкової величини  $T$  в інтервал не залежить від того, який він, півзакритий чи закритий.

Доведення.

$$\begin{aligned} P(t_1 \leq T \leq t_2) &= P(t_1 \leq T < t_2) \cup T = P(t_1 \leq T < t_2) + P(T = t_2) = \\ &= P(t_1 \leq T < t_2) + 0 = P(t_1 \leq T < t_2) = P(t_1 < T < t_2) \cup T = \\ &= P(T = t_1) + P(t_1 < T < t_2) = 0 + P(t_1 < T < t_2) = P(t_1 < T < t_2) \end{aligned}$$

Отже,  $P(t_1 < T < t_2) = P(t_1 \leq T < t_2) = P(t_1 < T \leq t_2) = P(t_1 \leq T \leq t_2)$ .

Нехай об'єкт містить три блоки  $a_1, a_2, a_3$  наробіток до відмови кожного з них – це випадкова подія  $A_1, A_2, A_3$  відповідно. В цьому позначенні ймовірності  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$  визначають надійність вказаних блоків.

Проаналізуємо надійність об'єкту при наступних двох схемах з'єднання його блоків:

Випадок 1. Послідовне з'єднання блоків об'єкту (рис. 3).

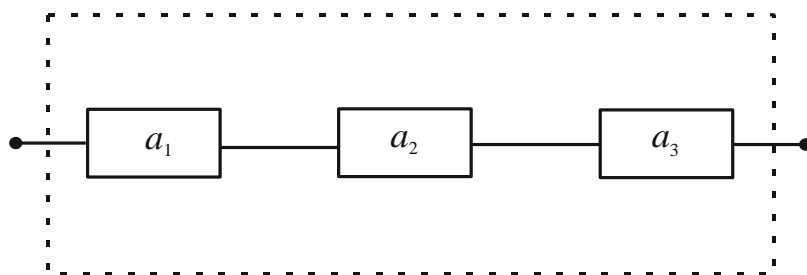


Рисунок 3 – Об'єкт з послідовним з'єднанням блоків

Як видно з рисунку, наробіток до відмови об'єкту (випадкова подія  $B_1$ ) визначається спільним наробітком до відмови всіх блоків, що на основі алгебри подій відображається наступним виразом  $B_1 = A_1 A_2 A_3$ .

Перейдемо до визначення надійності об'єкту, тобто

$$P(B_1) = P(A_1 A_2 A_3).$$

Згідно з теоремою ймовірності сумісного появи незалежних подій маємо:

$$P(B_1) = P(A_1)P(A_2)P(A_3).$$

Виразимо ймовірність  $P(A_i)$  через функцію надійності, та одержимо кінцевий вираз надійності об'єкту

$$P(B_1) = e^{-\lambda_1 t} \cdot e^{-\lambda_2 t} \cdot e^{-\lambda_3 t} = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)t}.$$

Випадок 2. Паралельно-последовне з'єднання блоків (рис.4).

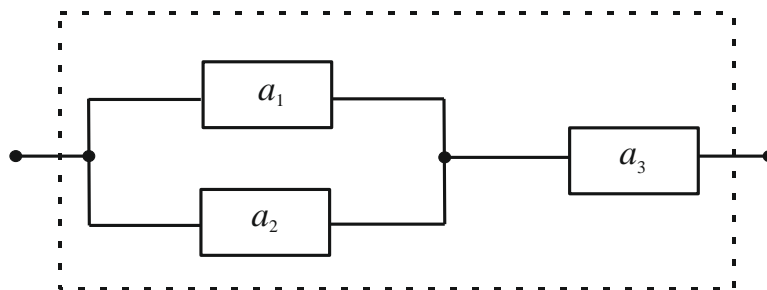


Рисунок 4 – Об'єкт з паралельно-последовним з'єднанням блоків

З цього рисунку слідує, що наробіток до відмови об'єкту (випадкова подія  $B_2$ ) визначається хоча б одним наробітком до відмови блоків  $a_1, a_2$  спільно з наробітком до відмови блоку  $a_3$ . Вказане твердження запишемо за допомогою алгебри подій, а саме  $B_2 = (A_1 + A_2)A_3$ .

Перейдемо до визначення надійності об'єкту, тобто  $P(B_2) = P((A_1 + A_2)A_3)$ .

Застосуємо теорему додавання ймовірностей сумісних подій та теорему множення ймовірностей незалежних подій

$$P(B_2) = (P(A_1) + P(A_2) - P(A_1) \cdot P(A_2)) \cdot P(A_3).$$

Враховуючи функцію надійності, маємо:

$$\begin{aligned} P(B_2) &= (e^{-\lambda_1 t} + e^{-\lambda_2 t} - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}) \cdot e^{-\lambda_3 t} = \\ &= e^{-(\lambda_1 + \lambda_3)t} + e^{-(\lambda_2 + \lambda_3)t} - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)t}. \end{aligned}$$

Порівняємо значення надійності об'єкту при розглянутих схемах з'єднання його блоків. З цією метою застосуємо однакові параметри розподілу випадкової величини, тобто  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda$ . Маємо:

$$\text{для випадку 1: } P(B_1) = e^{-3\lambda t}$$

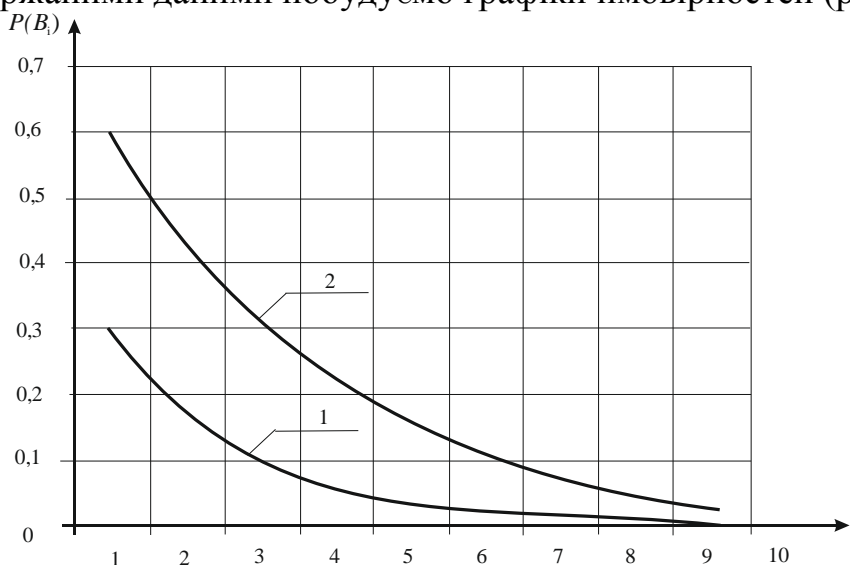
$$\text{для випадку 2: } P(B_2) = 2e^{-2\lambda t} - e^{-3\lambda t}.$$

Результати обчислення вказаних ймовірностей при  $\lambda = 2$  і  $t \in [1; 10]$  год. приведені в табл.1.

**Таблиця 1 – Порівняльні значення ймовірностей наробіток до відмови об’єкту з послідовним і паралельно-послідовним з’єднанням його блоків**

$t$ год.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P(B_1) = e^{-6\lambda t}$	0.55	0.3	0.17	0.09	0.05	0.03	0.02	0.01	0.004	0.002
$P(B_2) = 2e^{-4\lambda t} - e^{-6\lambda t}$	0.79	0.6	0.43	0.31	0.23	0.15	0.11	0.07	0.05	0.03

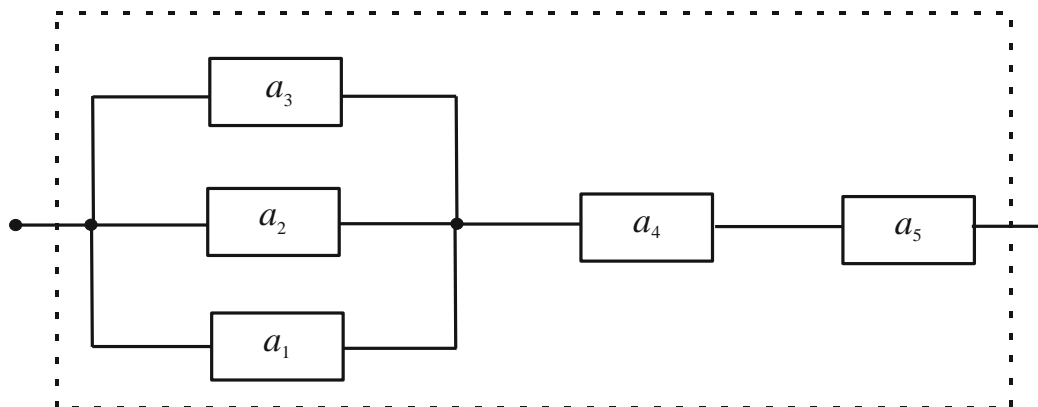
За одержаними даними побудуємо графіки ймовірностей (рис.5).



**Рисунок 5 – Графіки ймовірностей наробітку до відмови об’єкту з послідовним (1) та паралельно-послідовним (2) з’єднанням її блоків**

Як видно з цього рисунку, ймовірності наробітку до відмови об’єкту (його надійності) відрізняються в термін його роботи.

Проаналізуємо надійність об’єкту, що складений з п’яти блоків (рис. 6).



**Рисунок 6 – Об’єкт з трьома паралельно і двома послідовно з’єднаними блоками**

З приведеного рисунку слідує, що наробіток до відмови об'єкту (випадкова подія  $B$ ) визначається нарубкою на відмову хоч би двох блоків, з'єднаних паралельно спільно з нарубкою на відмову обох блоків, з'єднаних послідовно. Тобто  $B = (A_1A_2 + A_1A_3 + A_2A_3)A_4A_5$ .

Згідно з теоремою додавання ймовірностей сумісних подій та теоремою множення ймовірностей незалежних подій маємо

$$\begin{aligned} P(B) &= P(A_1A_2 + A_1A_3 + A_2A_3)P(A_4A_5) = \\ &= (1 - (1 - P(A_1A_2))(1 - P(A_1A_3))(1 - P(A_2A_3)))P(A_4A_5) = \\ &= (1 - (1 - P(A_1)P(A_2))(1 - P(A_1)P(A_3))(1 - P(A_2)P(A_3)))P(A_4A_5) = \\ &= (1 - (1 - P(A_1)P(A_2))(1 - P(A_1)P(A_3))(1 - P(A_2)P(A_3)))P(A_4)P(A_5). \end{aligned}$$

Або  $P(B) = (1 - (1 - e^{-(\lambda_1+\lambda_2)t})(1 - e^{-(\lambda_1+\lambda_3)t})(1 - e^{-(\lambda_2+\lambda_3)t}))e^{-(\lambda_4+\lambda_5)t}$ .

Розглянемо випадок, коли  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = \lambda_5 = 0,2$ .

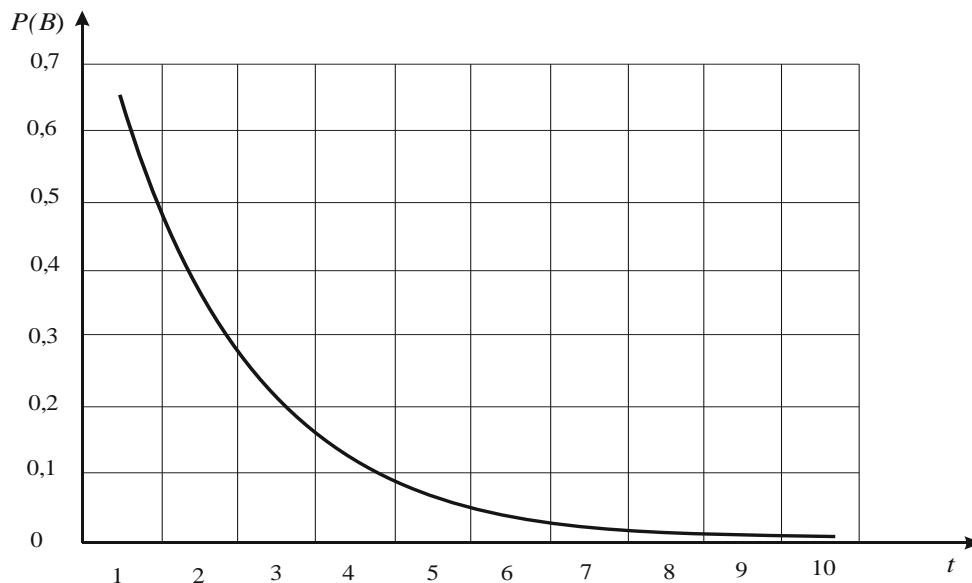
$$P(B) = (1 - (1 - e^{-2\lambda t})^3)e^{-2\lambda t} = (1 - (1 - e^{-0.4t})^3)e^{-0.4t}.$$

Одержані результати обчислень приведені в табл. 2.

**Таблиця 2 – Значення ймовірностей наробітку до відмови об'єкту з приведеним з'єднанням його блоків**

$t$ год.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P(B)$	0.65	0.38	0.18	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001

За цими даними побудовано графік ймовірностей (рис.7).



**Рисунок 7 – Графік ймовірностей наробітку до відмови об'єкту, що складений з п'яти блоків по приведеній схемі з'єднання**

Цей рисунок наочно відображає статистичну різницю прогнозованих значень надійності об'єкту з часом його роботи при ускладненій схемі з'єднання комплектуючих блоків.

### **Висновки**

1. Отримано функцію надійності об'єкту на протязі певного часу.
2. З розгляду функції надійності та ймовірності протилежної події одержано інтегральну і диференціальну функції показникового розподілу випадкової величини  $T$  – час безаварійного функціонування об'єкту (наробіток до відмови), що відповідає основним положенням теорії надійності.
3. Застосоване математичне моделювання надійності об'єкту в залежності від кількості складових блоків і схеми їх з'єднання. Результати, що одержані при цьому, мають значну статистичну розбіжність.
4. В перспективі прогнозування надійності складного об'єкту на основі застосування математичного моделювання буде корисним при оптимізації його комплектування.

### **Посилання**

1. Новікова Л.В., Котляр Б.Д., Бичков В.І. Теорія ймовірностей і математична статистика. К.: «Техніка», 1996. – 179 с.
2. Турчин В. М. Теорія ймовірностей і математична статистика / В. М. Турчин. – Дніпропетровськ : Вид-во ДНУ, 2006. – 560 с. Режим доступу: [https://mmf.dnu.dp.ua/wp-content/uploads/2020/01/turchynvm\\_ptams\\_2014.pdf](https://mmf.dnu.dp.ua/wp-content/uploads/2020/01/turchynvm_ptams_2014.pdf)
3. Shcherbakov P., Tymchenko S., Klymenko D. Statistical research of shovel excavator performance during loading of rock mass of different crushing quality / Scientific Bulletin of National Mining University, № 1, 2017. – P. 49 – 54.
4. Shcherbakov P., Tymchenko S., Bitimbayev M., Sarybayev N., Moldabayev S. Mathematical model to optimize drilling-and-blasting operations in the process of open-pit hard rock mining / Mining of Mineral Deposits, 15(2), 2021. – P. 25 – 34. – Режим доступу: [http://mining.in.ua/2021vol15\\_2\\_4.html](http://mining.in.ua/2021vol15_2_4.html)
5. Щербаков П.М., Сдвижкова О.О., Тимченко С.Є., Клименко Д.В. Математичне моделювання інтенсифікації дроблення і подрібнення залізної руди / Математичне моделювання, №1 (46), 2022.  
DOI: [https://doi.org/10.31319/2519-8106.1\(46\)2022.258442](https://doi.org/10.31319/2519-8106.1(46)2022.258442)
6. Sdvyzhkova O., Babets D., Moldabayev S., Rysbekov K., Sarybayev M. Mathematical modeling a stochastic variation of rock properties at an excavation design. 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020, 18-24August, 2020. – P. 165–172. DOI: 10.5593/sgem2020/1.2/s03.021

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)

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ УСТАНОВКИ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОБУТОВИХ СТОКІВ**

*Доц., канд. техн. наук І.М. Аксьонова*

*Одеська державна академія будівництва та архітектури  
м. Одеса, Україна*

Стан водних об'єктів у світі в межах селітебної забудови регламентується граничними показниками забруднюючих речовин. Скиди зворотних вод до водного об'єкту без очищення знижує сталість екологічної системи та приводить до її біфуркації.

Біологічне очищення побутових стічних вод на малих установках на сьогодні є актуальним для районів де відсутня централізована система водовідведення, особливо в рекреаційних та природоохоронних зонах.

На ринку присутня є велика кількість різних видів та типів установок очищення стічних вод малої потужності. Практично всі установки очищення стічних вод малої потужності використовують технологію біохімічного окислення. Такий метод у сукупності з іншими дає від 95 до 98% ефективності.

У роботі визначені ефект очищення та конструктивні особливості установки очищення стічних вод малої потужності, проведено розрахунок вхідних та вихідних показників, підбір обладнання та дотримання технологічної схеми очищення стічних вод. Дослідження були спрямовані на визначення розрахункових показників процесу біохімічного очищення та технологічним особливостям конструкції установки очищення стічних вод малої потужності «Станція біологічної очистки стічних вод «СБО-5» виробництва ТОВ «ЛІТОЛАН. Перевірка розрахункової максимальної потужності установки очищення стічних вод «Станція біологічної очистки стічних вод «СБО-5» виробництва ТОВ «ЛІТОЛАН» (далі Станція) привела до коригування технологічної схеми очищення та визначення витрати повітря на аеробні процеси, зміна технологічної схеми з урахуванням послідовності секцій денітрифікатор → аеротенк → нітрифікатор.

За даними виробника запропонована Станція передбачала біохімічне очищення побутових та близьких до них за складом виробничих стічних вод в штучних умовах з використанням вільноплаваючих мікроорганізмів (біоценозу активного мулу), розосереджених у просторі. В технологічній схемі Станції конструктивно поєднувалося дві аеробні камери та вторинний відстійник в одній споруді.

Перша камера Станції виконувала роль первинного відстійника та буферної ємності, де відбувається попередня механічна очистка стічних вод від грубодисперсних завислих речовин, а також вирівнювання навантаження на другу камеру, коливання якого спричинюють погіршення процесу очистки. Передбачалося, що перша камера працюватиме в режимі аеробної стадії обробки стічних вод з флотаційною біокоагуляцією, що



дозволяє урахувувати можливість залпового надходження високих концентрацій органічних речовин, присутність у стічній рідині СПАР, потрапляння іонів металів від скиду препаратів побутової хімії тощо. При флотаційній біокоагуляції використовується вся маса надлишкового активного мулу, який відділяється разом з грубодисперсними домішками. Одночасно відбувається зниження вмісту завислих речовин до концентрацій у відповідності з рекомендаціями [1].

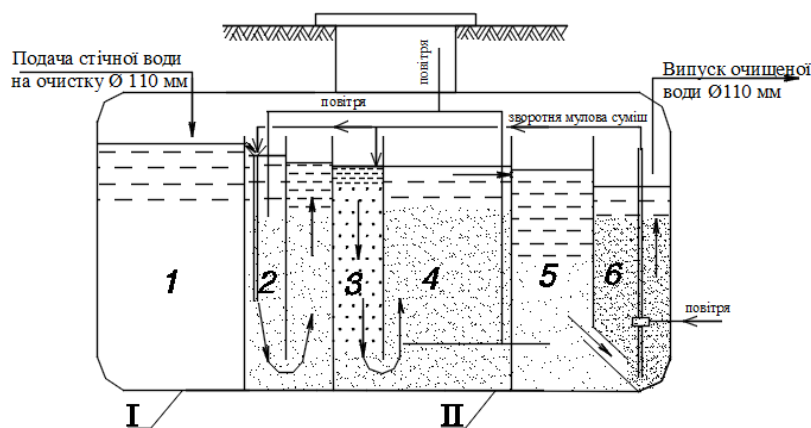
При дослідженні наданої технологічної схеми Станції було визначено, що в такому вигляді конструкції не забезпечується необхідний ступінь очищення стічних вод від сполук біогенних елементів (азоту та фосфору) у відповідності до [2]. В процесі традиційного біологічного очищення видаляється тільки 20-40% солей амонію та фосфору [3].

Тому було рекомендовано:

- в другій камері запроєктувати одночасне очищення стічних вод від органічних сполук з видаленням азоту і фосфору. До складу споруд для видалення біогенних елементів входять: аеротенк, нітрифікатор, денітрифікатор. Послідовність розташування секцій: денітрифікатор → аеротенк → нітрифікатор. Для просторового розділення об'єму аеротенку на секції встановити напівзанурювальні перетинки;

- для видалення зі стічних вод сполук фосфору на дні нітрифікатора передбачити (встановити) лотки глибиною 100 мм, що засипаються вапняком крупністю  $10 \div 20$  мм.

Технологічна схема очищення стічних вод наведена на рис. 1.

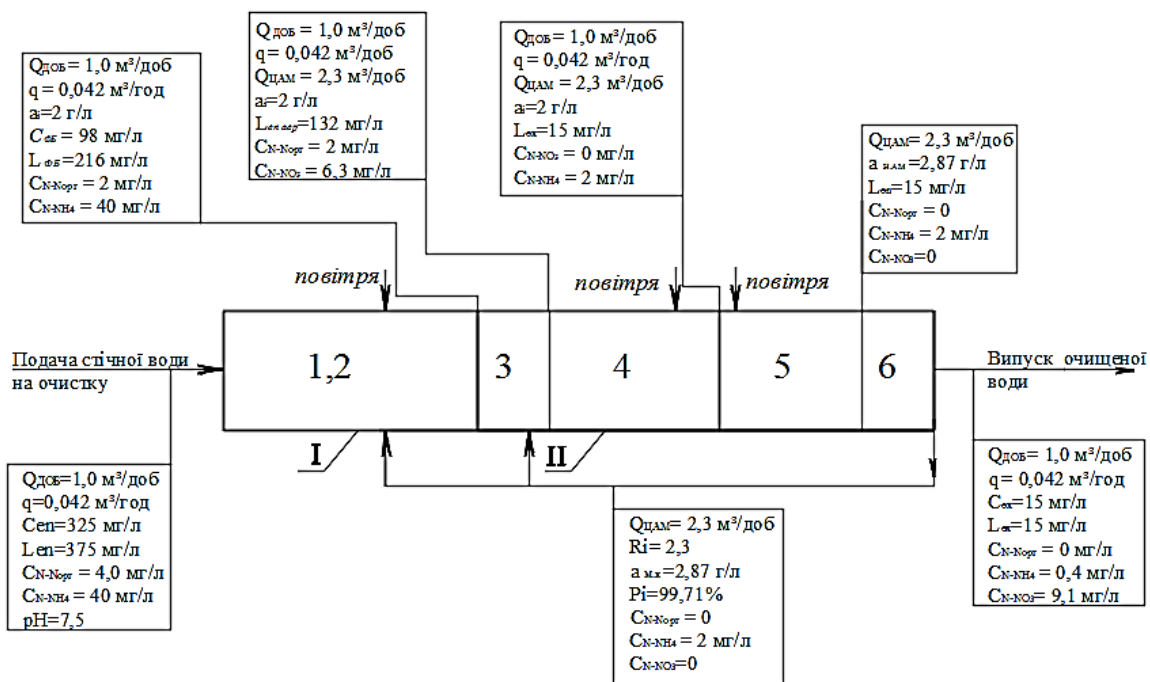


**Рисунок 1. Технологічна схема очищення стічних вод:**

- I - перша аераційна камера; II - друга аераційна камера; 1 - накопичувальна ємність;  
 2 - флотаційний біокоагулятор; 3 - денітрифікатор; 4 - аеротенк продовженої аерації;  
 5 - нітрифікатор; 6 - вторинний відстійник (флотаційний муловідокремлювач)

Відповідно запропонованій технологічній схемі отримана розрахункова балансова схема (рис.2).

Для удосконалення процесу біохімічного очищення змінено конструктивний розподіл в об'ємі другої камери аерованої споруди між секціями, що змінило час обробки стічних вод у камері.



**Рисунок 2. Розрахункова балансова біологічного очищення стічних вод (позначення відповідно рис.1)**

Відповідно конструктивним особливостям для процесу аерації було розраховано витрату повітря та зроблено підбор енергоефективного технічного обладнання.

**Висновки.** Дослідження ефективності конструкції установки очищення стічних вод малої потужності «Станція біологічної очистки стічних вод «СБО-5» виробництва ТОВ «ЛІТОЛАН показали:

1. Розділення камер на шість технологічних зон дає можливість оптимізувати процес біохімічного окислення та створення сприятливих умов для нітрифікації та денітрифікації та виділення фосфору.

2. Комбінування зон аерації та її відсутності можливо при відповідному конструктивному рішенні.

3. Розроблена балансова схема показує теоретичні можливості запропонованої технологічної схеми.

### Посилання

1. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених пунктів України (затверджено Наказом Держжитлокомунгоспу України 05.07.95 № 30, в редакції від 22.03.2016р.). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-95#Text>
2. Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами - затверджено наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України 05 березня 2021 року № 173. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0173926-21#Text>

3. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. - Рівне: НУВГП, 2013. – 292 с.
4. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні та управління безпекою праці / Саблій Л.А., Бунчак О.М., Жукова В.С., Россінський В.М. // Підручник для студ. ВНЗ спец. «Біотехнології та біоінженерія» рекомендовано Вченою радою НТУУ «КПІ» / Під ред. Л.А. Саблій – Рівне: НУВГП, 2016 - 356 с

## **ПОЛІТИЧНІ ЧИННИКИ ЕКОНОМІКИ КРАЇН ТА ЇХ ВПЛИВ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

*Аспірант М.Д. Бурковський*

*Український державний університет науки і технологій  
м. Дніпро, Україна*

**Постановка проблеми.** Підприємство функціонує в динамічному економічному середовищі, яке впливає на всі види підприємницької діяльності. Нестабільне середовище несе в собі загрози розвитку підприємства, його економічній діяльності та здатності до ефективної конкуренції на внутрішніх та зовнішніх ринках. Політичні чинники економіки країн формують загальні рамки функціонування національних підприємств. Таким чином, для забезпечення сталого економічного зростання необхідно проаналізувати наявні політичні умови, що впливають на діяльність національних підприємств.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вітчизняні вчені досліджують проблеми розвитку підприємств країни, визначають найбільш перспективні напрями підтримки, чинники розвитку та впливу з боку держави. Політичні чинники розглядають в своїх роботах такі вчені: Г.П. Ситник [1], Л.М. Гейко, Н.В. Сментина [2], Г.С. Третяк, К.М. Бліщук [3], Е.В. Ковальов [4] та ін. Також питання політичних умов економіки країн активно вивчають такі міжнародні організації як Міжнародний валютний фонд [5], Організація Об'єднаних Націй [6], Світова організація торгівлі [7].

**Метою статті** є дослідження та аналіз видів політичних факторів на функціонування національних підприємств та наслідки їх дії на макrorівні.

### **Виклад основного матеріалу дослідження.**

Національні підприємства відіграють ключову роль у господарському розвитку кожної країни, відтворюючи багатство, створюючи робочі місця та забезпечуючи інноваційні продукти та послуги. Однак їх успішне функціонування значною мірою залежить від умов, в яких вони працюють. Проаналізуємо ключові аспекти умов функціонування національних підприємств та вплив на їх діяльність політичного середовища, яке утворює

складну мережу умов та впливає на роботу підприємств. Податкова політика, регулювання бізнесу, а також торговельні угоди формують політичний контекст, у якому діють підприємства. Економічні фактори, такі як інфляція, рівень безробіття та економічне зростання також опосередковано залежать від політичного клімату в країні та відповідних політичних рішень. У цьому контексті національні підприємства повинні постійно адаптуватися до змін, розробляти стратегії для забезпечення своєї конкурентоспроможності і знаходити інноваційні підходи для вирішення викликів, з якими вони зіштовхуються. Розглянемо основні аспекти умов функціонування національних підприємств.

Політичні чинники є одним із ключових факторів, що впливають на діяльність національних підприємств. Податкова політика, регулювання бізнесу та міжнародні торговельні угоди формують основну структуру, в якій функціонують підприємства. Вона визначає рівень оподаткування, об'єм податкових пільг та ставки, що мають прямий вплив на фінансове становище підприємств і їх можливості для розвитку. У той же час, національні підприємства можуть сприймати політичну нестабільність як загрозу для своєї діяльності. Політичні конфлікти, несподівані зміни урядової політики та невизначеність у правовому середовищі можуть призвести до зниження інвестиційної активності та прибутковості бізнесу.

Ступінь прозорості податкової політики визначає, наскільки ефективно вона сприяє економічному зростанню та розвитку бізнесу. Вона має визначати рівень оподаткування підприємств та прямо впливати на їхню фінансову стійкість. У якісно розробленій податковій системі ставки податків мають забезпечувати функціонування держави з одного боку, а з іншого - не перевантажувати бізнес та не стимулювати сірий сектор національної економіки. Пільги та кредитування також мають стимулювати реальний сектор виробництва задля ефективного фінансового планування підприємств, відчуття ними стабільності у діловому середовищі та підтримку з боку держави. Регулювання у сфері безпеки, якості та екології вимагатиме від підприємств додаткових витрат та зусиль для виконання вимог. Розглянемо основні фактори впливу податкової політики на підприємства:

– Витрати на ведення бізнесу. Високі податкові ставки збільшують витрати підприємств, що може призвести до зниження прибутковості. Це особливо критично для малих та середніх підприємств, які мають обмежені фінансові ресурси. Високі податки можуть також знижувати стимул до інвестування у розширення та модернізацію виробництва.

– Конкурентоспроможність. Податкова політика впливає на конкурентоспроможність національних підприємств на міжнародному ринку. Країни з низькими податковими ставками, при інших рівних умовах, приваблюють значно більше іноземних інвестицій і сприяють експорту та збільшенню надходжень валюти, тоді як високі податки створюють бар'єри для міжнародної торгівлі та залучення капіталу та концентруються на внутрішньому ринку.

– Інвестиції та інновації. Низькі податкові ставки за наявності конкуренції стимулюють підприємства до реінвестування своїх прибутків у дослідження та наукові розробки, що сприяє інноваціям і технологічному прогресу. Це особливо важливо для високотехнологічних галузей з високим вмістом доданої вартості, де інвестиції в нові технології є одним із ключових факторів конкурентоспроможності.

– Податкове навантаження та справедливість. Важливо, щоб податкове навантаження було справедливим та рівномірно розподіленим між різними категоріями платників податків відповідно до їх можливостей. Несправедливий розподіл податків може призводити до соціальної напруги та економічної нерівності. Прогресивна податкова система де існують податкові ставки, які збільшуються з ростом доходів, є оптимальним засобом аби знизити ці ризики. Це дозволяє підприємствам з вищими доходами нести більшу частку податкового навантаження, тоді як суб'єкти з нижчими доходами сплачують менше. Таким чином, прогресивна система оподаткування сприяє зменшенню економічної нерівності та підтримці соціальної справедливості. Справедливе податкове навантаження також враховує здатність підприємств до оподаткування, що залежить від їхньої економічної активності та прибутковості. Малі підприємства часто мають менші фінансові ресурси що робить їх більш вразливими до макроекономічної нестабільності. Відповідно надмірні податки можуть стримувати їхній розвиток і зростання. З іншого боку, великі корпорації мають більше ресурсів для адаптації до податкових змін, тому можуть нести більшу податкову відповідальність без значного впливу на їхню діяльність [8].

– Податкові пільги та стимули. Податкові пільги та стимули можуть бути ефективними інструментами для підтримки певних галузей або видів діяльності. Раціональним є надання податкових кредитів для досліджень та розробок, інвестиційних податкових кредитів або звільнення від податків на певний період, що може стимулювати розвиток стратегічних галузей та підвищувати загальний рівень економічного розвитку. Інвестиційні податкові кредити дозволяють підприємствам знижувати свої податкові зобов'язання на певний відсоток від суми, інвестованої у розвиток бізнесу, зокрема в обладнання, технології чи інфраструктуру. Це стимулює підприємства вкладати кошти у модернізацію та розширення виробництва. Звільнення від податків можуть надаватися новим підприємствам або тим, що працюють у певних галузях, які є пріоритетними для економічного розвитку країни. Наприклад, стартапи у сфері високих технологій можуть бути звільнені від сплати податків на перші кілька років своєї діяльності, що допомагає їм закріпитися на ринку. Витрати на дослідження та розробки можуть бути віднесені на зменшення оподаткованого прибутку підприємства. Це стимулює інноваційну діяльність, дозволяючи компаніям реінвестувати частину прибутку у нові проекти та технології. Ще один популярний вид пільгового оподаткування - податкові канікули. Тимчасове звільнення від сплати податків, яке надається новоствореним підприємствам або підприємствам, що здійснюють діяльність у певних регіонах чи галузях, надає

підприємствам ширші економічні можливості. Це особливо важливо для розвитку регіонів з низькою економічною активністю або для підтримки галузей, що перебувають у кризі.

Різні дослідження підтверджують ефективність податкових пільг та стимулів у сприянні економічному розвитку. Згідно з дослідженням Світового банку, країни, що активно використовують податкові стимули, демонструють вищі темпи зростання ВВП та більш динамічний розвиток підприємництва [5].

Також важливим аспектом справедливого податкового навантаження є запобігання ухиленню від сплати податків. Прозорість податкової системи та ефективні механізми контролю зменшують можливості для корупції та ухилення від податків, що сприяє підвищенню довіри до держави та стабільності податкових надходжень. Ефективна система податкових перевірок та санкцій має забезпечувати дотримання податкових зобов'язань усіма платниками податків.

Вибір правильної стратегії податкової політики є складним завданням для уряду. З одного боку, низькі ставки податків можуть збільшити стимули для інвестицій та підтримати економічне зростання а також стимулювати експортно-орієнтовані галузі. З іншого боку, високі податки можуть забезпечити достатні доходи державного бюджету для розвитку інфраструктури та соціальних програм, знизити привабливість інвестицій та змусити компанії шукати альтернативні місця для розміщення бізнесу. Для національних підприємств ступінь прозорості та довершеності податкової політики, а також її відповідності економічним умовам може визначати їхню конкурентоспроможність на міжнародному ринку [10]. У цьому контексті, розвиток оптимальної податкової політики є ключовим завданням для уряду, яке має балансувати між потребами економіки, соціальною справедливістю та фінансовою стабільністю.

Регулювання бізнесу включає в себе набір законодавчих актів, правил та норм, які регулюють діяльність підприємств та їхні взаємовідносини з урядом, споживачами та іншими учасниками ринку. Ступінь регулювання бізнесу визначає загальну швидкість пристосування підприємств до мінливих економічних умов, визначає загальний рівень економічного зростання та стабільності. У занадто регульованому середовищі підприємства можуть стикатися з великою кількістю бюрократичних процедур, довгими термінами одержання дозволів та обмеженнями щодо діяльності, що може обмежити їхню здатність до інновацій та розвитку. З іншого боку, відсутність необхідного регулювання може призвести до виникнення недобросовісних практик, порушень прав споживачів та недостатньої захищеності прав інвесторів.

Ефективне регулювання бізнесу має сприяти створенню комфортних умов для розвитку підприємництва та стимулювати конкуренцію на ринку, заохочуючи інновації та розвиток нових галузей, а також забезпечуючи високий рівень захисту прав споживачів і інвесторів. Це може включати в

себе спрощення процедур реєстрації бізнесу, створення механізмів підтримки малого та середнього бізнесу, а також забезпечення високого рівня прозорості та захищеності прав власності. Можна виділити наступні ключові аспекти ефективного регулювання бізнесу:

– Прозорість та передбачуваність. Підприємства повинні чітко розуміти правила гри та очікувані наслідки своїх дій. Прозорість у регуляторному середовищі дозволяє бізнесу ефективно планувати свою діяльність та ризики. Прозорість регуляторного середовища полягає в доступності та зрозумілості інформації про закони, нормативні акти та процедури. Коли уряди забезпечують відкритий доступ до законодавства та регуляторних вимог, підприємства можуть швидко отримати необхідну інформацію, що сприяє кращому розумінню своїх обов'язків та прав. Прозорість також знижує можливості для корупції та зловживань, що забезпечує більш чесні та рівні умови для всіх учасників ринку. Передбачуваність означає стабільність та послідовність у застосуванні регуляцій та законів. Коли підприємства знають, що законодавчі умови не змінюватимуться раптово та без попереднього обговорення, вони можуть більш впевнено планувати свою діяльність на довгострокову перспективу. Це особливо важливо для залучення інвестицій, оскільки інвестори надають перевагу стабільним ринкам з низьким рівнем регуляторного ризику. Передбачуваність також включає прозорі процедури для внесення змін до законодавства. Коли уряд проводить консультації з бізнес-спільнотою та іншими зацікавленими сторонами перед внесенням змін, це сприяє кращому розумінню та сприйняттю нових правил. Наприклад, Європейський Союз використовує механізми громадських консультацій та оцінки впливу регуляцій, що забезпечує передбачуваність та сприяє стабільному бізнес-середовищу.

– Спрощення адміністративних процедур. Мінімізація бюрократичних процедур та скорочення часу на отримання дозволів і ліцензій дозволяє підприємствам ефективніше використовувати свої ресурси, прискорювати процеси запуску та розширення бізнесу, а також зменшувати витрати, пов'язані з дотриманням адміністративних вимог. Спрощення адміністративних процедур значно підвищує продуктивність підприємств. Коли компанії можуть швидко та легко отримувати необхідні дозволи та ліцензії, вони можуть швидше приступати до реалізації своїх проектів. Це особливо важливо для стартапів та нових підприємств, які мають обмежені ресурси і не можуть собі дозволити витратити багато часу на бюрократичні формальності. Зниження бюрократичного тягаря дозволяє бізнесу зосередитися на своїй основній діяльності, що сприяє збільшенню продуктивності та ефективності. Адміністративні витрати, пов'язані з отриманням дозволів, ліцензій та виконанням інших регуляторних вимог, можуть суттєво впливати на фінансове становище підприємств. Спрощення адміністративних процедур дозволяє зменшити ці витрати, що особливо важливо для малих та середніх підприємств, які мають обмежені фінансові ресурси. За даними Міжнародного валютного фонду, країни з меншим рівнем



адміністративного навантаження на бізнес демонструють вищі показники економічного зростання та продуктивності. Наприклад, у доповіді "Doing Business" зазначається, що спрощення процесу реєстрації бізнесу на 10% може призвести до збільшення кількості нових підприємств на 3% та зростання зайнятості на 1% [5].

– Захист прав власності і контрактів. Ефективне регулювання повинно забезпечувати надійний захист прав власності та дотримання контрактних зобов'язань, що сприяє розвитку бізнес-середовища та збільшує впевненість інвесторів. Захист прав власності є основою ринкової економіки. Коли права власності чітко визначені та захищені законом, це знижує невизначеність та ризики для підприємств. Надійний правовий захист власності включає в себе ефективні механізми реєстрації власності, чіткі закони щодо володіння та передачі власності, а також справедливі і прозорі судові процеси для вирішення спорів. Країни з високим рівнем захисту прав власності зазвичай мають вищий рівень економічного зростання та розвитку.

Ефективне регулювання повинно забезпечувати механізми гарантованого виконання державних замовлень, що включає наявність чітких законодавчих норм, ефективну судову систему та арбітражні процедури для вирішення комерційних спорів.

Виконання державних замовлень є особливо важливим для іноземних інвесторів, які хочуть бути впевненими, що їхні права будуть захищені, а угоди – виконані. Відсутність належного захисту може стати серйозним бар'єром для інвестицій. Інвестори оцінюють ризики перед вкладенням коштів, і одним з ключових факторів є правова безпека. Коли права власності та контрактні зобов'язання добре захищені, інвестори мають більше довіри до ринку, що сприяє притоку капіталу та технологій. Це особливо важливо для країн, що розвиваються, які прагнуть залучити іноземні інвестиції для стимулювання економічного зростання.

– Адаптивність до змін. Регуляторні рамки повинні бути гнучкими та адаптивними до змін у бізнес-середовищі та економіці загалом. Це дозволяє підприємствам ефективно реагувати на нові виклики та можливості. Економічні кризи, глобальні пандемії та інші макроекономічні фактори можуть різко змінювати бізнес-середовище. Адаптивні регуляції дозволяють урядам та підприємствам швидко реагувати на ці зміни, забезпечуючи стабільність та безперервність бізнес-процесів. Деякі країни вже активно впроваджують адаптивні регуляторні підходи. Наприклад, Сінгапур створив інноваційну регуляторну «пісочницю», де фінансові технологічні компанії можуть тестувати нові продукти та послуги в контрольованому середовищі перед їх повним впровадженням. Це дозволяє швидко виявляти та усувати регуляторні перешкоди, адаптуючи правила до нових технологічних реалій. Водночас впровадження гнучких регуляторних рамок може стикатися з певними викликами, як то баланс між гнучкістю та стабільністю. Регуляторні органи повинні забезпечити, щоб надмірна гнучкість не призводила до правової невизначеності, що може негативно вплинути на бізнес. Адаптивні

регуляції вимагають постійного моніторингу та оцінки їхньої ефективності, що потребує додаткових ресурсів та компетенцій. Також регуляторні органи повинні активно співпрацювати з бізнесом, громадянським суспільством та іншими зацікавленими сторонами для розробки та впровадження адаптивних регуляцій.

Ефективне регулювання бізнесу створює умови для стабільного та сталого економічного зростання, стимулює інвестиції та розвиток інноваційних галузей, а також забезпечує захист прав громадян та інвесторів. У той же час, недоцільне або надмірне регулювання може обмежувати підприємництво та інвестиції, знижуючи загальний рівень економічного розвитку. Тому важливо забезпечити баланс між потребами регулювання та вільного ринку, зокрема шляхом участі бізнесу та громадськості у формуванні регуляторних політик [9].

Тому важливою задачею уряду є забезпечення балансу між необхідним регулюванням бізнесу для забезпечення ефективності та стабільності економіки та збереження достатнього ступеню свободи та гнучкості для розвитку підприємництва та інновацій.

**Висновки.** Національні компанії відіграють важливу роль у розвитку економіки країни, сприяючи створенню робочих місць, виробляючи нові продукти та послуги, а також сприяючи зростанню багатства. Але їх успіх значною мірою залежить від політичних умов країни, в якій вони діють. Політичному керівництву необхідно знайти оптимальне співвідношення між податковим навантаженням і контролем над бізнесом та наданням значних економічних свобод національним підприємствам. В кінцевому результаті при якісному політичному управлінні та своєчасному реагуванні на зовнішні чинники національна економіка буде мати конкурентоспроможний та незалежний бізнес.

### *Посилання*

1. Ситник Г. Конкурентоспроможність держави та національна безпека: курс лекцій. Київ : Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, 2023. 86 с.
2. Гейко Л.М., Сментина Н.В. Національна економіка: навчальний посібник. Одеса: Одеський національний економічний університет, 2012.
3. Третяк Г.С., Бліщук К.М. Державне регулювання економіки та економічна політика: навчальний посібник. Львів: Львівський регіональний інститут державного управління Національної академії державного управління при Президентові України, 2011.
4. Ковальов Е.В. Вплив малого, середнього і великого бізнесу на конкурентоспроможність економіки. Харків: Харківський національний університет внутрішніх справ, 2008.
5. International Monetary Fund – Міжнародний валютний фонд. URL: <http://www.imf.org/external/> (date of access: 25.06.2024).
6. United Nations – Організація Об'єднаних Націй. URL: <https://www.un.org/> (date of access: 25.06.2024).
7. World Trade Organization - Global trade. World Trade Organization. URL: <https://www.wto.org> (date of access: 25.06.2024).

8. Шекета Є.Ю. Ефективний державний податковий менеджмент як запорука сталого розвитку економіки. БІЗНЕС ІНФОРМ. 2020. № 6. С. 56—61.9.
9. Бечко П.К., Бечко В.П., Лиса Н.В., Пташник С.А. Податковий менеджмент у системі податкового адміністрування. Економіка та держава. 2021. № 11. С. 79—83.
10. Бевз С. Мета державного регулювання господарської діяльності. Часопис Київського університету права. 2014. С. 90—93.

## **ЗАЛІЗНИЧНО – ПОРОМНЕ СПОЛУЧЕННЯ УКРАЇНИ НА ШЛЯХУ ІНТЕГРУВАННЯ У ЄДИНИЙ ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ПРОСТІР**

*Канд. техн. наук, доцент Р.І. Візняк, канд. техн. наук, доцент Д.І. Скуріхін  
Кафедра «Інженерія вагонів та якість продукції»*

***Український державний університет залізничного транспорту (УкрДУЗТ)  
м. Харків, Україна***

Не зважаючи на складні труднощі, пов'язані з перебуванням у воєнному положенні, Україна впевнено залишається ланкою важливіших міжнародних транспортних комунікацій, які забезпечують взаємодію між окремими державами Євразійського простору. Для скорочення шляху від країни-відправника до країни-отримувача, і як наслідок, – часу доставки вантажу та забезпечення збереження його під час транспортування, дістала свого логічного поширення взаємодія між окремими галузями в загальній транспортній мережі, зокрема, як найбільш перспективних, – залізничного та морського, симбіоз яких є складовою міжнародного транспортного коридору “ТРАСЕКА” в напрямку: Одеса – Чорне море – Варна (БНР) та - Батумі, Поті (Грузія) і Дериндже (Турція). У напрямках Чорномоськ-Варна (-Поті, -Батумі, Грузія;-Деринже, Туреччина) постійно здійснювала стабільні перевезення судоходна компанія „UKRFERRY”, через діючі, - у кількості три поромних судна [1, 2]. Це українські пороми „Герої Шипки” та „Герої Плевни” 1977, 1978/79 рр. побудови, верф Ульянік, Югославія, нині Республіка Хорватія. У Болгарській Республіки є фактично ідентичні за технічними характеристиками і зовнішнім виглядом судна. Це „Герої Севастополя” і „Герої Одеси. Крім цього, до 1994 р. вона володіла більш сучасним теплоходом „Грейфсвальд”,- 1988 р. побудови, який зараз знаходиться у власності України і здійснює курсування під орендою грузинської фірми „Інстра”, знаходячись під класифікаційним наглядом Германського Ллойда. Ці судна, відповідно класів RO-RO і LO-LO, тобто „rollon-rolloff”, „lifton-liftoff”, (накочування вагонів на верхні палуби або підняття за допомогою ліфтових механізмів), вони завантажують на борт 108 та 50 вагонів [3]. Таким чином, після подолання воєнного положення і закінчення бойових дій потребує негайного відновлення і збільшення об'ємів перевезень існуючих, і у майбутньому, - знову створених залізнично-поромних переправ.

На найближчу післявоєнну перспективу подальшого розвитку залізнично-поромних перевезень, - набуває широкого розповсюдження, і це не є випадковістю, адже признані складові транспортної логістики і загальної політики України, забезпечуватиме продуктивне та своєчасне інтегрування її в Європейський міжнародний простір.

Багаторічний аналіз роботи вітчизняних залізнично-поромних комплексів та технічних пристроїв взаємодії вагонів з палубами поромних суден, які використовуються в практиці залізнично-водних перевезень, дозволив виявити ряд суттєвих недоліків, які постійно перешкоджають забезпеченню міцності, підвищенню експлуатаційної надійності та збереження вагонів при транспортуванні їх у морському залізнично-поромному сполученні (МЗПС), - в умовах підвищення інтенсивності міжнародних перевезень. Тому основним напрямком тут є дослідження особливостей експлуатації вагонів, під час перевезення залізнично-поромним судном з урахуванням гідрометеорологічної структури акваторії плавання поромних суден, що в перспективі дозволяє розроблення заходів, які направлені на підвищення збереження вагонів при перевезенні їх акваторією моря в умовах та при відомих характеристиках морського хвилювання, а також забезпечення більшої ефективності функціонування міжнародних залізнично-поромних переправ під час взаємозв'язку основних транспортних коридорів, інтегрованих у єдину Європейську та, логістично-, і загальну Світову економічну мережу.



*а*



*б*

**Рисунок 1 – Розміщення вагонів на верхніх палубах поромних суден:**

*а* – “Герої Плевни”; *б* – “Герої Одеси”.



*а*



*б*

**Рисунок 2 – Вантажно-пасажирський пором “Грейфсвальд”:**

*а* – пором у причала Чорноморського Морського торговельного порту;

*б* – нижня палуба порому у дії.

Звертаючи увагу на аналіз особливостей функціонування і перспективи розвитку поромних перевезень у міжнародному залізнично-водному сполученні, треба мати чітке уявлення історичних передумов виникнення та формування залізнично-поромних маршрутів в Україні, як майбутньої Держави єдиного Європейського простору, здобуваючи свою демократичну свободу під час Визвольної війни (своєї територіальної цілісності) з російською федерацією, яка під час вторгнення і присвоєння, наклала незаконні інтереси на її Незалежність.

Слід зазначити, що Україна, як територія споконвічних східних слов'янських поселень, а пізніше – основна частина у складі Київської Русі, в цьому аспекті відіграла велику роль, у силу свого географічного положення. Будучи розташованою на перехресті торгових шляхів, вона, як транзитна територія, відіграла важливу роль для формування великих історичних транспортних коридорів: **„З варяг – у греки”** (Скандинавія – Візантія (Константинополь)), пізніше – Османська Імперія, і у сучасності – Туреччина)); по р. Дніпро через Чорне море - **шлях із Скандинавії у Булгарське та Хазарське царства** через р. Ітіль (нині Волга), далі **через Каспійське море у Персію** (нині Ірак, Іран) та - **„Великий шовковий шлях”** у напрямку Китаю та Індії, – найбільший транспортний шлях, що навечно поєднав країни Європи із Азією, але за останній час перетерпів - пряме диференціювання на окремі транспортні напрямки, що обумовлене економічними інтересами і політичними доктринами держав на пострадянському просторі (ТРАСЕКА, „Північ-Південь”, „Схід – Захід”, Транссибірська магістраль та БАМ) [2].

Таким чином справедливе ствердження, що сформована вітчизняна система комбінованих сухопутних та водних перевезень у міжнародній площині і її поромна складова – це багатовікова еволюційно-сформована історична спадщина України. Тому ми маємо по праву пишатися цим фактом, що унікальні сучасні залізнично-поромні перевезення, як і вітчизняне залізнично-водне сполучення в цілому, зовсім не безглузда випадковість і не сумбурна модна транспортна ідея без відповідних економічних підстав.

Відкрита сумісна експлуатація залізнично-поромних переправ поміж портами Варна – у сполученому напрямку Республіка Болгарія та Чорноморськ (Україна), а також і Поті/Батумі (Грузія) та Чорноморськ – Дериндже (Турція) по перевезенню експортних, імпорتنих та транзитних вантажів поромами відкрило і засвоїло єдині Європейські напрямки у загальному і цивілізованому міжнародному просторі.

Існуючі залізнично-поромні перевезення є важливою складовою транспортної системи сучасної Європейської держави Україна на шляху захисту демократичних цінностей свободи. Розвиток і експлуатація цих перевезень впевнено сприятиме покращенню взаємодії залізничного та водного видів транспорту і зростанню післявоєнної економіки України та, взагалі, забезпечуватиме пряму інтеграцію її транспортних потоків - в систему розвинених міжнародних транспортних коридорів.

В умовах стабілізації післявоєнного економічного положення Української Держави і розвитку нових міжнародних транспортних коридорів, доцільно розширення передвоєнних залізнично-поромних маршрутів, що зміцнюватиме міжнародні позиції України у зовнішньо - економічному просторі [4, 5]. У недалекій транспортній перспективі – це логічне розширення і створення нових поромних маршрутів, як продовження міжнародної транспортної політики нової Української Демократичної Держави.

### *Посилання*

1. 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.
2. Візняк Р.І. Підвищення ефективності взаємодії залізничного і морського транспорту в умовах міжнародних поромних перевезень: Грант Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених.-Дог. № Ф 26/424 від 31.07.08 // № держ. р. 0108U088652.- Харків: УкрДАЗТ, 2008.-104с.
3. Artur Kagramanian, Ruslan Viznyak, Dmytro Skurikhin and Janis Eiduks Railway-Ferry Crossings of Ukraine and Baltics as an Efficient Link of the Baltic-Black Sea Transport Corridor [Text] // Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. ICTE in Transportation and Logistics 2019.- Springer Nature Switzerland AG 2020.-p.171-179
4. <https://www.ukrferry.com/uk>
5. <https://www.vin.gov.ua/news/eukraina/42667-poromnyi-perekhid-iz-ukrainy-do-rumunii-za-10-khvylyn>

## **ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

*Ст. викладач В.І. Гуцалова, доц., канд.екон.наук О.Л. Фаїзова,  
аспірант І.В. Мотякін*

*Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна*

Хімічна промисловість є однією з провідних галузей промисловості України, яка має широку номенклатуру продукції і необхідна іншим галузям народного господарства, у тому числі – споживчим ринкам. Так, у промислово-розвинутих країнах частка хімічної продукції у промисловому виробництві становить від 5-8% до 13-16%, тоді як в Україні – менше 3% . Саме тому, особливої актуальності та значимості набуває проблема дослідження факторів формування конкурентоспроможності вітчизняних підприємств хімічної промисловості [8].

Категорія конкурентоспроможності відноситься до однієї з найбільш уживаних в сучасній економічній літературі. Поняття «конкурентоспроможність» сьогодні вже використовують не лише стосовно товару, а й до більш агрегованих категорій – підприємство, об'єднання підприємств, галузь, країна, група країн тощо. Проте найбільшого поширення набула градація «товар – підприємство – країна» через те, що саме ці представники, формуючи певну ієрархію найбільшою мірою відбивають картину загального економічного стану окремої держави [1].

Проблемам формування конкурентоспроможності підприємства та пов'язаними з цим питаннями присвячена значна кількість праць вітчизняних та закордонних вчених, серед яких П. Брентон, М. Портер, Д. Сакс, Дж. Стренд, Р. Лукас, Б. В. Буркінський, О. О. Коковіхіна, І. І. Павленко, С. І. Савчук та ін. Не зважаючи на велику кількість наукових досліджень щодо вирішення питання забезпечення конкурентоспроможності підприємств, досі є недостатньо вивченою і актуальною проблема систематизації факторів формування конкурентоспроможності підприємства окремих галузей народного господарства з урахуванням їх специфіки та сучасних тенденцій розвитку.

Конкурентоспроможність – це відносна характеристика, яка відображає відмінності процесу розвитку конкретного виробника від його конкурента як за рівнем задоволення своїми товарами чи послугами конкретної суспільно необхідної праці, так і за ефективністю виробничої діяльності. Ознаки конкурентоспроможності формуються із урахуванням територіально-географічної сфери (міжнародна, внутрішньо-національна, регіональна), з урахуванням фіксації часу (на конкретну дату, поточна, прогнозна) за рівня конкуруючих об'єктів (галузі, підприємства) [5].

Сучасна хімічна промисловість включає: 1) *виробництво хімічних речовин та хімічної продукції* (виробництво основної хімічної продукції, добрив і азотних сполук, пластмас і синтетичного каучуку в первинних формах; виробництво пестицидів та іншої агрохімічної продукції; виробництво фарб, лаків і подібної продукції, друкарської фарби та мастик; виробництва мила та мийних засобів, засобів для чищення та полірування, парфумних та косметичних засобів; виробництво штучних та синтетичних волокон); 2) *виробництво основних фармацевтичних продуктів і фармацевтичних препаратів*; 3) *виробництво гумових та пластмасових виробів*; 4) *виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції* (виробництво скла та виробів із скла; виробництво вогнетривких виробів, виробництво будівельних матеріалів із глини; виробництво іншої продукції з фарфору та кераміки; виробництво цементу, вапна та гіпсових сумішей; виготовлення виробів із бетону, гіпсу та цементу; різання, оброблення та оздоблення декоративного та будівельного каменю; виробництво абразивних виробів). Основними споживачами хімічної продукції в Україні є виробництво хімічних речовин та хімічної продукції; виробництво гумових та



пластмасових виробів; виробництво деревини та паперу; сільське та лісове господарство; виробництво харчових продуктів й тютюнових виробів.

Тенденції розвитку хімічної промисловості в основному повторюють основні тенденції розвитку промисловості України, однак мають і свої особливості. Так хімічна промисловість, порівняно з іншими секторами промислової діяльності, є більш чутливою до впливу макроекономічних чинників, а саме: у кризових для вітчизняної промисловості 2008-2009, 2013-2015 роках темпи зниження обсягів виробництва хімічних речовин та хімічної продукції перевищували відповідні показники у промисловості загалом (8,3% проти 5,0 у 2008 році; 24,6% проти 20,6% у 2009 році; 19,3% проти 4,3% у 2013 році; 14,2% проти 10,1 % у 2014 році; 15,2% проти 13,0% у 2015 році) і навпаки, період відновлення (2010-2011 роки) темпи приросту в хімічній промисловості склали 21,5% і 23,7% проти 12,2% і 13,0% у промисловості загалом [7]. Тому ключовими факторами для розвитку галузі стали: низька інвестиційна активність підприємств, посилення конкуренції на світовому ринку хімічної промисловості у зв'язку з виходом країн Азії на лідируючі позиції за обсягами виробництва, низька доступність фінансових ресурсів і високе податкове навантаження на підприємства галузі; висока капіталомісткість і вартість утримання основних засобів, тривалий період окупності інвестицій, висока енергоємність виробництва; недостатній розвиток системи стандартів і контролю якості хімічної промисловості, низька платоспроможність вітчизняних споживачів [5]. Таким чином, для підприємств хімічної промисловості проблема забезпечення конкурентоспроможності на внутрішньому і зовнішньому ринках є актуальною.

З огляду на мету оцінки конкурентоспроможності підприємства можуть використовуватися кілька методів розрахунку її рівня [6]. Визначальним серед них слід обирати той, який враховує порівняльні особливості діяльності, умови функціонування та тенденції розвитку галузі.

**Таблиця 1 – Аналіз методів оцінки конкурентоспроможності підприємств хімічної промисловості**

Метод	Можливості застосування в хімічній промисловості
1	2
Графічний	«+» - простота та наочність методу дозволяють оцінити положення підприємства за окремим показником(характеристикою) відносно конкурентів; «-» -застосування значної кількості характеристик щодо оцінки рівня конкурентоспроможності підприємств досліджуваної галузі може нівелювати його наочність.
Матричний	«+» - дозволяє визначати конкурентну позицію підприємства на ринку відносно інших учасників та спрямовує у виборі відповідної стратегії поведінки; «-» - конкурентоспроможність не може визначатися лише часткою ринку, що належить підприємству, більш складні моделі потребують попереднього визначення конкурентної позиції або конкурентоспроможності за відсутності узагальненої методики їх визначення.

**Продовження таблиці 1**

1	2
Метод, що базується на оцінюванні конкурентоспроможності продукції	«+» - його можна дотримуватися для оцінки конкурентоспроможності підприємства, якщо успішність його діяльності ототожнюється з успішністю продукції, що ним випускається, на певних ринках; «-» - сучасні умови функціонування досліджуваних підприємств викликають необхідність оцінювання їх конкурентоспроможності за більшою кількістю характеристик.
Метод, що базується на теорії ефективної конкуренції	«+» - оцінка певних видів діяльності підприємства, що відбивають рівень використання наявних ресурсів, та конкурентоспроможності його продукції в комплексі дають уявлення про конкурентоспроможність підприємства; «-» - зовсім не враховується вплив зовнішніх чинників конкурентоспроможності, низка яких на сьогодні є визначальними (наприклад, для азотної підгалузі це ціна основної сировини – імпортованого природного газу та кон'юнктура світового ринку мінеральних добрив).
Метод, що базується на аналізі порівняльних переваг підприємств - конкурентів	«+» - вважається простим у використанні, більш конкурентоспроможним визначається підприємство з вищим рівнем за конкурентними перевагами, що розглядаються; «-» - окрім переваг підприємству необхідно оцінити й свої слабкі місця для визначення подальших дій. Динамізм зовнішнього середовища, активний розвиток інноваційних процесів, впровадження нових форм та методів управління призводить до неможливості одночасного врахування всіх переваг, бо вони можуть як з'являтися, так само й втрачати цей статус, що особливо характерно для поточного стану розвитку хімічної промисловості.

Для підвищення рівня конкурентоспроможності підприємств хімічної промисловості в Україні необхідні інституційні перетворення, призначені сприяти:

- формуванню вертикально та горизонтально інтегрованих інституційних структур із виробництва хімічної продукції з повним технологічним циклом (від сировини до кінцевої продукції);

- створенню кластерів, індустріальних (хімічних) парків та інших об'єднань виробничих, наукових і комерційних підприємств різних видів економічної діяльності для реалізації пріоритетних інвестиційно-інноваційних проектів;

- стимулюванню участі хімічних підприємств у формуванні стійких кооперативних зв'язків, забезпеченню міжсекторної та міжрегіональної взаємодії.

Конкурентоспроможність підприємства визначає здатність витримувати конкуренцію у порівнянні з аналогічними об'єктами. Необхідність виготовляти конкурентоспроможний товар продиктована бажанням підприємства існувати на ринку, адже саме основна діяльність (з виготовлення продукції, виконання робіт, надання послуг) приносить йому найбільший прибуток.

### **Висновки**

1. На ринку може мати успіх тільки конкурентоспроможна продукція, що обумовлює необхідність пристосовуватись до потреб покупця і виробляти тільки такі вироби, які відповідають цим вимогам. Це сприяє конкурентоспроможності підприємства в конкретних умовах його виробничої діяльності.

2. За підсумками проведених теоретичних досліджень можна проаналізувати можливості застосування розглянутих методів для оцінки конкурентоспроможності підприємств хімічної промисловості.

### **Посилання**

1. Гуцалова В. І. Боброва К. В. Конкурентоспроможність як рушійна сила ринкової економіки. Матеріали XI Всеукраїнській конференції молодих вчених «Молоді вчені 2020 – від теорії до практики». Д.: НМетАУ. 2020. С. 92–95.
2. Гуцалова В. І. Прялін М. А. Конкурентоспроможність продукції як напрямок підприємницької діяльності на промисловому підприємстві. Журнал «Економічний вісник» ДВНЗ УДХТУ. Дніпропетровськ, 2016. № 1(3). С. 96–101.
3. Гуцалова В. І. Прялін М. А. Оцінка конкурентоспроможності персоналу промислового підприємства. Журнал «Економічний вісник» ДВНЗ УДХТУ. Дніпропетровськ, 2017. № 1(5). С. 25–30.
4. Іщук С. О. Созанський Л. Й. Виклики та перспективи розвитку хімічної промисловості України. Економіка промисловості. 2019. № 1. С. 65–81.
5. Караван Н. А. Технічна складова конкурентоспроможності підприємств хімічної промисловості. Ефективна економіка. 2020. № 4. – URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7775>
6. Касаткіна М. В. Оцінка конкурентоспроможності підприємств хімічної промисловості: методичні аспекти. Маркетинг і менеджмент інновацій. 2011. № 3(2). С. 159–165.
7. Офіційний сайт Головного управління статистики України [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
8. Павленко І. І. Оцінка потенціалу підвищення конкурентоспроможності підприємств хімічної промисловості. Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. 2015. № 2 (12). С. 8–14.

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ КОТЛОАГРЕГАТУ НІСТУ-5**

*Студентка А.К. Дев'ятка, ст. викл. О.І. Стоян*  
**Український державний університет науки і технологій**  
**м.Дніпро, Україна**

Водогрійний котел НІСТУ-5 використовують для вироблення гарячої води для систем опалення, гарячого водопостачання житлових будинків, адміністративних та промислових об'єктів. Котли НІСТУ-5 із примусовою циркуляцією води належать до котлів низького тиску, вони використовуються як котли в котрих максимальна температура води не перевищує 115°C. Даний котлоагрегат складається з пакету котла, колосникової системи, повітроводу,

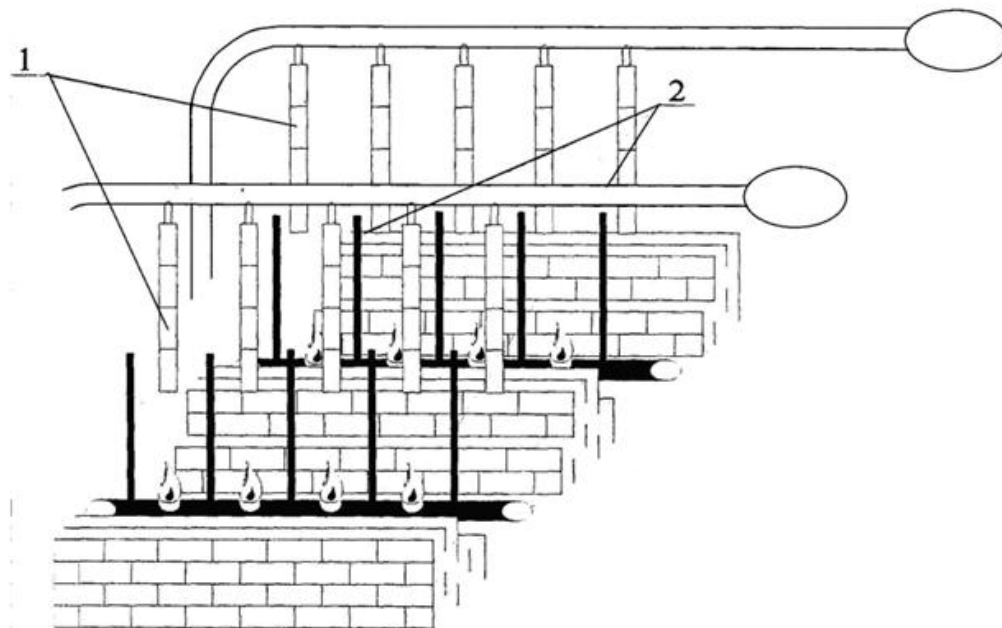
фронту топки, двох керованих димових шиберів, теплоізоляції, каркасу, запірної та запобіжної арматури, а також контрольно-вимірювальних приладів. Котел має одну передню, одну задню та п'ять середніх секцій. Передня та задня секції складаються з прямих труб, що утворюють передній та задній екрани. Кожна середня секція складається з одного верхнього колектора, двох нижніх колекторів, та трьох правих і лівих Г-подібних екранних труб, які з'єднані між собою зварюванням у пакет. Тильні сторони труб бокових та заднього торцевого екранів оребрені, їх використовують для утворення конвективних газоходів. Для збільшення поверхні нагріву та створення умов спрямованого руху димових газів бічні та задній екрани мають приварені діафрагми. Ці діафрагми використовують для того, щоб перекрити міжтрубні зазори, висота цих діафрагм доходить до початку згинання труб середньої секції. Для покращення теплообміну, та для збільшення поверхні нагріву котла на зовнішню сторону труб бічних і заднього екранів розташовують по 3 плавника. Тильні сторони труб бокових та заднього торцевого екранів оребрені, їх виконують для утворення конвективних газоходів.

Димові гази які утворюються в процесі горіння піднімаються до стелі топки, проходять через проміжки між трубами бічних і заднього екранів, далі димові гази опускаються зовні топки вниз по конвективним каналам які утворюються завдяки плавникам, після чого надходять в димарі розташовані праворуч і ліворуч, далі йдуть в загальний боров газоходу і надходять у димову трубу.

Вода до котла підводиться в обидва нижні колектори із задньої стінки котла, проходить по котлу, нагрівається і після чого відводиться у теплову мережу з верхнього колектора, розташованого на фронтівій стіні. Природний газ підводиться з боку фронтівій стіни до двох пальників, які розміщені в нижній частині об'єму топки. У системі опалення сталевих водогрійних котлів типу НІСТУ використовуються форкамерні пальникові пристрої. Факели від пальників проходять крізь канали кладки і підіймаються вгору до поверхні склепіння. В бокових каналах за котлом розташовані шибери, для регулювання тиску в об'ємі камери топки.

Для підвищення ефективність спалювання газоподібного палива хочу запропонувати модернізацію за технологією Сігала О.І. і Падерно Д.Ю. Вона не лише впливає на підвищення ефективності спалювання палива але ще й сприяє зниженню токсичних викидів в атмосферу. Оскільки забруднення атмосфери продуктами згорання має шкідливий вплив на побут людини та виробництво, застосування цієї модернізації являється дуже актуальною. Вона складається з інтенсифікації топкового теплообміну в котлах шляхом установки проміжних випромінювачів. Ці випромінювачі встановлюють для того, щоб вони сприймали тепло селективним випромінюванням і конвекцією від продуктів згорання і потім передавали його повним спектром випромінювання до водоохолоджуваних поверхонь, котрі розташовують в топці. Коли випромінювачі знаходяться в стаціонарному режимі та незмінній

температурі, то весь тепловий потік який на них падає перевипромінюється на поверхні екрану в якості власного випромінювання і відбитого тепла.



**Рисунок 1- Встановлення проміжних випромінювачів в топку котла:**

1 - навічні проміжні випромінювачі, 2 - стрижневі проміжні випромінювачі.

Завдяки цій модернізації знижується максимальних температур в зоні горіння, температур на виході з топки і за котлом, підвищується надійність експлуатації, полегшуються умови роботи а також і збільшується термін експлуатації котла.

Застосування проміжних випромінювачів дозволяє:

- збільшити тепловіддачу в топці котла на 10...30 %;
- зменшити витрату палива в котлах на 3...5 %.

Недоліком такої модернізації являється швидке зношування проміжних випромінювачів через що потребується їхня заміна після кожного опалювального сезону.

### **Висновки**

Модернізація сталевого водогрійного котла типу НІСТУ-5 за технологією Сігала О.І. і Падерно Д.Ю збільшує ефективність роботи топки котла, збільшує тепловіддачу в топці котла, зменшує витрату палива в котлах. Оскільки токсичні викиди в атмосферу з газоподібними відходами також утворюють величезні маси твердих відходів які мають шкідливий вплив на атмосферу, ця модернізація являється дуже актуальною.

### **Посилання**

1. Реконструкция котла НИИСТУ-5 // XI конференция стран СНГ с международным участием "Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики". Тезисы докладов. – Севастополь 2001 – 181с
2. <https://vintdocs.com/stalnoj-otopitelnyj-kotel-niistu-5/>
3. <https://mmzavod.com.ua/index.php/kotly-vodogrejnye/kotel-niistu-5>

## АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ БОРОШНА НА МЛИНУ НЕВИСОКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

*Проф., д-р техн. наук Д.О. Жигунов,  
доц., канд. техн. наук О.С. Волошенко, асп. А.В. Ковтун  
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса, Україна*

Сьогоднішній темп розвитку борошномельної галузі є дуже стрімким. Сучасні технології дозволяють отримувати загальний вихід борошна до 80 %, при цьому 58-65 % становить частка пшеничного борошна вищого сорту [1].

З огляду на посилення конкуренції та зростаючі вимоги покупців питання дотримання і покращення якості борошна є дуже актуальним. І щоб забезпечити нашу країну високоякісною продукцією та зайняти лідируючі позиції на ринку зернових продуктів, необхідно більш детально розібратися з проблемами, які пов'язані з показниками борошна.

Пшеничне борошно, яке виробляється на будь-якому борошномельному підприємстві, повинно відповідати вимогам стандарту ГСТУ 46.004-99 [2]. Стандарт передбачає ряд показників, основними серед яких є: крупність помелу, вміст клейковини, індекс деформації клейковини, білість, число падіння.

Вміст та індекс деформації клейковини є показниками, які чинять вагомий вплив на хлібопекарську якість борошна. Відомо, що від вмісту клейковини та її в'язко-еластичних властивостей залежить здатність борошна давати при випічці пишній хліб з пружним, еластичним і пористим м'якушем. Вміст та індекс деформації клейковини є «традиційними» вітчизняними показниками оцінки хлібопекарської якості борошна. Однак, в реаліях сьогодення цих показників для комплексної оцінки хлібопекарських властивостей сортового борошна недостатньо. Тому все частіше хлібопекарі приділяють увагу показнику енергії деформації або «сила борошна» ( $W$ ). Окрім цього, показник  $W$  є одним з основних показників, що характеризують цільове призначення борошна та саме його хлібопекарі зазначають у специфікаціях на борошно різних типів, як за кордоном, так і у нашій країні. Це показник, який характеризує поведінку тіста при замішуванні, його в'язкість, пружність, еластичність, водопоглинаючу (ВПЗ) та газотримуючу здатність борошна.

Тому метою нашої роботи було порівняння показників хлібопекарської якості борошна, які визначаються за вітчизняними методами (вміст клейковини та ІДК) та за зарубіжними методами (енергія деформації  $W$  та коефіцієнт конфігурації  $P/L$ ) у борошні вищого сорту, що вироблялось на ТОВ «База МТЗ» продуктивністю 70 тон на добу. Предметом дослідження були 20 зразків борошна вищого сорту, які були вироблені у період з січня по листопад 2023 р.

Вміст клейковини визначали шляхом ручного відмивання, вміст білка – на ІЧ-аналізаторі FPI SupNIR 2700 за ISO 12099-2017. Альвеографічне

дослідження проводили за ISO 27971:2023 [3]. При цьому визначали наступні параметри: P – пружність тіста або його здатність протистояти деформації, мм; L – розтяжність тіста або максимальний об'єм повітря, який може утримувати пухир тіста, мм; W – загальну енергію деформації ( $10^{-4}$  Дж) або так звану хлібопекарну силу борошна (од.); P/L – коефіцієнт конфігурації альвеограми.

Згідно з діючими стандартами [1] вміст клейковини у борошні вищого сорту повинен бути не менше 24,0 %, індекс деформації не нижче II групи якості, вміст білка – не обмежується.

Досліджувані зразки характеризуються відносно стабільними показниками якості (табл.1): вміст білка 10,9-12,2 %; вміст клейковини 24,0-25,2%; індекс деформації клейковини 60-70 од.

**Таблиця 1 – Деякі показники якості борошна вищого сорту індустріального помелу**

Номер зразка	Показники якості			Показники альвеографічного дослідження			
	вміст білка, %	вміст клейковини, %	індекс деформації клейковини, од.	P, мм	L, мм	P/L	W, $10^{-4}$ Дж
1	10,9	24,0	60	46	112	0,41	148
2	11,2	24,4	65	54	136	0,40	210
3	11,7	24,4	65	61	114	0,54	203
4	11,7	24,6	60	62	120	0,52	230
5	11,3	24,4	65	99	55	1,80	214
6	11,4	25,2	65	78	91	0,86	237
7	11,4	24,0	60	83	82	1,01	212
8	11,7	24,4	67	70	108	0,65	231
9	11,7	24,2	60	78	85	0,92	218
10	11,9	24,8	60	72	111	0,65	236
11	12,0	24,2	60	71	109	0,65	232
12	11,6	24,6	60	68	103	0,66	227
13	12,1	24,6	60	91	88	1,03	261
14	12,0	24,8	65	82	102	0,83	249
15	11,7	24,2	60	72	108	0,67	225
16	11,8	24,8	70	66	127	0,52	222
17	11,7	24,8	65	86	54	1,59	164
18	11,3	24,0	60	78	55	1,42	150
19	12,2	25,0	65	86	74	1,16	214
20	11,4	24,0	60	85	64	1,33	192
<i>Min</i>	<i>10,9</i>	<i>24,0</i>	<i>60</i>	<i>46</i>	<i>54</i>	<i>0,40</i>	<i>148</i>
<i>Max</i>	<i>12,2</i>	<i>25,2</i>	<i>70</i>	<i>99</i>	<i>136</i>	<i>1,80</i>	<i>261</i>
<i>Average</i>	<i>11,6</i>	<i>24,5</i>	<i>63</i>	<i>74</i>	<i>95</i>	<i>0,88</i>	<i>214</i>



На рис.1-2 наведено отримані залежності вмісту клейковини та енергії деформації борошна, індексу деформації клейковини та коефіцієнту конфігурації альвеограми P/L.

За силою сортове пшеничне борошно умовно поділяють на три групи: сильне борошно ( $W > 250$  од.), середнє ( $W=180-220$  од.) та слабке ( $W < 180$  од.). При цьому співвідношення P/L в діапазоні 0,8-1,2 є оптимальним для хлібопекарського борошна, борошно з співвідношенням P/L в межах 1,2-1,5 рекомендується для листових виробів, відношення P/L понад 1,5 характеризує борошно як дуже сильне, P/L менше 0,8 характерно для слабого борошна.

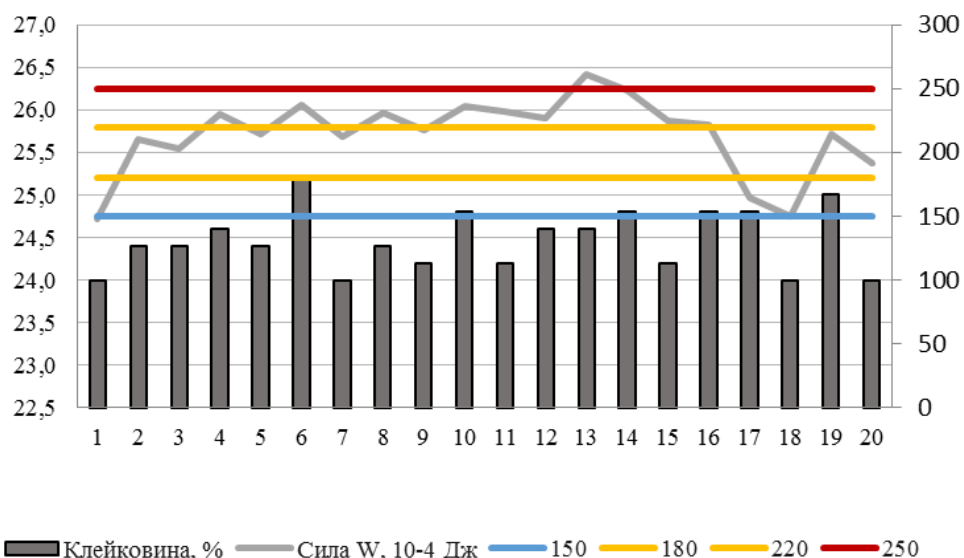


Рисунок 1 – Залежність вмісту клейковини (%) та енергії деформації борошна ( $W, 10^{-4}$  Дж) у борошні вищого сорту

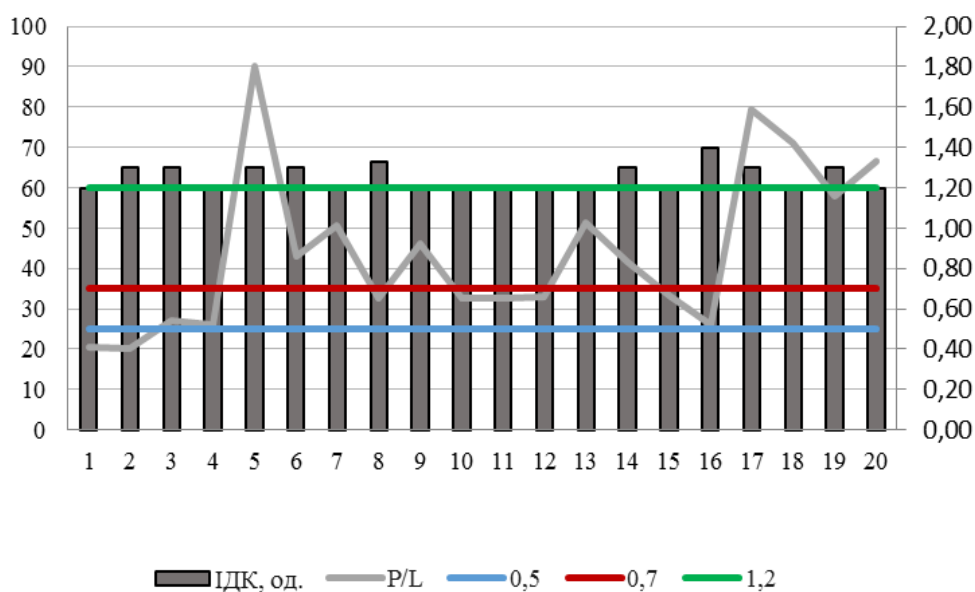


Рисунок 2 – Залежність індексу деформації клейковини (од. ІДК) та відношення P/L у борошні вищого сорту

Найменший вміст клейковини було відмічено у зразках 1, 7, 18, 20. При цьому енергія деформації  $W$  у цих зразках становила 148, 212, 150, 193 од. відповідно. Високим вмістом клейковини характеризувалися зразки 6, 10, 14, 16, 17 та 19. При цьому показник  $W$  у вказаних зразках був 237, 236, 249, 222, 164 та 214 од. відповідно. Індекс деформації клейковини був стабільним для усіх зразків та склав 60-70 од. При цьому співвідношення  $P/L$  коливалося в досить широких межах – 0,40-1,80.

### **Висновки**

Таким чином можна зазначити, що прямого взаємозв'язку між вмістом і показником  $W$ , індексом деформації клейковини і показником  $P/L$  не спостерігається. Окрім білково-протеїназного комплексу, на силу борошна вплив становлять ступінь пошкодження крохмалю, активність ферментів та інші показники.

З отриманих результатів видно, що традиційних показників для оцінки хлібопекарського потенціалу борошна недостатньо. Сучасна якість борошна в конкурентних умовах вимагає від виробника забезпечення необхідної «Сили борошна» для конкретних груп хлібобулочних виробів. Використання приладу AlveoLab дозволить підвищити ефективність контролю якості готової продукції та підвищити її конкурентоспроможність.

### **Посилання**

1. Технологія та оцінка якості зернових продуктів: монографія / Жигунов Д. О., Волошенко О. С., Брославцева І. В. та ін.; за ред. д-ра техн. наук Д. О. Жигунова, канд.техн.наук О. С. Волошенко. – Одеса: Видавництво ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – 364 с
2. ГСТУ 46.004-99. Борошно Пшеничне. 1999. 24 с
3. ISO 27971:2023. Common wheat (*Triticum aestivum* L.) Determination of alveograph properties of dough at constant hydration from commercial or test flours and test milling methodology.

## **THE ROLE OF INTERNATIONAL STANDARDS IN THE FIELD OF CONSUMER RIGHTS PROTECTION**

*Prof., Dr. Sc. Leonid Kolomiets,*

*MSc Serhii Taraniuk, MSc Volodymyr Yakymovych*

*State University of Intellectual Technologies and Communication,  
Odesa, Ukraine*

Ensuring and controlling the quality of products is the responsibility of the manufacturer. The functions of the state in this context are to establish minimum requirements for product safety and to exercise state supervision over their compliance by manufacturers (suppliers, importers, exporters) in order to protect

the life and health of its citizens, as well as to protect the rights of consumers of the corresponding products.

Implementation of international standards and harmonization of national standards is not only the driving force of trade, but also a necessity for the effective integration of Ukraine into the global market (WTO) and European structures.

Moreover, import and export costs will decrease if technical requirements for products and conformity assessment are the same in Ukraine and its trading partners. The world community seeks to implement the principle of "one standard, one test, one conformity assessment" while eliminating technical barriers. Harmonization of national standards is the most important element in the complex of measures to implement this principle.

One of the prerequisites for sustainable economic development is a system of production of safe food products for both domestic and foreign markets, which is based on regulatory frameworks that ensure consumer health. Therefore, all countries need an adequate food control program to ensure the safety, quality, and availability of national food resources in sufficient quantities and at reasonable prices to achieve acceptable nutrition and health status for all population groups.

The world's most widespread food safety management system and synonymous with food safety is HACCP, an internationally recognized scientifically based systematic preventive approach aimed primarily at predicting and preventing biological, physical and chemical hazardous factors, rather than testing and verifying the final product [1]. HACCP is a system for assessing the hazardous factors of food raw materials, technological processes and finished products, and pays special attention to process control at the earliest possible stages in the technological scheme of product manufacturing, applying control of operations and/or methods and continuous monitoring at critical control points. Implementation of HACCP systems is a mandatory requirement of the legislation of the USA, Canada, Japan, New Zealand and many other countries of the world.

This system uses the approach of controlling critical points of movement of food products to prevent problems with their safety. It identifies specific hazards and establishes measures to control them to ensure food safety. The HACCP system provides confidence that food safety management is carried out effectively at the enterprise. The HACCP plan supports food safety because potential hazards that may occur during production are assessed, controlled and prevented. The HACCP system reduces the potential health risks to consumers from foodborne illness by identifying, preventing and correcting problems throughout the food chain from primary production to the final consumer.

Codex Alimentarius or "food codex" is an international system of standards, the purpose of which is to ensure the safety of food products and eliminate barriers in their world trade [2]. The importance of the food code for the protection of consumer health was emphasized as early as 1985 by UN Resolution 39/248 "Guidelines for the Protection of Consumer Interests", which recommended to state governments: "take into account the need to ensure food safety to protect the rights and interests of consumers and, with this the goal is to maintain, where possible,

and adopt at the national level the standards of... Codex Alimentarius" of the FAO and the World Health Organization".

The importance of Codex Alimentarius standards for the development of international trade cannot be overestimated. Thus, the Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures and the Agreement on Technical Barriers to Trade actively encourage international harmonization of food standards. Moreover, the Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures stipulates the obligation of the member country to fully participate in the activities of the relevant international organizations and their auxiliary bodies, especially the Codex Alimentarius Commission, in order to contribute to the development and periodic review of international standards within these organizations.

For the past half century, all important aspects related to food, consumer health protection and fair trade practices have been the focus of the Codex Alimentarius Commission, which today is the main international platform and forum for the development of international food standards.

Codex Alimentarius standards cover the entire life cycle of a food product from primary production to final consumption and are the main documents used today in primary production, food and processing industries.

In the context of the creation of a complex integrated system for ensuring the safety of food products based on HACCP in accordance with international requirements, it is advisable to consider the application of relevant Codex Alimentarius documents to strengthen and increase the effectiveness of the functioning of such a system to protect human health, improve product quality and its export potential.

Today, in the conditions of the widespread use of super-modern technologies in agriculture, including chemistry, growing concern about the negative environmental consequences of the intensification of livestock and crop production, the increase in the standard of living of the population and its concern about the safety of food products, Codex Alimentarius standards are optimal scientifically based and balanced from the point of view of reflecting interests manufacturers, governments and consumers, documents, the implementation and use of which is approved by the world community.

In addition to the Codex Alimentarius standards, ISO international standards [3] are widely used in the food industry. For the sustainable development of the enterprise and the continuous production of high-quality products, the International Organization for Standardization has developed international quality management standards of the ISO 9000 series. The availability of quality management systems according to the ISO 9000 series today is synonymous with the competitiveness of the enterprise and its products on the national and foreign markets.

In addition, ISO offers a wide range of international quality and safety standards for specific types of food and food raw materials, which are concentrated scientifically based world experience in food security.

Environmental management standards ISO series 14000 are becoming more and more important for ensuring food safety, sustainable development of national economies and international trade. Their implementation shows that the tactics and strategy of advanced enterprises today are not aimed at obtaining profit in any way, but also is inextricably linked with responsibility to people and society for the results of their activities.

In Ukraine, ISO standards are increasingly used in all branches of industry and agriculture. With a wide selection of products that come from different regions of the world, it is products that are manufactured on the basis of international standards of quality, safety and management that meet the necessary requirements for quality, safety and reliability.

The national system of technical regulation is a key tool that will ensure the survival, development and increase of the competitiveness of the economy in the conditions of integration processes. Reformed in accordance with the requirements of the legislation of the European Union and the World Trade Organization, it will create appropriate conditions for the protection of consumer rights, the development of the most priority industries that have significant export potential. The quality and competitiveness of domestic products depends on the level of harmonization of national standards, technical regulations, conformity assessment procedures and metrological support with international standards, as well as the minimization of negative consequences for agriculture and industry from joining the COT and the EU.

Today, the harmonization of Ukrainian legislation and normative documents in accordance with the requirements of the law of the European Union and the COT Agreements is a priority direction of the development of the legal sphere. According to expert data, in order to enter the legal field of the EU, Ukraine needs to adopt new or make appropriate changes to about 4,000 normative legal acts.

Ukraine should take measures to ensure that its legislation in the field of consumer protection, conformity assessment, ensuring product safety and the environment is gradually brought into line with EU law.

The signed law envisages further adaptation of Ukrainian legislation to EU legislation. The guarantees and rights of EU citizens will become identical for our consumers.

With the adoption of this legislative document, the Ukrainian system of protecting the rights of consumers of our compatriots will come closer to the system of protecting the rights of consumers of the EU countries in accordance with our obligations under the Association Agreement with the EU.

The law will help settle a number of controversial issues when making purchases in online stores, taking into account the best practices of the EU.

It is planned to simplify the procedure for protecting consumer rights in court. Consumers are exempted from court fees, which will help to increase the level of legal protection of the population, and there will be quick access to justice.

It should be noted that there are significant changes in the adopted law regarding the support of entrepreneurs and the promotion of increasing the

competitiveness of small and medium-sized businesses in comparison with larger companies.

The Cabinet of Ministers of Ukraine must ensure the proper living conditions of the population, while creating the image of the country as a highly developed state that guarantees excellent quality of goods and service in stores, just like in EU countries.

With the adoption of this law, the new consumer rights protection mechanism will create a comfortable and safe consumer environment for the population of our country at the level of EU standards Ukraine needs to more effectively participate in the work of international standardization organizations and to fully use the benefits of membership in the governing body of the International Organization for Standardization, the ISO Council - the most influential organization in its field, which has 148 member states; FAO, WHO, European Committee for Standardization (CEN), etc.

In addition to the harmonization and improvement of the regulatory framework in the field of technical regulation, the creation of an effective food safety system requires the improvement of domestic legislation in the field of food safety.

European countries strive for greater unification of existing legislation, standards, norms, rules and procedures aimed at ensuring product safety and the implementation of international quality and safety standards to ensure adequate and equivalent market protection mechanisms against dangerous products, which are guaranteed by each country and are consistent with the requirements of the World trade organization and the European Union.

In this context, the developments of the International Organization for Standardization (ISO), Codex Alimentarius Commission, FAO and WHO have become the most widespread. It is these organizations that in the last few decades have concentrated their research on the development of international standards in the field of safety of agricultural products, food raw materials and food.

### ***Conclusions***

The world community has come to a consensus: the introduction of international standards and harmonization of national standards is not only a driving force for trade, but also a necessity for the protection of the population in the context of integration processes. Moreover, the use of international standards is economically justified, as it allows to effectively redistribute funds within enterprises, as a result of which the costs of production of products are reduced, and it is also meant to reduce the costs of exporting and importing products.

In most countries of the European Union, the powers to ensure food safety, the safety of food, raw materials, market supervision of these products are combined with the powers to protect consumers, are inseparable and are concentrated in one department.

The introduction by Ukraine of measures verified by international experience and practice will allow to create an effective system of ensuring food security,

fulfill the terms of the WTO Agreements and EU legislation on the elimination of technical barriers to trade, speeding up the entry into these structures, while ensuring the protection of the domestic market, the consumer and the producer from negative consequences integration processes.

### *References*

1. Codex Alimentarius — what is it and why is it needed?: <https://atestor.ua/poleznye-stati/kodeks-alimentarius-cto-eto-i-zacem-nuzen/>, accessed on 23.04.2024.
2. Bocharova O.V. HACCP and food safety management systems. - Odesa: TPP, 2019. - 376 p.
3. Velichko O.M., Kolomiets L.V., Gordienko T.B. Metrology, technical regulation and quality assurance. Volume 4. Quality assurance and management system. - Odesa: WWII, 2014. - 464 p.

## **ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНОГО МІСТА**

*Викладач-методист вищої категорії О.Ф. Кошкіна  
ВСП «Нікопольський фаховий коледж УДУНТ»,  
м. Нікополь, Україна*

*Спеціаліст з енергетичного менеджменту Л.О. Бігун  
м. Дніпро, Україна*

В умовах енергетичної кризи і часткового руйнування житлово-комунального господарства (ЖКГ) ефективне використання енергетичних ресурсів стає вирішальним фактором повоєнного відновлення та регіонального розвитку, оскільки зниження витрат на виробництво житлово-комунальних послуг сприяє підвищенню рівня рентабельності галузі, зменшує кількість збиткових підприємств, що значною мірою впливає на покращення житлових умов та якості життя населення України. У зв'язку з цим набувають актуальності дослідження з впровадження енергозберігаючих технологій у ЖКГ та удосконалення організаційно-економічних форм управління енергозбереженням у житлово-комунальному господарстві регіону на підставі дії механізму економічної мотивації.

Сучасне місто – є складною енергетичною системою, що має багато енергоспоживаючих елементів, які використовують декілька видів палива та енергоносіїв. ЖКГ міста представляє собою дуже складну розвинену систему, що складається з великої кількості інфраструктурних підсистем – енергопостачання, водопостачання та водовідведення, вуличного освітлення,



газопостачання та тепlopостачання, інші інженерні, транспортні та комунікаційні мережи, благоустрій прибудинкових територій тощо. [1]

На багатьох житлово-комунальних підприємствах з утримання житлового фонду не забезпечується в належній мірі системний підхід до і експлуатації енергетичних систем, спостерігається другорядне відношення до питань генерації, транспортування і споживання енергії, із-за чого часто відбуваються підвищені втрати енергоресурсів, виробництво стає нерациональним і енерговитратним. Системний підхід до управління ґрунтується на розгляді реформування ЖКГ міста як цілісної сукупності величезної кількості різноманітних процесів, видів діяльності та секторів господарського комплексу міста, що знаходяться в суперечливій єдності і у взаємозв'язку із зовнішнім середовищем. Системний підхід передбачає врахування впливу всіх факторів, що впливають на процеси реформування ЖКГ України, і акцентує увагу на взаємозв'язках між її елементами.

Оптимізація побудови енергетичних систем сучасного міста необхідна для вирішення наступних задач:

- забезпечення безперебійного постачання споживачів всіма видами енергоресурсів потрібних параметрів в будь-який відрізок часу;
- максимальне і найбільш ефективно використання всіх внутрішніх енергоресурсів, визначення оптимального напрямку їх використання;
- забезпечення балансу приходів і витрат енергоресурсів в будь-який відрізок часу з урахуванням реальних графіків роботи виробничих агрегатів з метою зниження втрат енергоресурсів із-за дебалансів;
- комплексної оптимізації, як енергогосподарства підприємств в цілому, так і окремих установок по типах і параметрах;
- виявлення найбільш тривалих режимів роботи установок і агрегатів, що важливе для правильного вибору їх типорозмірів, режимних характеристик;
- визначення найбільш економічних і ефективних зв'язків енергосистеми підприємства з іншими підприємствами, а також загальними умовами енергопостачання регіону. [2]

Будь-яку оптимізацію складних комплексів необхідно вести на основі системного підходу. Одній з основних складових ефективного управління енергозбереженням на підприємствах з утримання житлового фонду є створення системи енергетичного менеджменту.

Енергетичний менеджмент – це постійно діюча система управління енергоресурсами, яка направлена на досягнення такого мінімального рівня споживання енергії, який необхідний для максимально ефективної роботи об'єкта. [3]

Мета функціонування енергоменеджменту - послідовне зниження споживання енергоресурсів до того мінімального рівня, який необхідний для здійснення виробничої діяльності підприємства з дотриманням всіх необхідних умов ведення такої діяльності.

Розробка і впровадження системи енергоменеджменту є першочерговим енергозберігаючим заходом для всіх житлово-комунальних підприємств сучасного міста, оскільки тільки за рахунок безвитратних (організаційних) і маловитратних заходів дозволяє скоротити енергоспоживання на 3 - 7%. Крім того, система енергоменеджменту створює інформаційну базу для впровадження капіталомістких енергозберігаючих заходів. [4,5]

Функції системи полягають: у отриманні інформації про використання енергоресурсів об'єктом управління, в передачі цієї інформації, в аналізі відхилення фактичного енергоспоживання від технологічно обґрунтованого рівня, визначенні потенціалу енергозбереження, в розробці і здійсненні дій, що управляють, а потім знову – збір нової інформації. Здійснюється повний цикл управління, а в результаті безперервного повторення цих циклів (дій) споживання енергії підприємства виходить на технологічно обґрунтований сучасний рівень.

**Висновок.** Таким чином, реалізацію державної політики енергозбереження та енергоефективності в період повоєнного відновлення на місцевому рівні можливо забезпечити за рахунок впровадження системи енергетичного менеджменту. Ефективність розбудови системи енергетичного менеджменту на рівні міст залежить від нормативно-правового забезпечення, професійного підходу, організаційно-управлінського рівня з урахуванням реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні.

#### *Посилання*

1. Ю.В. Дзядикевич. Енергетичний менеджмент / Ю.В. Дзядикевич, Р.Б. Гевко, М.В. Буряк, Р.І. Розум – Тернопіль: Економічна думка, 2014. – 335 с.
2. Енергоменеджмент на Україні: початок нового шляху // Електрик: міжнародний електротехнічний журнал. – 2012. – № 1/2. – С. 36–38.
3. ДСТУ 4472:2005 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги».
4. Осадчий О.О. Практика впровадження сучасних стандартів енергоменеджменту та підготовка до застосування ISO 50001 / А.А. Осадчий // Сертифікація. – 2012. – № 1. – С. 12–16.
5. Іншеков Є.М. Методологія ISO щодо розробки та розвитку стандартів з енергетичного менеджменту (серія стандартів ISO 50000) / Є.М. Іншеков, Д.Ю. Жуков // Енергетика. – 2014. – № 2. – С. 117–126.

## **РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВІ БЕТОНІВ ДЛЯ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ І ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД**

*Проф., докт. техн. наук С.О. Кровяков, аспірант П.В. Шимченко  
Одеська державна академія будівництва та архітектури  
м. Одеса, Україна*

Ресурсозбереження у виробництві бетонів для дорожніх покриттів і транспортних споруд базуються на основних принципах:

- впровадження наукоємних технологій виробництва цементу для ресурсоекономних бетонів для дорожніх покриттів і транспортних споруд і споживання замкнених виробничих циклів, екологізація виробництва;
- зниження ресурсоемності продукції;
- комплексне використання матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів;
- заміна дефіцитних і застосування більш економічних ресурсів;
- раціоналізація способів транспортування і зберігання сировини, матеріалів та паливно-енергетичних ресурсів;
- удосконалення складу бетонів для дорожніх покриттів і транспортних споруд, що спрямовано на ресурсозбереження..

Технології виробничого процесу бетону, заміною відповідних наповнювачів на основі шламів термознешкодження твердих відходів і осадів після біологічної очистки стічних вод відповідає принципам ресурсозбереження, а також використання самого процесу термознешкодження з ефектом енергозбереження .

Важливим показником є рівень рециркуляції відходів, генерування і застосування вторинних ресурсів при виробництві складових бетону для дорожніх покриттів і транспортних споруд. Він входить до групи екологічних показників. Визначення ступеня екологічності в співвідношенні з якісними характеристиками є одним з завдань отримання ресурсоекономного бетону для дорожніх покриттів і транспортних споруд.

Використання екотехнологій при отриманні бетонів для дорожніх покриттів і транспортних споруд: використання в якості наповнювача продуктів термознешкодження твердих відходів: використання осадів очищення містких стічних вод в якості складових у модифікуючих добавках; використання методів низької частотної кавітації для покращання структурних властивостей цементу: енерго- та ресурсозберігаючі і технології при виробництві цементу для бетонів для дорожніх покриттів і транспортних споруд та так інше.

Використання екотехнологій вирішує комплексну задачу отримати позитивний техніко-економічний ефект при виробництві бетонів для дорожніх покриттів і транспортних споруд.

По даним досліджень[1] використання продукту терзнешкодження твердих відходів можливо таких як шлакового піску в якості формуючий суміші та шлакового щебеню в якості крупного наповнювача у бетонах для дорожніх покриттів і транспортних споруд.

Перспективним є дослідження модифікуючих добавок в склад яких входять осади стічних вод. За даними[2] такий склад модифікуючи добавок значно збільшує міцність бетону при стиску (3х добовий - 23,1 МПа, 28 добовий – 41,4 МПа). Також така добавка впливає на рухомість бетонної суміші.

Використання методів низькочастотної кавітації для впливу на структурні властивості цементу. Активація цементу під впливом низькочастотної кавітації на сьогодні мало досліджений процес. Один з методів значного прискорення реакційних процесів є використання пружних коливань ультразвукового ( в режимі кавітації) діапазону частот. Така активація цементу сприяє покращенню фізико-механічних характеристик бетону, що приводить до економії цементу при виробництві бетону.

Дослідження використання вторинних матеріалів та відходів, зокрема золи-винесення. Бетони, частина цементу у складі яких замінена золою, можуть бути використані в основах дорожнього одягу, в нижньому шарі двохшарового цементобетонного покриття, а також в конструкціях транспортних споруд.

Питома поверхня золи може бути близької до питомої поверхні цементу і зазвичай коливається від 1000 до 4000 см<sup>2</sup>/г. Золи-винесення приблизно на 65% складається з склоподібної алюмосилікатної фази у вигляді частинок кулястої форми розміром до 100 мкм. Ці частки мають гідравлічну активність, тобто здатні твердіти за рахунок зв'язування СаО. Однак певну гідравлічну активність у золах має також дегідратована та аморфізована глиниста речовина. Якщо мінеральна частина похідного палива мала значний вміст карбонатів, у золі також утворюються низькоосновні силікати, алюмінати та ферити кальцію, які теж мають гідравлічну активність.

За модулем основності  $m$  (відношенням масових часток основних оксидів до кислих) золи поділяють на основні ( $m > 0,9$ ), кислі ( $m = 0,6 \dots 0,9$ ) і надкислі ( $m < 0,6$ ). Сумарний вміст СаО у основних золах сягає 50%, у більш поширених надкислих – 12%.

При введенні у бетонну суміш зола-винесення заміняє не лише частину цементу, але й піску. Вона одночасно виконує роль активної мінеральної добавки та мікронаповнювача, який впливає на процеси структуроутворення. При використанні золи на відміну від інших активних мінеральних добавок рухомість бетонної суміші не знижується, що пояснюється кулястою формою її частинок. Введення раціональної кількості золи сприяє зниженню водовідділення та підвищенню життєздатності бетонної суміші, а також підвищенню корозійної стійкості бетону.

Таким чином золу винесення можна вважати перспективним компонентом для ресурсоекономних бетонів дорожніх покриттів і

транспортних споруд, використання якого має екологічні переваги і сприятиме економії ресурсів.

Для визначення властивостей ресурсоекономних бетону з частковою заміною цементу на золу-винесення було проведено ряд експериментальних досліджень. Масова частка заміни цементу у бетонній суміші золою-винесення складала від 10 до 20 відсотків.

Основним завданням дослідження є визначення технологічних характеристик отриманого бетону для дорожніх покриттів і транспортних споруд, розрахунки техніко-економічних показників та ресурсноємності отриманого будівельного матеріалу..

**Висновки.** Базуючись на основних принципах ресурсозбереження у виробництві бетонів для дорожніх покриттів і транспортних споруд перспективним є використання золи-винесення в якості:

- часткової заміни цементу;
- як дрібнодисперсного наповнювача;
- мінеральної добавки.

#### **Посилання**

1. Використання продуктів спалювання твердих побутових відходів в будівництві. В.С. Дорофеев В.І. Жуддіна О.Ф. Майстенко// Город мастеров Монографія. Одеса – 2002.- 135с.
2. Pimenov A.T., Smirnova O.E., Ottochko S.Y. Use of metallurgical slags in mortar production // In the collection: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018: 012023.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕСТЕТИЧНОЇ ЯКОСТІ МОДЕЛЕЙ ОДЯГУ В КОНТЕКСТІ SUSTAINABLE FASHION**

*Проф., докт. техн. наук. С.Г. Кулешова, студ. Д.А. Хасанова  
Хмельницький національний університет,  
м. Хмельницький, Україна*

### **Вступ**

Концепція Sustainable fashion світової спільноти стала способом розвитку моди, що не завдає шкоди навколишньому середовищу, та стимулюванням споживачів купувати більш екологічні вироби [1].

Для представників молодого покоління Z концепція Sustainable fashion істотно впливає на споживчі переваги і виступає ефективним інструментом розумного споживання і індивідуалізації власного образу і модного гардеробу.

Sustainable fashion – або свідомо, екологічна мода базується на трьох принципах: – reducing (дбайливе використання ресурсів); – recycling (переробка

тканин чи речей і виготовлення з них нових); – upcycling (повторне використання готових речей) [1].

Аналіз існуючих методів upcycling товарів fashion-індустрії дозволив виявити екологічні, художні та естетичні переваги одягу з перероблених матеріалів. Upcycling допомагає не лише стримувати поповнення світового обсягу текстильної продукції, але й сприяє творчому створенню оригінальних та унікальних виробів, кидаючи виклик культурним кодам щодо того, що можна вважати втіленням духу епохи, як, наприклад, вінтажного одягу [2].

#### **Постановка задачі.**

**Мета дослідження** – формування конкурентних переваг моделей одягу в процесі дизайн-проектування авторської колекції на основі підвищення естетичної якості.

**Об'єктом** дослідження є процес підвищення естетичної якості моделей одягу в контексті концепції Sustainable fashion.

**Предметом** дослідження є стратегії Sustainable fashion, а саме способи upcycling виробів індустрії моди.

У процесі дослідження були вирішені наступні задачі:

1) запропоновано діаграму Ісікави для вирішення проблеми підвищення естетичної якості моделі одягу з урахуванням психологічного комфорту споживача при сприйнятті продуктів індустрії моди;

2) проаналізовано інноваційні проекти fashion-брендів у сучасному upcycling-сегменті одягу [1,2];

3) розроблено і виготовлено авторську колекцію моделей одягу під девізом Colour fusion (Злиття кольорів) з використаними краватками з підвищеною естетичною якістю виробів [5, 6].

**Результати дослідження та їх обговорення.** Підхід до сучасного гардеробу свідомих громадян має бути докорінно змінений. Кожен відповідальний споживач має замислюватися, наскільки йому потрібна та чи інша річ.

Теоретичною і методичною основою дослідження стали праці зарубіжних та вітчизняних вчених з проблем загального управління якістю, формування показників якості одягу, розвитку теорії емоційного дизайну (як фактору прийняття рішень) до забезпечення психологічного комфорту людини при споживанні товарів fashion-ринку [3-6].

Підходи до вирішення проблеми підвищення естетичної якості проілюстровано діаграмою Ісікави, рис. 1.

Це дослідження є практичним дослідницьким проектом, спрямованим на розкриття можливостей використання способів upcycling для підвищення естетичної якості моделі одягу на основі запропонованих причинно-наслідкових зв'язків виокремлених факторів (рис.1).

Процес творчості при моделюванні нових форм костюма на засадах upcycling полягає у пошуку краси в лініях, матеріалах, кольорах використаних швейних виробів та осмисленні початкових вражень для перетворення їх на оригінальні моделі одягу.

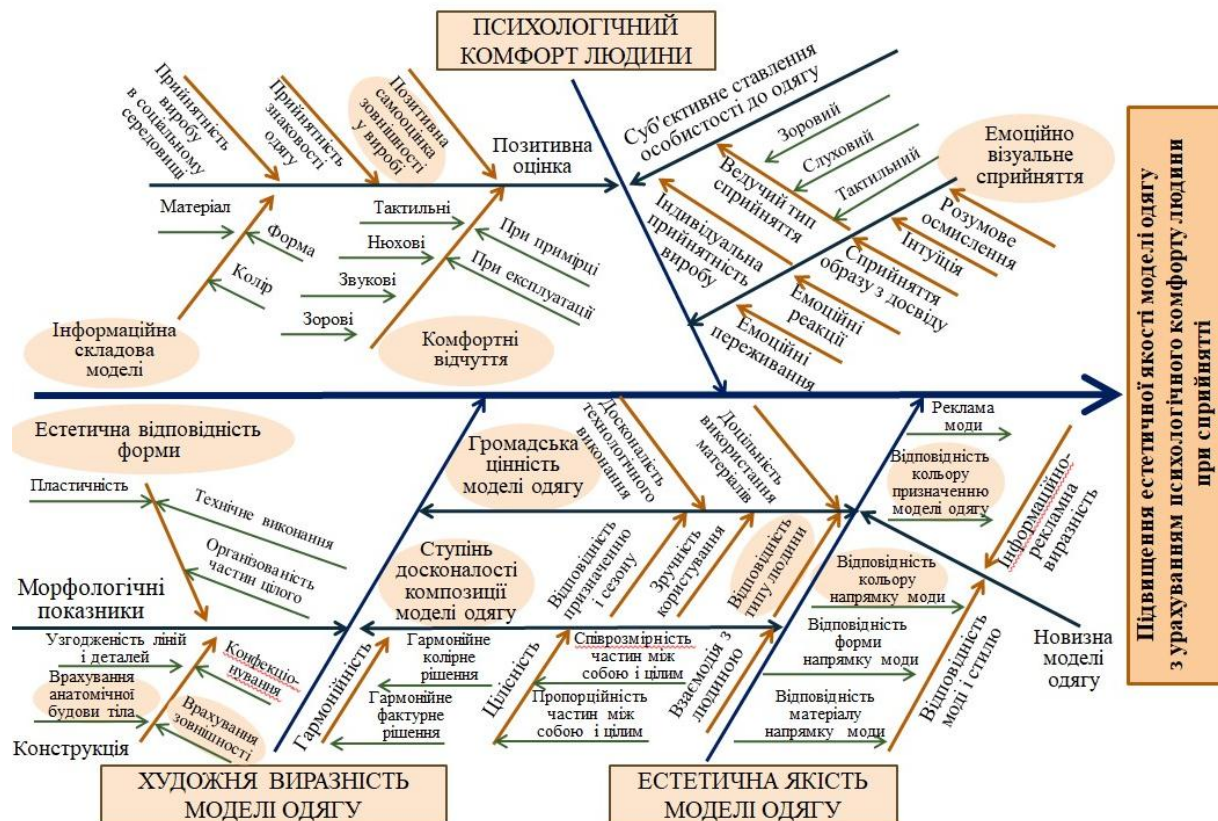


Рисунок 1 – Діаграма Ісікави

У цьому дослідженні продемонстровано, як використані краватки за допомогою підходу «дизайнерського креативного мислення», який є ітеративним процесом, сприяють вирішенню проблеми підвищення естетичної якості моделі одягу з урахуванням психологічного комфорту споживача при сприйнятті продуктів fashion-індустрії.

### Практична реалізація.

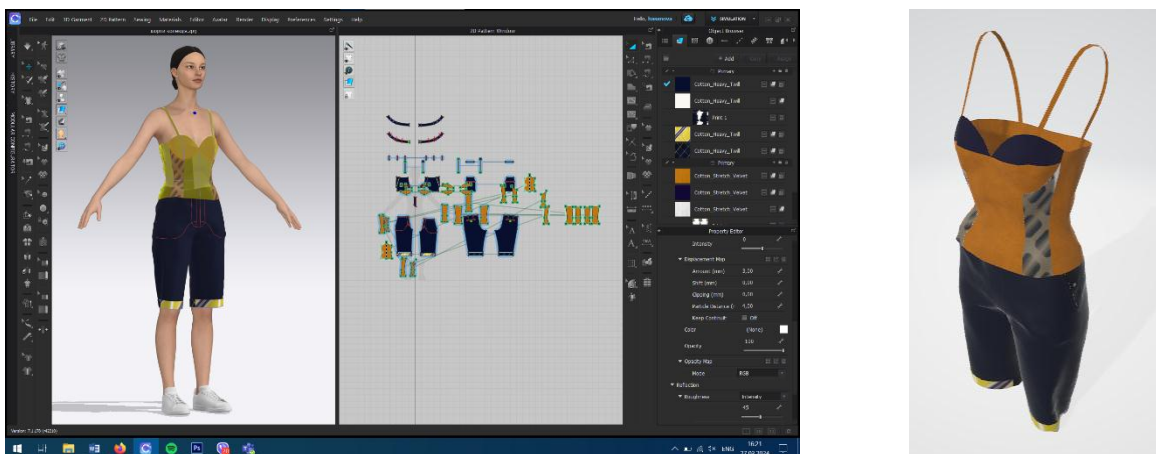
Основою для практичної реалізації є моделювання процесу кастомізації за допомогою 3D прототипування. Таким чином, ще до виготовлення замовленого швейного виробу споживач бачить природний вигляд майбутнього виробу (виробів, капсульного гардеробу, рис.3) на 3D шаблоні своєї фігури, рис. 2.

У даному дослідженні розроблено 3D-прототип корсета і шортів з елементами використаних краваток за допомогою програмного продукту «CLO3D».

За допомогою 3D-візуалізації проаналізовано правильну посадку виробів з використанням функцій «Карта стресу», «Сітка» та «Поверхня випадкового кольору».

Для створення оригінальних художніх рішень виробів авторської колекції застосовано комбінаторний синтез. Нові конструкції, що реалізовано в колекції, складаються з мобільних модулів, які представлено краватками певних розмірів і кольорової гама. Принцип побудови авторської колекції під девізом «Colour fusion» (Злиття кольорів), застосування різних схем гармонійного поєднання кольорів використаних краваток.





**Рисунок 2 – 3D прототипи реалізації проєктних рішень корсету і шортів з використаними краватками**



**Рисунок 3 – Джерело натхнення для дослідження:**

a – використані краватки; b, c – тестування дизайну піджака та шортів на манекені та споживачі

Поєднуючи кольори та принти краваток, в першу чергу звертали увагу на гармонію принтів, кольорів та фактур. Використовуючи додаток «Color Gear», досліджено і застосовано різні колірні гармонії.

За результатами досліджень виготовлено моделі авторської колекції швейних виробів у контексті Sustainable fashion, а саме сукню, шорти, штани, корсет, спідниці, сорочки, жилети, які відображають індивідуальний стиль та вподобання цільового споживача, рис. 4.

Запропонована авторська колекція (рис. 4, 5) відображає низку альтернативних творчих ідей для upcycling одягу, таких як: вторинне використання чоловічих краваток для підвищення художньої виразності моделей одягу, досягнення інформаційно-рекламної складової Sustainable fashion.



**Рисунок 4 – Авторська колекція «Colour fusion»**

Приклади візуалізації альтернативних варіантів формування гардеробних капсул молодіжного вбрання різного призначення за принципами Sustainable fashion представлено на рис. 5.

Таким чином, останнім етапом дослідження було приміряти реальний продукт на різних споживачах.



**Рисунок 5 – Апробація виробів авторської колекції, приклади фотосесії**

### ***Висновки***

1. У дослідженні представлено генерацію модних інновацій як візуалізацію художнього образного рішення майбутнього модного продукту Sustainable fashion в графічному, пластичному і колористичному рішенні з підвищеною естетичною якістю виробів.

2. Експериментальне дизайн-проекування авторських моделей одягу здійснено у тривимірній програмі CLO 3D, враховуючи індивідуальні особливості споживачів та принципи кастомізації.

3. Вироби авторської колекції апробовано як на адресному споживачі, замовнику колекції, так і на різних споживачах, представниках молодого покоління Z, які активно підтримують принципи розумного споживання.

### *Посилання*

1. Öndoğa E. N. A study on the investigation of sustainability practices of global brands in the fashion market / E. Öndoğa, N. Z. Öndoğan, B. Topuzoğlu // EGE ACADEMIC REVIEW. 2022: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dergipark.org.tr/en/pub/eab/issue/70567/1104962>
2. Borsatto C. Upcycling as a business strategy in textile and clothing industry clusters/ C. Borsatto, R. Isoton, C. P. Giacomello // Revista Brasileira de Gestao e Desenvolvimento Regional. 2023. – № 19(1). – P. 379-398: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/6529>
3. Функціонально-якісний аналіз як засіб досягнення загальної естетичної якості моделей одягу як продукту моди / Н. В. Чупріна, М. І. Прасол, О. П. Логвинчук, Х. В. Окрепка // Інноватика в освіті, науці та бізнесі: виклики та можливості : матеріали I Всеукраїнської конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених (17 листопада 2020 р., м. Київ) / за заг. ред. О. М. Ніфатової. – Київ : КНУТД, 2020. – С. 359-368.
4. Норман Д. Емоційний дизайн: Чому ми любимо (або ненавидимо) речі довкола нас / Д. Норман; пер. з англ. П. Білак, С. Святенко. Київ : ArtHuss, 2019. – 304 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://chtyvo.org.ua/authors/Norman\\_Donald\\_A/Emotsiinyi\\_dyzaйн\\_Chomu\\_my\\_liubymo\\_abo\\_nenavydymo\\_rechi\\_dovkola\\_nas/](https://chtyvo.org.ua/authors/Norman_Donald_A/Emotsiinyi_dyzaйн_Chomu_my_liubymo_abo_nenavydymo_rechi_dovkola_nas/)
5. Кулешова С. Г. Розробка моделей формування та прогнозування показників естетичної якості одягу / С. Г. Кулешова // Міжнародний науковий журнал Acta Universitatis Pontica Euxinus. Спеціальний випуск. XII Міжнародна конференція «Стратегія якості у промисловості і освіті» (30 травня – 2 червня 2016 р., Варна, Болгарія). – 2016. – С. 152-158.
6. Evaluating the level of clothes harmonisation / S. G. Kuleshova, A. L. Slavinska, O. V. Zakharkevich, G. S. Shvets // Textiles, clothing, leather and technologies. – Bulgaria. – 2017. – Vol. 2. – P. 3-10.

## **ОСНОВНІ НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ МІСТ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПАСАЖИРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ**

*Доц., канд. техн. наук О.О. Орда, аспірант О.М. Орда  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
м. Харків, Україна*

Зростання рівня урбанізації, внутрішня міграція населення в межах країни під час війни, збільшення затримок на вулично-дорожній мережі (ВДМ), низька якість послуг громадського транспорту, незручні маршрути, тривалий час пересування містом - ці проблеми особливо гостро стоять у великих містах і спонукають громадян все частіше обирати особистий

автомобіль для щоденних поїздок, що, в свою чергу, збільшує затримки, час поїздки та збільшує ступінь екологічної шкоди навколишньому середовищу.

У відповідності до політики сталого розвитку в умовах європейської інтеграції для транспортних систем великих міст України можна виділити основні характерні групи проблем, що потребують розробки та впровадження сучасних інноваційних рішень, спрямованих на задоволення потреб населення у перевезеннях; підвищення економічної ефективності роботи транспорту; підвищення рівня безпеки руху; зменшення рівня шкідливого впливу на навколишнє середовище; зниження рівня залежності населення від індивідуального транспорту тощо.

Основний напрямок вирішення існуючих проблем влада великих міст України прийняла до уваги та розробки процесу реалізації нової концепції міської мобільності за рахунок організації міських пасажирських перевезень на основі інтеграційної взаємодії елементів системи (створення нових та оптимізація існуючих маршрутів різних видів громадського транспорту, підвищення їх інтегрованості, моделювання транспортних потоків тощо). Слід зазначити, що пріоритезація громадського пасажирського транспорту дозволяє прискорити рух та збільшити провізну потужність громадського транспорту, зменшити проблему паркування та значно знизити рівень негативного впливу на навколишнє середовище.

Велика увага вчених приділяється розробці систем надання суспільно важливих послуг з перевезень пасажирів в містах, заснованих на узгодженні дій та взаємодії різних видів міського громадського пасажирського транспорту, розвитку мобільності населення тощо, на основі інтелектуальних транспортних систем (ІТС), що потребує використання комплексного підходу при дослідженні складних систем. Так, в роботі [1] процес перевезення пасажирів представлено у вигляді координованої системи, запропоновано технологію системного аналізу транспортного комплексу, вирішення задачі управління перевезеннями пасажирів різними видами транспорту в ІТС.

Аналіз зарубіжного досвіду великих розвинутих міст свідчить про те, що найчастіше за допомогою методу управління ІТС вирішується задача регулювання транспортних потоків. Зокрема, впровадження ІТС дозволяє оптимізувати маршрути та графіки руху, зменшуючи затори та підвищуючи точність дотримання розкладу [2]. ІТС в містах України використовується у вигляді окремих прикладних інструментів підтримки прийняття рішень в різних секторах, зокрема при організації роботи громадського пасажирського транспорту. Слід зазначити, що важливою перешкодою для розвитку ІТС є несумісність та відсутність інтеграції різних систем.

Ініціативи в сфері транспорту, комп'ютерних та інформаційних технологіях, комунікаціях, інтелектуальній власності тісно пов'язані між собою і потребують розробки інтегрованих технологій на пасажирському транспорті із використанням ІТС, що включають в себе: систему збору та обробки даних інтегрованим центром контролю, систему автоматичного керування та моніторингу дорожнього руху, що сприяє зменшенню заторів та



часу пересування пасажирів маршрутною мережею; систему онлайн-оплати, що спрощує процес придбання квитків та знижує витрати часу на посадку, забезпечує зручність пасажирів при користуванні послугами міським громадським транспортом; використання GPS-трекерів та систем моніторингу стану транспортних засобів дозволяє операторам в режимі реального часу відслідковувати місцезнаходження транспорту та його технічний стан з метою оперативного керування; мобільні додатки для інформування пасажирів про розклад руху, час прибуття транспорту та маршрути різних видів транспорту, що забезпечує прийнятний рівень надійності послуг.

Прикладом запровадження інтегрованих технологій на пасажирському транспорті є розвиток та імплементація концепції smart-city в великих містах Європи, що засновано на соціально-орієнтованій моделі організації роботи міського громадського пасажирського транспорту. Результати свідчать про підвищення рівня якості обслуговування пасажирів, в цілому, завдяки налагодженим алгоритмам управління даними, розвитку інтегрованої та відкритої ІТ інфраструктури міста, інтеграції управлінських систем та створення інтегративних сервісів та рішень на принципах інтероперабельності, як технічної, так і управлінської; налагодження партнерства та ефективної взаємодії адміністрації міста, населення та бізнесу на основі ключових показників ефективності [3].

З метою підвищення якості транспортного обслуговування населення міст за рахунок впровадження інтегрованих технологій систему міського громадського пасажирського транспорту доцільно представити у вигляді екосистеми управління, структура якої поєднує в собі елементи та їх взаємозв'язки, засновані на управлінських, технологічних, інноваційних та правових інструментах на принципах інтероперабельності.

До очікуваних результатів від впровадження інтегрованих технологій на пасажирському транспорті у вигляді інноваційної екосистеми управління слід віднести:

- підвищення ефективності перевезень за рахунок скорочення часу на поїздку та зменшення заторів; оптимізація використання рухомого складу та зменшення експлуатаційних витрат; збільшення провізної потужності громадського транспорту, оптимізація робочого часу водіїв та обслуговуючого персоналу.

- Підвищення рівня якості обслуговування пасажирів за рахунок забезпечення прийнятного рівня надійності обслуговування через зменшення часу очікування транспорту, підвищення комфорту та зручності користування транспортом.

- Покращення екологічної ситуації за рахунок використання екологічно чистих транспортних засобів (електротранспорт, електробуси, швидкісні трамваї) та підвищення екологічної свідомості населення.

Загальний ефект функціонування запропонованої екосистеми управління доцільно представити у вигляді синергетичного ефекту,

### **Висновки:**

1. Інтеграція сучасних технологій у пасажирський транспорт є необхідною умовою для підвищення якості транспортного обслуговування в містах. Визначено, що в сучасних умовах основним напрямком підвищення якості обслуговування пасажирів є розробка та впровадження інтегрованих технологій на пасажирському транспорті.

2. Впровадження інтегрованих технологій на пасажирському транспорті дозволить значно підвищити ефективність перевезень та якість обслуговування, що на макрорівні матиме позитивний вплив з урахуванням принципів концепції сталого розвитку, зокрема, на соціально-економічний розвиток міста та екологічну ситуацію.

### **Посилання**

1. Мединський Д. В., Маляренко Д. Л. Технології пасажирських перевезень в інтегрованих транспортних системах / Д. В. Мединський, Д. Л. Маляренко // *Інноваційні технології : матеріали наук.-техн. конф. студентів, аспірантів, докторантів та молодих учених*. Київ: ІНТЛ НАУ, 2020. – С. 244-251. Режим доступу: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/49623>.
2. Інтелектуальні транспортні системи. Модуль 4е. Стійкий розвиток транспортної системи: Збірник матеріалів для політиків міст: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://city2030.org.ua/sites/default/files/documents/GIZ\\_SUTP\\_SB4e\\_Intelligent-Transport-Systems\\_UA.pdf](https://city2030.org.ua/sites/default/files/documents/GIZ_SUTP_SB4e_Intelligent-Transport-Systems_UA.pdf).
3. Башинська І.О., Філіппов В.Ю. Розумна система міського пасажирського транспорту як складова Smart City: монографія. Харків: вид-во «Діса плюс», 2018. – 220 с.

## **ФАКТОР ЯКОСТІ ПРИ УПРАВЛІННІ ПОСЛУГАМИ З ПОДАЧІ ВОДИ НА ЗРОШЕННЯ**

*Докт. екон. наук, проф., голов. наук. співр. НДЧ В.П. Пантелеєв*

*Київський аграрний університет НААН; м. Київ, Україна*

*Канд. техн. наук, доц., експерт<sup>1</sup> М.О. Голишева*

*<sup>1</sup>Науково-дослідний центр екологічної безпеки та природокористування  
м. Київ, Україна*

Твердження Співтовариства з питань водної політики щодо актуальності вжиття заходів з охорони водних ресурсів ґрунтуються як на кількісних так й на якісних оцінках [1], тому актуальним є надання на ринкових засадах якісних послуг, при дотриманні при цьому якісного та кількісного стану водних ресурсів з метою реалізації державної політики України для задоволенні потреб суспільства у сфері забезпечення подачі води для потреб зрошення/відведення води (дренаж) [2].

Змістом діяльності, яка призводить до зміни кількості та якості продукції споживача у сфері водного господарства, вважається практику із забору води з джерела зрошення та доставку води водокористувачу для гідротехнічної меліорації. Під якістю послуг прийнято вважати здатність особи, яка надає послуги, задовольнити потреби споживача цих послуг; також має значення відповідність виконаної роботи вимогам споживачів. Підсумком діяльності організації, що надає послуги, передбачається у кінцевому випадку, дія, яка обов'язково здійснена при взаємодії організації та споживача [3]. Саме споживач грає активну роль у встановленні правил щодо якості. Вибір точного підходу до оцінювання якості послуг залежатиме від цілей оцінювання, наявності даних та ресурсів організації; доречно при цьому використовувати сучасні теоретико-методологічні та організаційні основи оцінки якості послуг у сфері водних ресурсів організацій (бали, рівні, градації тощо).

На даний час відбувається зростання попиту на якісні послуги з подачі води та збільшення ролі водокористувача як повноцінного споживача таких послуг, з'являються механізми економічної зацікавленості та відповідальності організацій у нарощуванні обсягів послуг з водоподачі, врахуванні стану меліоративних систем та якості послуг при прийнятті управлінських рішень водокористувачами та організаціями з подачі води, стимулювання нарощування площ.

Якість надання послуг, разом із витратами, визнається Споживачем важливою характеристикою отриманого блага, рівнем надання послуг та прибутком від господарської діяльності організації, яка надає послуги. Критерієм ефективності модернізації зрошувальних і дренажних систем буде прийнято якість та вартість послуг із зрошення та водовідведення [2, 4], якість послуг цінується високо [5, 6]. Потреба дотримання вимоги щодо забезпечення якості послуг зазначаються умовами угод [7, 8], домовленістю про стабільність тарифів на послуги централізованого водопостачання та водовідведення. Встановлені погоджені вимоги щодо якості надання послуг, нормативна якість послуг наводиться як важлива характеристика водопостачання [9], є відомі бізнес-пропозиції щодо гарантування високої якості робіт їх виконавцем тощо.

Теперішнім часом визначними суб'єктами управління подачею води на зрошення, разом із експлуатаційними підрозділами управлінь водними ресурсами, стають організації водокористувачів (ОВК), діяльність яких має на меті надання послуг щодо гідротехнічної меліорації земельних ділянок на території обслуговування меліоративної мережі організації [10]. Зараз у 10 областях України зареєстровано 34 ОVK.

У номінальному розумінні, ознаками відповідності послуг ОVK характеристикам якості можна зазначити: дотримання правил надання організацією послуг, ведення обліку води, додержання встановлених лімітів забору води, повне задоволення попиту на воду всіх водокористувачів [11]. В той же час, потрібно встановити вимірники рівня/рівнів якості послуг,



наприклад, економного використання води, зниження втрат води та нераціональних витрат електроенергії на водоподачу тощо.

Економічними факторами забезпечення потреби у воді у користувачів за часом та обсягами за замовленнями на постачання води при прийнятті управлінських рішень вважається дотримання вимог технології, вкладення коштів у заходи з підвищення якості з позицій забезпечення належного рівня надання послуг. Технічна сторона управління об'єктами меліоративної інфраструктури у напрямку підвищення якості послуг передбачає підвищення технічного стану систем, удосконалення технології управління зрошувальними системами, надання гарантій забезпечення подачі води, встановлення вимірюваних пристроїв, дотримання організаціями певної політики збереження/ощадливого використання ресурсів та ін.

Додержання правил інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом при покладанні на єдину технологічну систему подачі води на зрошення у органічному поєднанні, запровадження матеріального заохочення та зацікавленості, матеріальної відповідальності у забезпеченні відповідної якості послуг, стимулюванні раціонального використання водних ресурсів вимагає встановлення критеріїв, параметрів, вимірників, індикаторів кількісних показників для належного вимірювання якості надання послуг з подачі води на зрошення; включення показників якості до складу відомчої звітності з експлуатації систем тощо. Забезпечення належної якості послуг з подачі води для організації означає захист її законних прав та зниження операційного ризику, що знаходить відображення у відсутності витрачання коштів організації на додаткові роботи з усунення неякісно виконаних обов'язків; відшкодування збитків, уникнення штрафних санкцій та претензій з боку водокористувачів тощо. За програмою «Від ферми до виделки» необхідно винагороджувати фермерів за покращення екологічних та кліматичних показників, включаючи управління поживними речовинами для покращення якості води [12].

За вимогами управління якістю послуг, показники рівнів якості повинні бути ретельно розроблені та задокументовані. Документальне оформлення вимог, зазначених принципами менеджменту якості [3], передбачає розробку та користування внутрішнім регламентом (керівництвом) з якості наданих послуг організації, яке містить конкретизацію загального сприйняття про систему управління, процедури системи управління та технічні процедури, опис документальної структури системи менеджменту якості в організації [11]. Завдяки запровадженню системи менеджменту щодо якості послуг можна очікувати задоволення таких потреб держави як дотримання законодавчих актів, дотримання вимог органу акредитації та природоохоронних та регуляторних органів, а також підвищити економічну стабільність організації – водокористувачів і організацій з надання послуг, підвищити якість послуг, зменшити претензії споживачів та задовольнити потреби споживачів в якісних результатах.

При подачі води на зрошення в Україні доречно використовувати досвід інших країн з управління якістю послуг. Так, в Угорщині на даний час реалізується концепція якості управління водними ресурсами. Важливість поінформованості про якість та «орієнтованість на споживача» підкреслюється як на рівні контролю, так і на рівні виконання. Здійснюється пошук фінансових ресурсів для впровадження систем забезпечення та менеджменту якості продукції та послуг, у тому числі для акредитації та нотифікації, сертифікуючих та керуючих організацій, подальшої комплексної модернізації технічної нормативної бази [13].

У більш широкому стратегічному масштабі, дотримання вимог якості щодо ощадливого ставлення до водної сфери в Україні передбачає задоволення потреб держави щодо зрошення водою високої якості при наданні послуг з подачі води, а також щодо збереження та підтримання належної якості навколишнього природного середовища.

Виконання цих умов буде сприяти забезпеченню якісного використання водних ресурсів у напрямку не тільки не допущення виснаження ресурсів, а навіть підвищення високого потенціалу водної сфери як відновлювального природного багатства та складової екосистеми.

### ***Посилання***

1. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради "Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики" від 23 жовтня 2000 року. [Електронний ресурс] URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_962#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text)
2. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року. Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 688-р Київ [Електронний ресурс] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D1%80#Text>
3. ISO 9001 [Електронний ресурс] URL: <https://www.iso.org/obp/ui/ru/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:en>
4. Irrigation and drainage strategy of Ukraine final draft proposal [Електронний ресурс] URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/917821550690263058/pdf/134794-WP-P160318-PUBLIC-Ukraine-Irrigation-Strategy-WB-Dec-2017-002.pdf>
5. Зрошення та дренаж зелена книга липень 2020 р. [Електронний ресурс] URL: [https://cdn.regulation.gov.ua/1c/03/fe/0e/regulation.gov.ua\\_GB\\_IRRIGATION%20AND%20DRAINAGE%20IN%20AGRICULTURE%20SECTOR.pdf](https://cdn.regulation.gov.ua/1c/03/fe/0e/regulation.gov.ua_GB_IRRIGATION%20AND%20DRAINAGE%20IN%20AGRICULTURE%20SECTOR.pdf)
6. Посібник з питань утворення та діяльності організацій водокористувачів. USAID, Chemonics International. 2023. 176 с. [Електронний ресурс] URL: [https://agro.vobu.ua/wp-content/uploads/2023/05/water-users\\_2023.pdf](https://agro.vobu.ua/wp-content/uploads/2023/05/water-users_2023.pdf)
7. Явкінська зрошувальна система Послуги з подачі води на зрошення для НСП-34А [Електронний ресурс] URL: Prozorro <https://prozorro.gov.ua> > UA-2017-05-25-000320-a
8. Послуги з подачі води на зрошення по Спаському каналу URL: Prozorro [Електронний ресурс] <https://prozorro.gov.ua> > UA-2017-05-13-000372-b

9. Методичні рекомендації по застосуванню Порядку формування тарифів на послуги централізованого водопостачання та водовідведення [Електронний ресурс] URL: <https://ips.ligazakon.net/document/FIN9001>
10. Зміни до Національного класифікатора ДК 002:2004 (щодо ОБК), затверджені наказом Мінекономіки від 11.11.2022 № 4552 URL: Зміни до Національного класифікатора щодо ОБК.pdf ( .pdf , 240.19 Кб )
11. Никитюк О.А. Комплексна система управління якістю сільськогосподарської продукції : монографія / за науковою редакцією О.І. Фурдичка. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 320 с.
12. Communication from the commission to the european parliament, the european council, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions [Електронний ресурс] URL:[https://web.archive.org/web/20201024175024/https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication\\_en.pdf](https://web.archive.org/web/20201024175024/https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf)
13. Hungary 1. Overview of national policies and development plans [Електронний ресурс] URL: [https://www.icid.org/v\\_hungary.pdf](https://www.icid.org/v_hungary.pdf)

## **ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БЕЗТРАНШЕЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СТИСЛИХ МІСЬКИХ УМОВАХ**

*Ст. викл., канд. техн. наук О.П. Посмітюха*

*Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту,  
Український державний університет науки і технологій  
м. Дніпро, Україна*

В умовах сьогодення актуальним стає прокладання комунікації під землею, що дозволяє вивільнити простір і розташувати комунікації у відносній безпеці від зовнішнього впливу. Окрім того, насичений трафік руху транспорту і людей у місті не дає можливості виконувати це традиційними траншейними методами. Слід зазначити, що українське законодавство на основі європейського досвіду та Міжнародних стандартів передбачає мінімальне використання траншейних технологій як таких, що максимально порушують екологічні норми, негативно впливають на довкілля і людей та порядок руху в містах. Для таких задач використовуються безтраншейні технології, які ґрунтуються на виконанні технологічних порожнин у ґрунті (ТПГ) для прокладання різних комунікацій з мінімальним впливом на денну поверхню.

Підземні комунікації можуть прокладатися як одинична магістраль, водогони, газогони й теплопроводи, або окремою групою – лінії електропостачання та зв'язку, від двох до 12 об'єктів в одній ТПГ. Всі комунікації які прокладаються безтраншейно мають бути захищені футляром від зовнішнього впливу, який виконаний з пластикової, сталевий або керамічної труби. Це зумовлює збільшення розмірів ТПГ стосовно самої комунікації оскільки диктуючим є розмір футляра [1].

Прокладання підземних комунікацій будь-яким способом регламентується Українським законодавством про захист та використання земельних ресурсів, благоустрою, стандартів, законодавчих актів по спорудженню та експлуатації мереж [2], а також стандартів міжнародної електротехнічної комісії Standart IEC [3], що регламентують питання безтраншейного прокладання лінії електромереж та зв'язку.

В умовах українського міста Дніпра найчастіше використовують безтраншейні технології у вигляді горизонтально спрямованого буріння, динамічного пробивання ТПГ пневмопробійниками та статичним проколюванням. Але щільна забудова міста вузькі вулички відсутність вільних поверхонь, інші комунікації, що розташовані в зоні прокладання, суттєво обмежують використання горизонтально спрямованого буріння.

На невеликих відстанях до 20-25 м чудово підходить спосіб статичного проколювання з подальшим розширенням до необхідного розміру порожнини до 350 мм, для прокладання однієї або декількох комунікацій. Недоліком такого способу є некерованість процесу стартового проколу, та у випадку натрапляння на підземні перепони можна не дійти в задану точку або не виконати роботу.

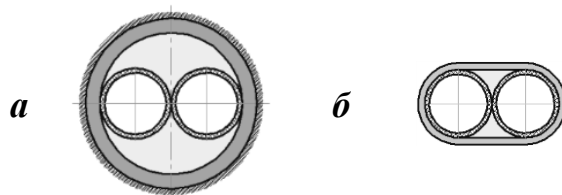
Дослідження, що проводились мною на базі лабораторії університету та практична співпраця з фірмою ТОВ “МБК Синергія” [4, 10] разом з провідним інженером по безтраншейних технологіях Олександром Самохваловим, дали можливість поєднати керованість процесу горизонтально спрямованого буріння з простотою та компактністю статично проколювання. Співпраця з дала можливість спроектувати та виготовити обладнання для практичного дослідження процесу керованого статичного проколювання ТПГ до 50 м для прокладання електричних мереж.

Лабораторні та польові дослідження показали наявність великої кількості пустот в ТПГ після прокладання футлярів для подальшого монтажу кабельних мереж. Було підмічено, що збільшення лінійно-протяжних об'єктів, які прокладаються в одній технологічній порожнині призводить до зменшення енерговитрат, а мінімальна кількість об'єктів, наприклад два - вимагають максимальних енерговитрат.

Огляд інтернет і літературних джерел [5] показав ефективність та розповсюдженість використання статичного проколювання як для отримання ТПГ, так і для санації трубопроводів, що доводить перспективу подальшого розвитку даного способу.

Огляд форми робочого органу, який використовується для статичного проколювання показав безальтернативність використання конусно-циліндричної форми робочого органу (РО) та циліндричної форми отвору. Аналіз кількості та розмірів футлярів які використовуються для прокладання ліній електропередач та зв'язку показав часте використання двох футлярів в одному циліндричному отворі, що практичне часто вимагає створення двох паралельних порожнин для прокладання паралельних футлярів невеликого розміру, оскільки сумісне прокладання збільшує енерговитрати на виконання

ТПП великого розміру, це наштовхнуло на думку змінити форму отвору і наблизити її до форми футлярів рис. 1, [6, 10].



**Рисунок 1 – Форма технологічної порожнини для прокладання групи футлярів:**

*a* – традиційна – циліндрична форма порожнини для прокладання двох футлярів;  
*б* – запропонована – плоска форма порожнини для прокладання двох футлярів

Іншою суттєвою проблемою є процес визначення зусилля статичного проколювання ґрунту РО. Різними вченими та інженерами пропонуються залежності які визначають сили переміщення робочого органу у ґрунті.

Наприклад А. С. Вазетдінов [1, 7] пропонує формулу для визначення зусилля, що виникає при проколі ґрунту конусним РО:

$$P = \frac{\sigma_r \pi R^2}{0,01n_0}, \quad (1)$$

де  $\sigma_r$  – середнє радіальне напруження – емпіричне значення;

$R$  – радіус технологічної порожнини;

$n_0$  – первісна пористість ґрунту.

В. К. Тимошенко [1, 7] визначає силу через форму та кут загострення робочого наконечника, емпіричне значення середнього радіального напруження проколу в різних ґрунтах:

$$P = \pi R^2 \sigma_r \frac{\operatorname{tg}(0,5\alpha_k + \varphi)}{\sin 0,5\alpha_k}, \quad (2)$$

де  $\alpha_k$  – кут загострення конуса;

$\varphi$  – кут зовнішнього тертя ґрунту.

І. С. Полтавцев [1, 7] пропонує визначати зусилля через зовнішній кут тертя ґрунту  $\varphi$ , кут загострення наконечника  $\alpha_k$  та його розмір  $R$ , контактні напруження  $\sigma_r$ , що отримані дослідним шляхом, та дослідний коефіцієнт 25,2.

$$P = \frac{25,2 \sin(0,5\alpha_k + \varphi) \sqrt{R}}{\cos \varphi \cdot \sin 0,5\alpha_k \cdot \sqrt{\sin 0,5\alpha_k}} \pi R^2. \quad (3)$$

С. В. Кравець, В. В. Кованько та В. Н. Супонев [7, 8] визначають зусилля заглиблення конусної частини наконечника через контактний тиск ґрунту та напруження на межі ґрунт – робочий орган:

$$P_{пр.кон.} = \frac{\pi}{8} D^2 E_{ep} (1 + fctg\beta). \quad (4)$$

де  $d$  – діаметр одиничного футляру;

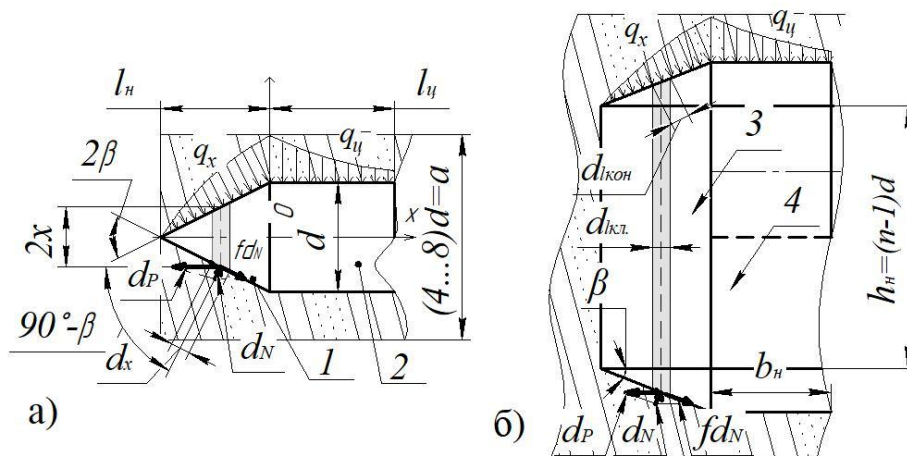
$n$  – кількість футлярів.

$$q_u = \frac{D_p}{d_u} \sigma_1 = \frac{D_p}{d_u} \cdot \frac{-B \pm \sqrt{B^2 + 4AC}}{2A} = \frac{D_p}{d_u} \cdot \left| \frac{B + \sqrt{B^2 + 4AC}}{2A} \right|, \quad (5)$$

де  $\varphi_0$  – кут внутрішнього тертя ґрунту;  $c$  – коефіцієнт зчеплення ґрунту;  $\gamma_{ep}$  – питома сила тяжіння ґрунту;  $h$  – глибина на якій здійснюється прокол;  $d, n$  – діаметр та кількість одиничних футлярів.

Більшість дослідників для визначення робочих зусиль використовують параметри, які отримані експериментальними шляхами, що вимагає суттєвих лабораторних досліджень. Проведений математичний аналіз робіт Кравця С. В., Кованько В. В. та Супонева В.М. дав можливість визначити тиск на поверхню РО, а відповідно й зусилля проколювання, використовуючи лишень відомі, ті що записані в ДБН, параметри ґрунту - це тип ґрунту його вологість. Ці параметри визначаються традиційними експрес методами, на їх основі визначають тип ґрунту, вибирають його фізико-механічні характеристики.

Поєднавши теорії визначення зусилля проколювання на конусному наконечнику та його циліндричній частині, а також сили проходки визначенні І. С. Полтавцевим [1, 7] для клинових розпушувачів, та обґрунтувавши форму клиново-призматичного робочого органу (рис. 2) у вигляді клину з призматичною направляючою та двома конусами з боків, двох півциліндрів по краях, рис. 2. Визначення робочого зусилля проколювання ґрунту клиново-призматичними робочими органами була досліджена в роботі [8 - 10].



**Рисунок 2 – Клиново-призматичний робочий орган та сили, що діють на нього:**

1 – лівий, правий півконус наконечника; 2 – лівий, правий півциліндр, що калібрує;  
3 – клинова частина наконечника; 4 – плоска частина робочого наконечника, що калібрує.

Скориставшись теорією незмінності маси ґрунту до та після деформації його робочим органом досліджую зміну щільності ґрунту від природного до твердого. Відповідно до теорії визначимо силу тиску ґрунту на конусну та клинову поверхні робочого органу, а також визначимо силу тиску на калібруючі циліндричні та призматичні поверхні РО.

Для спрощення роботи скористаємось методикою розробленою в Національному університеті водного господарства та природокористування для визначення компресійного модулю ґрунту ( $E_{zp}$ ) в лабораторних умовах, за результатами компресійних випробувань зразків ґрунту, та обчислюємо за формулою [7]:

$$E_{zp} = \frac{(1 + \omega) \rho_{me}}{c_k \cdot \rho_{np}}, \quad (6)$$

де  $\rho_{me}$  – щільність ґрунту при умові, що в ньому відсутні пори (щільність твердої фази);

$\rho_{np}$  – щільність в природному стані.

Нормальний тиск ґрунту в кожному поперечному перерізі клиново-призматичного наконечника [10]:

$$q_x^{кл} = \frac{(1 + \omega) \rho_{me}}{c_k} \left( \frac{1}{\rho_{np}} - \frac{1}{\rho_x} \right). \quad (7)$$

Закон зміни щільності ґрунту по висоті клину, на основі закону рівності мас ґрунту до та після його деформації [7]:

$$(n - 1)d^2 \rho_{np} = (n - 1)d(d - 2x) \rho_x^{кл}, \quad (8)$$

Тоді

$$\rho_x^{кл} = \frac{\rho_{np}}{1 - \frac{2x}{d}} = E_{zp} \frac{2x}{d}. \quad (9)$$

де  $d, n$  – діаметр та кількість лінійно-протяжних об'єктів ЛПО, які одночасно прокладаються;

$\rho_x^{кл}$  – змінна щільність ґрунту по висоті клинової поверхні, пропорційна зміні площі поперечного перетину робочого органу;

$x$  – деформація ґрунту лобовою поверхнею наконечника.

Лобовий питомий опір впровадження клиново-призматичного наконечника шириною  $h_{кл} = (n - 1)d$  та висотою  $d$  (розмір робочого органу) (рис. 2), рівний сумі опору від клину та двох півконусів, що є еквівалентним опору одного конуса такого ж розміру, досліджено в роботі В. М. Супонєва [1, 10].



$$P_{пр.кл.}^{лоб.} = P_{кл.} + P_{пр.кон.} \quad (10)$$

Опір клину:

$$dP_{кл.} = 2q_x^{кл.} \partial F \sin \beta (1 + f \cdot ctg \beta), \quad (11)$$

де  $\partial F$  – елементарна площа лобової поверхні клину ( $\partial F = \partial h \cdot \frac{\partial x}{\sin \beta}$ );

$2\beta$  – кут при вершині клинового наконечника;

$f$  – коефіцієнт тертя ґрунту по РО.

Тоді

$$\partial P_{кл.} = E_{сп} \frac{4x}{d} \partial h \frac{\partial x}{\sin \beta} \sin \beta (1 + f ctg \beta), \quad (12)$$

$$P_{кл.} = E_{сп} \frac{4h_{кл.}}{d} (1 + f \cdot ctg \beta) \int_0^{d/2} x \partial x = \frac{d \cdot h_{кл.}}{2} E_{сп} (1 + f \cdot ctg \beta). \quad (13)$$

Опір проколу конусних частин, за роботами проф. Кравця С. В. та Супонєва В. М. для конусного [1] та клиново-призматичного РО [10, 11]

$$P_{пр.кон.} = \frac{\pi d^2}{8} E_{сп} (1 + f \cdot ctg \beta), \quad (14)$$

Остаточно підставивши (1.24) та (1.23) в (1.20) маємо опір занурення клиново-призматичного РО

$$\begin{aligned} P_{пр.кл.}^{лоб.} &= \frac{(n-1)d^2}{2} E_{сп} (1 + f ctg \beta) + \frac{\pi}{8} d^2 E_{сп} (1 + f ctg \beta) = \\ &= d^2 E_{сп} (1 + f ctg \beta) \left( \frac{\pi + 4(n-1)}{8} \right). \end{aligned} \quad (15)$$

Врахувавши середній тиск ґрунту на бокові поверхні, сили тертя по них дорівнюють:

$$F_{тр.} = L_{нер} \cdot b_n \cdot f \cdot q_{сер} = [\pi d + 2(n-1)d] b_n f \left[ 2c \cdot tg \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_0}{2} \right) + \frac{a_q}{2} h \right]. \quad (16)$$

де  $b_n$  – ширина робочого органу;  $a_q$  – коефіцієнт пропорційності ( $a_q = \gamma_{сп} tg^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_0}{2} \right)$  МПа/м) [7];  $h$  – глибина укладання комунікацій.

$q_{сер} = 2c \cdot tg \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_0}{2} \right) + \frac{a_q}{2} h$  – середній тиск ґрунту на бокові стінки і краї наконечника [10, 11];

$L_{пер} = 2(n-1)d + \pi d = d(\pi + 2n - 2)$  – довжина периметра корпусу наконечника.

Тоді сумарний опір клиново-призматичного наконечника:

$$P_{\Sigma кл.} = \frac{\pi + 4(n-1)}{8} d^2 E_{сп} (1 + fctg\beta) + L_{пер} \cdot b_n \cdot f \cdot q_{сер} \quad (17)$$

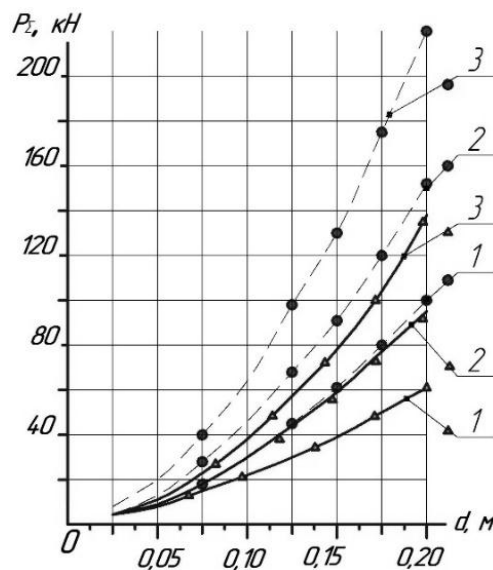
Тоді сумарний опір конусно-циліндричного наконечника:

$$P_{\Sigma кон.} = \frac{\pi}{8} D^2 E_{сп} (1 + fctg\beta) + 0,1\pi\lambda fD\sigma_1 + \pi fD(l_y - 0,2)q_3 \dots \quad (18)$$

де  $\lambda = \frac{\left(\gamma_{сп} h + \frac{c}{tg\varphi_0}\right) tg^4\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_0}{2}\right)}{\sigma_1}$  – відношення діаметра зони пружно-

пластичних деформацій до діаметра конусного наконечника РО [1, 10].

Скориставшись формулами сумарного опору переміщення клинового-призматичного та конусно-циліндричного наконечників з урахуванням сил тертя по поверхні для прокладання двох футлярів отримуємо залежність. рис. 3.



**Рисунок 3 – Залежність загального опору клинового та конусного наконечників від розміру та кількості комунікацій, що прокладаються (n=2):**

1 – тугопластична глина; 2 – напівтвердий суглинок; 3 – твердий супісок.  $\nabla - \nabla$  – для клиново-призматичних наконечників,  $\circ - \circ$  – для конусно-циліндричних наконечників

### Висновки

1. Очевидно, що зміна форми поперечного перетину технологічної порожнини у ґрунті призведе до зменшення площі отвору, а відповідно зменшення сили статичного проколювання ґрунту при спорудженні порожнини. Наближення форми та розмірів порожнини до футлярів, які прокладаються в ній, знижує обсяг робіт по деформації або екскавації ґрунту, а також зменшує час на його релаксацію.

2. Отримано й обґрунтовано гіпотезу взаємодії клинового призматичних робочих органів з ґрунтом При статичному проколі ґрунту, що ґрунтується на законі зміни щільності ґрунту по товщині наконечника.

3. Проведеним порівняльним аналітичне дослідження з визначення та порівняння лобових сумарних опорів на призматичних та конусно-циліндричних робочих органах, що довели ефективність їх використання та зменшення робочих зусиль на 20-40% залежно від кількості та розмірів футлярів, що прокладаються одночасно. Зазначимо що суттєво впливає на сумарне зусилля проколювання тип ґрунту та його вологість, а значення вологості під проїжджою частиною на 1...3% нижче ніж на обочині.

4. Співпраця з фірмою ТОВ «МБК Синергія» дала можливість перевірити теорію на практиці що також показало ефективність та економічну доцільність використання таких робочих органів, але їхнє використання обмежене малою кількістю футлярів що прокладаються одночасно дві або три штуки за умови що немає додаткових умов до монтажу футлярів.

### *Посилання*

1. Супонев В. М. Методологічні основи та практика створення мінімальноенергоємних робочих органів для формування комунікаційних порожнин в ґрунті: дис. ... д-ра техн. наук: спец. 05.05.04 – машини для земляних, дорожніх і лісотехнічних робіт [Електронний ресурс] / Супонев Володимир Миколайович; М-во освіти і науки України, Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. - Харків, 2020. – 419 с.
2. Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів : Закон України від 09.07.2010 р. № 2480-VI : станом на 1 жовт. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2480-17#Text> (дата звернення: 31.05.2024).
3. Standart IEC 60287-3-1:1998.1 Electric cables- Calculation of the current rating. Part 3-1. Sections on operating conditions - Reference operating conditions and selection of cable type.
4. ТОВ "МБК"СІНЕРГІЯ". Компанія ТОВ "МБК"СІНЕРГІЯ", м. Дніпро. URL: <https://msks.com.ua/ua/> (дата звернення: 30.05.2024).
5. Najafi, Mohammad, Sanjiv Gokhale, Diego R. Calderón, and Baosong Ma. 2021. Trenchless Technology: Pipeline and Utility Design, Construction, and Renewal. 2nd ed. New York: McGraw Hill. <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260458732>
6. Посмітюха, О. П. Обґрунтування поперечного перерізу безтраншейно утворених технологічних порожнин у ґрунті для комунікацій: [препринт] / О. П. Посмітюха, К. Ц. Главацький // Вестн. Харьк. нац. автомоб.-дор. ун-та: сб. науч. тр. – Харьков, 2012. – Вып. 57. – С. 195–202. <https://crust.ust.edu.ua/items/5fd71740-c095-4d7b-b91c-8772cd7ecsf3>. (дата звернення: 30.05.2024).
7. Кравець, С. В. Наукові основи створення землерийно-ярусних машин і підземно рухомих пристроїв: Монографія / С. В. Кравець, В. В. Кованько, О. П. Лук'ячук. – Рівне: НУВГП, 2015. – 319 с.
8. Посмітюха, О. П. Аналітичний спосіб визначення опору занурення конусного наконечника в ґрунт / С. В. Кравець, О. П. Посмітюха, В. Н. Супонев

- // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Подъёмно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. – 2017. – Вып. 97. – С. 91–98. - Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmpm\\_2017\\_97\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmpm_2017_97_14)
9. Posmitiukha O., Hlavatskyi K., Kravets S., Suponyev V., Koval A. Analytical Method of Determining the Movement Resistance of a Tip for Forming Rectangular Technological Hole in the Lower Structure Tracks. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 985 : 15th Intern. Sci. and Techn. Conf. "Problems of the railway transport mechanics" (PRTM 2020) 27–29 May 2020, Dnipro, Ukraine. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/985/1/012033/pdf> (дата звернення: 30.05.2024)
10. Посмітюха О. П. Створення та обґрунтування параметрів робочого органу для сумісного безтраншейного прокладання лінійно-протяжних об'єктів: дис. ... канд. техн. наук : 05.05.04. м. Харків, 2023. 219 с.

## **ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ТЕХНОЛОГІЮ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

*Викладач, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист С.В.Рева  
Відокремлений структурний підрозділ «Глухівський агротехнічний фаховий коледж СНАУ» м. Глухів, Україна*

Зміни клімату - це довгострокові зміни погодних умов на Землі, які включають збільшення середньої температури повітря, зміни у розподілі опадів, збільшення екстремальних погодних явищ, які включають спеку, засухи, повені та зливи. Ці зміни можуть мати великий вплив на природні екосистеми, сільське господарство, здоров'я людей та інфраструктуру.

Збільшення середньої температури один з головних ефектів зміни клімату - це збільшення середньорічної температури на планеті. Це може призвести до танення льодовиків, підвищення рівня моря та зміни кліматичних зон. Зміни у розподілі опадів, ці зміни в кліматичних умовах можуть призвести до перерозподілу опадів, збільшуючи опади у деяких районах та зменшуючи їх у інших. Це може призвести до засух та повеней, що впливає на сільське господарство та екосистеми. Засухи та спеки призведуть до збільшення частоти та інтенсивності засух. Це може вплинути на вирощування культурних рослин, зменшуючи врожайність та якість врожаю. Зміни в біорізноманітті призведе може вплинути на розподіл та здоров'я різноманітних видів рослин і тварин, що може мати серйозні наслідки для біорізноманіття. Екстремальні погодні явища можуть призводити до збільшення частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ, таких як урагани, торнадо, зливи, повені та інші природні катастрофи.

Екстремальна спека, грози, зливи, дощові та річкові паводки, посуха, град, бурі, смерчі, сильні снігопади, ожеледиця та налипання мокрого снігу з кожним роком стають дедалі частішими та інтенсивнішими. Як наслідок, врожайність усіх сільськогосподарських культур сильно коливається. Тому фермерам важливо вже зараз впроваджувати ефективні заходи з адаптації до зміни клімату. Адаптаційні заходи не лише допомагають пристосуватися до зміни клімату та захистити врожай, але й зменшити викиди парникових газів. Як наслідок, перед фермерами стоїть надзвичайно складне завдання. А саме: як виростити достатньо врожаю, щоб нагодувати всіх, і водночас зменшити свій вплив на навколишнє середовище. Експерти Програми USAID "Підтримка аграрного і сільського розвитку" (АГРО) кажуть, що цього можна досягти, лише адаптувавши сільське господарство до зміни клімату та мінімізувавши негативний вплив на довкілля. Нещодавно вони організували вебінар з вирощування фруктів та овочів для фермерів, які стикаються зі зміною клімату.

У зв'язку з цими змінами важливо розробляти та впроваджувати стратегії адаптації до зміни клімату, такі як використання стійких до стресів сортів рослин, впровадження ефективних систем поливу та вирощування культур, які відповідають новим кліматичним умовам. Також важливо зменшувати викиди парникових газів та сприяти збереженню природних ресурсів для зменшення впливу змін клімату [1].

Зміни клімату які відбуваються поділяються на декілька пунктів:

1. Зміни весняних температурних умов спричинили зміщення термінів початку посівної кампанії в останні роки. Це призвело до того, що посівні кампанії починаються в середньому на два тижні раніше.

2. Екстремальні температури та збільшення кількості екстремальних явищ: холодніші температури в травні цього року, великі перепади денних та нічних температур, безсніжні зими та тривале спекотне літо. Деякі сільськогосподарські експерти навіть зазначають, що вони спостерігають і реєструють температуру протягом десятиліть і вважають, що нинішні події можуть бути результатом глобальної зміни клімату.

3. Зміна кількості опадів. Так звані "небезпечні сільськогосподарські регіони" через посуху раніше були на півдні України, але зараз фермери Черкаської області переміщуються на північ, навіть углиб власної території. Незважаючи на відсутність необхідних водних ресурсів, потреба в зрошенні виникла на територіях, які раніше не зрошувалися.

4. Сильні вітри, які перешкоджають своєчасному застосуванню засобів захисту рослин і призводять до вітрової ерозії ґрунту.

Це приблизний перелік кліматичних явищ, які додають роботи українським агрономам та фермерам. Від успішності адаптації до них значною мірою залежить прибутковість українського зерновиробництва та української економіки в цілому, оскільки аграрний сектор є важливим експортером та джерелом надходження іноземної валюти [2].

Інформація про погоду та клімат від сільськогосподарських дорадчих служб може допомогти у плануванні сільськогосподарської діяльності. Взимку інформація про температуру повітря і ґрунту, сніговий покрив і глибину снігу допомагає планувати снігозатримання. Актуальні дані про запаси вологи в ґрунті та температуру верхнього шару ґрунту допомагають вибрати найкращий час для посіву різних культур, скоригувати глибину посіву та норми висіву, визначити час внесення добрив та підживлення, а також спланувати інші технічні заходи. Прогнозні дані про температурні режими та стадії розвитку рослин дозволяють вчасно провести обробку полів та садів від шкідників та хвороб. Прогнозування термінів дозрівання культур дозволяє завчасно підготуватися до збору врожаю. Коротко- та середньострокові прогнози погоди та попередження про несприятливі погодні умови допомагають планувати польові роботи та використання сільськогосподарської техніки. Також можна вжити заходів із захисту від заморозків.

Зміна клімату створює серйозні виклики для сільськогосподарського виробництва, особливо в таких країнах, як Україна, де сільське господарство відіграє дуже важливу роль в економіці. Своєчасне впровадження комплексу стратегічних заходів дозволить не лише підтримати аграрний сектор, але й запобігти прогресуванню деградації ґрунтів, та сприяти раціональному використанню дефіцитних водних ресурсів [3].

Адаптація до зміни клімату та використання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур стають все більш важливими в сільському господарстві, оскільки зміни клімату можуть впливати на врожайність та якість продукції. Розглянемо деякі напрями адаптації та використання технологій:

1. Системи поливу з використанням датчиків вологості: встановлення автоматичних систем поливу, які відслідковують рівень вологості ґрунту та регулюють полив в залежності від потреб рослин.

2. Використання гібридних та стійких до стресів сортів: вирощування сортів рослин, які мають підвищену стійкість до стресових умов, таких як висока температура, засуха або заморозки.

3. Застосування систем ґрунтового покриття: використання матеріалів для покриття ґрунту, які зберігають вологу, запобігають випаруванню та допомагають утримувати стабільну температуру ґрунту.

4. Впровадження точного землеробства (precision farming): використання сучасних технологій, таких як GPS, датчики, дрони тощо, для збору даних про ґрунт, врожайність та ріст рослин, що дозволяє оптимізувати вирощування та використання ресурсів.

5. Перехід до екологічно чистих методів вирощування: використання органічних добрив, біологічних захистів рослин, альтернативних методів боротьби зі шкідниками та хворобами для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та збереження ґрунту.

б. Використання досліджень та наукових розробок: залучення наукових досліджень та інноваційних технологій для пошуку нових методів вирощування, які були б ефективніші в умовах зміни клімату.

Ці напрями дозволяють сільськогосподарським виробникам адаптуватися до змін клімату та використовувати сучасні технології для покращення виробництва та збереження довкілля.

Наразі вчені випробовують спеціалізовані культури, такі як сочевиця та квасоля. Ці культури надають фермерам нові джерела доходу та біорізноманіття для вирощування сільськогосподарських культур. Наприклад, сочевицю вирощують у теплому кліматі з малою кількістю опадів. Зміна кліматичних умов не лише суттєво змінить асортимент вирощуваних культур з літніх на озимі, але й дозволить вирощувати нові види в пріоритетному порядку. Це стосується сочевиці та квасолі, а також тропічних культур, таких як солодка картопля, арахіс і кавуни.

Адаптація сільського господарства є важливим заходом як на регіональному, так і на глобальному рівні. Заходи з адаптації у цій сфері мають бути різними в усіх сільськогосподарських регіонах України та стратегічно спланованими для кожного регіону. Варто зазначити, що в Європі традиційне сільське господарство частково зникає, натомість з'являється стале органічне сільське господарство, яке є більш стійким до зміни клімату.

Процес адаптації вимагає залучення фермерів, науковців та експертів, створення робочих груп та нових кооперативів, обміну досвідом та навчання у фахівців. Слід також взяти до уваги досвід Австрійського науково-дослідного інституту садівництва, який опублікував багато досліджень. Необхідно поширювати нові знання та актуальну інформацію серед фермерів в Україні. Це вплине на процес адаптації та прискорить адаптацію [4].

**Висновки.** Вплив зміни клімату на технологію вирощування сільськогосподарських культур є значною та багатоплановою проблемою, яка вимагає уваги та розробки адаптаційних стратегій. Зміни у кліматичних умовах можуть призвести до змін у часі початку та завершення вирощувальних сезонів, що вимагає адаптації сільськогосподарських технологій та календаря вирощування культур. Підвищена температура, засуха та інші аномальні погодні явища можуть створювати стресові умови для рослин, що вимагає використання стійких сортів культур, а також впровадження систем поливу та зберігання вологи в ґрунті. Зміни в кліматі можуть сприяти поширенню нових шкідників та хвороб, що вимагає розробки ефективних методів захисту та використання біологічних заходів контролю. Зміна клімату ставить перед сільськими господарствами завдання впровадження нових технологій, таких як точне землеробство, селекція стійких сортів, системи поливу з використанням датчиків тощо. Негативний вплив змін клімату може призвести до економічних втрат для сільськогосподарських підприємств через зниження врожайності, підвищення витрат на захист від стресових умов та нестабільність у виробництві.



Отже, зміни клімату вимагають від сільськогосподарських господарств адаптації та впровадження нових технологій, що дозволить зберегти стабільність виробництва та забезпечити безпеку продовольства в умовах клімату який змінюється.

### *Посилання*

1. Надзавдання для аграріїв. Газета «День». URL: <https://day.kyiv.ua/article/ekonomika/nadzavdannya-dlya-ahrariyiv>
2. Адаптація до змін клімату в сільському господарстві України – Зелена Хвиля. Зелена Хвиля – Екологічні новини, які варто знати. URL: <https://ecoclubua.com/zmina-klimatu/adaptatsiya-do-zmin-klimatu-v-s-h/>
3. Козишкурт С.М., Новачок А.Р. Заходи адаптації аграрного виробництва до змін клімату // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції», 12 листопада 2020 року. – Житомир: Житомирська політехніка, 2020. – С. 111-112.
4. Як і для чого адаптувати ґрунт до зміни клімату – Еко клуб – природоохоронна громадська організація. Еко клуб – природоохоронна громадська організація – Офіційний сайт громадської організації "Еко клуб" з м. Рівне. URL: [https://ecoclubrivne.org/soil\\_adaptation](https://ecoclubrivne.org/soil_adaptation)

## **МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО МЕТРОЛОГІЧНО КОРЕКТНОЇ ПРОЦЕДУРИ ПРИГОТУВАННЯ ҐРУНТОВОГО МАТЕРІАЛУ З ВІДОМИМ ВМІСТОМ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ-МЕТАЛІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СТАНДАРТНИХ ЗРАЗКІВ**

*Провідний інженер К. О. Семенцова*

***ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, Україна***

Наявність стандартних зразків показників ґрунту є необхідною умовою ефективною та успішною роботи вимірювальних лабораторій. Стандартні зразки складу ґрунту, атестовані на вміст мікроелементів-металів необхідні для внутрішнього контролю якості вимірювань, в результаті чого аналітичні лабораторії можуть гарантувати замовникам достовірність, відтворюваність та простежуваність результатів вимірювань агрохімічних показників.

Ґрунт – складний об'єкт дослідження. Це обумовлено особливостями його фізико-хімічних властивостей та вмістом мікроелементів. При визначенні в ґрунтах доступної для рослин форм мікроелементів необхідно враховувати, те що їх вміст в ґрунтах досить невеликий. Якість результатів аналізу ґрунту характеризується точністю отриманих результатів.

Основними вимогами до ґрунтового матеріалу, призначеного для приготування стандартних зразків є подібність його мікроморфологічних

(матриця ґрунту) та агрохімічних властивостей досліджуваних ґрунтових проб. Схожість мікроморфологічної будови є обов'язковою умовою для забезпечення можливості якісного виконання вимірювань та зменшення негативного впливу на результати вимірювань неврахованих матричних ефектів. Слід зазначити, що у вітчизняному ґрунтознавстві поняття «матриця ґрунту» практично не використовується [1].

При оцінюванні процедур приготування матеріалу стандартних зразків, атестованого на вміст мікроелементів, було проаналізовано методики розроблення стандартних зразків, викладені у доступних джерелах інформації.

Їх можна поділити на такі види:

- стандартні зразки, які розробляють на основі природних матеріалів;
- стандартні зразки, які розробляють з антропогенно змінених природних матеріалів, атестованих за показниками якості та токсикологічного забруднення [2].
- штучно створенні стандартні зразки [3].

Випробувальні агрохімічні лабораторії зацікавлені в тому, щоб вміст мікроелементів у стандартних зразках складу ґрунтів, які вони використовують в рутинній практиці, був якомога ближчим до їх вмісту в ґрунтових пробах, склад яких визначають. Вміст мікроелементів у незабруднених (фонових) ґрунтах, проби яких зазвичай аналізують для встановлення потреб сільськогосподарських культур у мікроелементному живленні та норм внесення мікродобрив, у більшості випадків буває досить низьким, на межі чутливості приладів, які використовують під час вимірювань. Похибка (або невизначеність) результатів вимірювань при цьому може бути настільки великою, що втрачається доцільність виконання таких вимірювань взагалі. З цієї причини, для підвищення точності результатів вимірювань вмісту рухомих сполук мікроелементів у ґрунтах використовують стандартні зразки з вмістом цих елементів, дещо вищим за природний. Під час інтерпретації результатів вимірювань беруть до уваги цю особливість.

Для приготування матеріалу СЗ було вирішено оцінити придатність поверхневого шару (0 – 20 см) ґрунту, який міг бути техногенно забрудненим (таке припущення було зроблено за результатами попередніх досліджень). Очікувалося, що вміст рухомих сполук мікроелементів у ґрунтовому матеріалі, відібраному на відстані 10-15 м від шосе буде вищим за фоновий, а у відібраному на відстані 100-120 м – відповідати фоновому значенню.

За результатами вимірювання вмісту рухомих сполук мікроелементів у матеріалі чорнозему типового було встановлено, що їх вміст практично не відрізняється від фонового. Крім того, наявність карбонатів у складі ґрунтового матеріалу унеможливило визначення вмісту мікроелементів, які вилучаються однонормальним розчином соляної кислоти, як було передбачено програмою досліджень.

Оскільки не вдалося відібрати ґрунтовий матеріал з вмістом рухомих сполук мікроелементів, що перевищував би фоновий рівень, було вирішено

підвищити їх вміст у ґрунтовому матеріалі. Тобто штучно додати розчин солей металів. Такі штучно виготовлені зразки матеріалів з відомим вмістом аналітів у міжнародній практиці називають *spiked samples* і широко використовують у практиці роботи вимірювальних лабораторій [4].

Використання таких зразків дозволяє визначати концентрацію мікроелементів без додаткового концентрування, що зменшує похибку вимірювання і дає можливість працювати з маленькими наважками.

**Висновки.** Для забезпечення метрологічної коректності процедури приготування стандартних зразків складу ґрунтів, атестованих на вміст рухомих форм мікроелементів металів, може бути доцільним використовувати такий ґрунтовий матеріал, в якому вміст рухомих сполук мікроелементів-металів вищий за фоновий. Якщо це неможливо, то існує можливість штучно виготовляти ґрунтовий матеріал з відомим вмістом аналітів (*spiked samples*), забезпечуючи його комутабельність.

### Посилання

1. Балюк С.А. Проблеми створення та застосування стандартних зразків ґрунту / С.А.Балюк, Я.В.Бородіна, М.Є.Лазебна, Л.В.Ткаченко // Вісник аграрної науки. – 2010. –№ 2.
2. Pueyoa M. A new organic-rich soil reference material certified for its EDTA- and acetic acid- extractable contents of Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn, following collaboratively tested and harmonised procedures/ M. Pueyoa, G. Raureta, J. R. Baconb, A. Gomezc, H. Muntaud, Ph. Quevauvillere and J. F López-Sánchez// J. Environ. Monit., 2001, 3, P.238-242.
3. ISO Guide 33:2015, Reference materials – Good practice in using reference materials // ISO [сайт] . <https://www.iso.org/standard/46212.html>
4. Vaughan T. Bowen, Herbert L. Volchok Spiked sample standards. [Their uses and disadvantages in analytical quality control](#) Environment International / Volume 3. Issue 5. 1980 . Pp. 365-376.

## FPGA HEATING SYSTEMS OF IDENTIFICATION OF THE ENERGY CHARACTERISTICS OF BUILDING ENCLOSURES

*Assoc. Prof, Ph.D., Senior Lecturer R.P. Spirov*

*Institute of Robotics, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria*

*Ch. Assistant Prof, Ph.D. V.V. Ivanova*

*Technical University-Sofia, Sofia, Bulgaria*

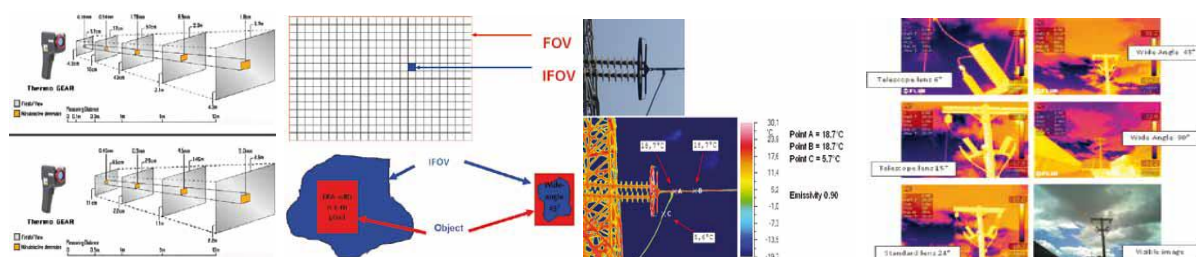
### I. INTRODUCTION

The modern high-tech computing technologies based on FPGA provide high speed, accuracy and efficiency through parallel processing of information in real time. The process of identification of the energy characteristics of the building enclosing elements using thermal imaging technologies and the methods for digital

processing of thermal imaging images is studied. The experiment provides data acquisition, processing and analysis and determines the type of building material of the building enclosing elements.

## II. THE PECULIARITIES OF THE PROBLEMS FOR APPLICATION OF THE METHODS FOR IDENTIFICATION OF ENERGY CHARACTERISTICS OF THE BUILDING ENVIRONMENTAL ELEMENTS OF DEFINITION

The review of the topic draws attention to several important scientific developments with applications of thermal imaging technologies. Here are the advantages of the methods, applications and use of infrared thermography, which is presented in Fig.1.



**Fig. 1. The capture a thermal image, its pixel-by-pixel digital processing and application**

The modern scientific approaches and methods for automatic classification of building enclosing elements with 3D volumetric distributed points are presented. Improving the thermal performance of building walls can reduce the energy consumption required to condition the space and provide improved energy efficiency. The main goal is to build energy diagnostics and analysis of modernization and fill these gaps by creating a new method for multimodal visual observation and analysis using thermography and building information modeling (BIM) of building environments and localization of thermal images in 3D reconstructed scenes. Using 3D models, one can conduct virtual walks in buildings and examine the state of the building geometry and associated thermal conditions. Second, to address the challenges of qualitative and subjective interpretation of visual data, a new model-based method is presented that converts 3D thermal profiles of the building environment into associated energy performance metrics. In EPAR enhanced energy efficiency models, the presence and location of potential energy problems in the building environment manifest as performance deviations.

Thermal resistances of buildings are also calculated at the 3D level on top of the grid. Then, based on the time series of data reflecting the energy load for space conditioning, the amount of heat transfer that can be saved by improving the thermal resistances of the defective areas to the recommended level is calculated and the equivalent energy cost for this savings is estimated. The result provides building professionals with unique information that can facilitate energy-efficient retrofit decisions. Finally, to improve the reliability of BIM-based elements and

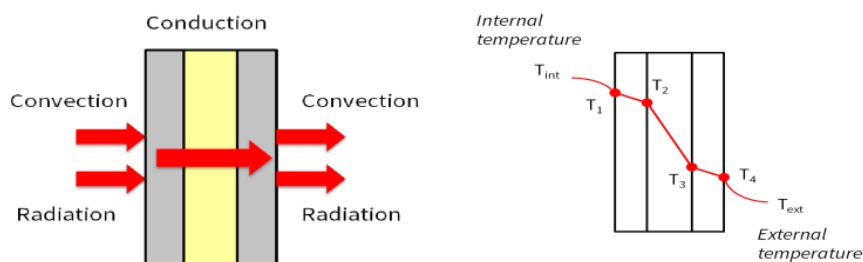
update their corresponding thermal properties in the gbXML model. This reflects the state of the building in the BIM-based energy modeling process, this method bridges the gap between the architectural information in the designed BIM and the state of the building for accurate energy performance analysis.



**Fig 2. Study the quality of construction stereography**

A. The book edition „Assessing the thermal performance of buildings at the construction stage using thermography“, Timothy James Taylor, Cardiff School of Art & Design. The resource presents the possibilities of thermography, which can be used to assess the thermal energy in the construction of new homes during the construction process. The practical utility of this testing approach is to identify performance problems at a stage when undertaking corrective work is less costly and disruptive.

The approach for using thermography at different stages of construction is developed through practical case studies and experimental work, modeling and thermography of heat transfer, represented by Fig. 3, Fig. 4 and Fig. 5.

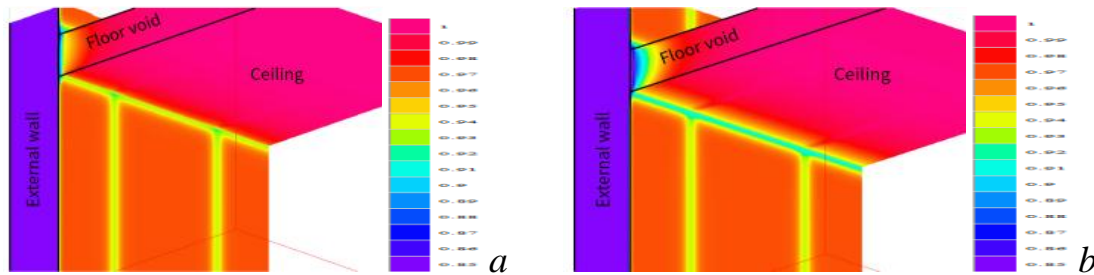


**Fig.3. Simplified representation of modes of heat transfer through a building element and Temperature profile of the enclosing element under stationary conditions**



**Fig.4. The identification of missing insulation around the MVHR duct:**  
*a* - the intake duct for the MVHR unit is located above ceiling level in the corner of the room; *b* - reduced surface temperatures at ceiling level indicate that the duct is not properly insulated

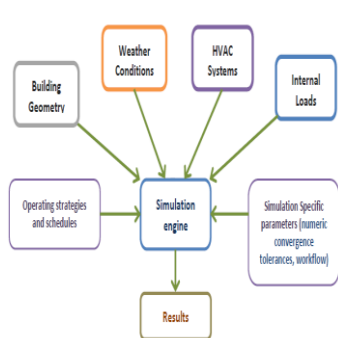




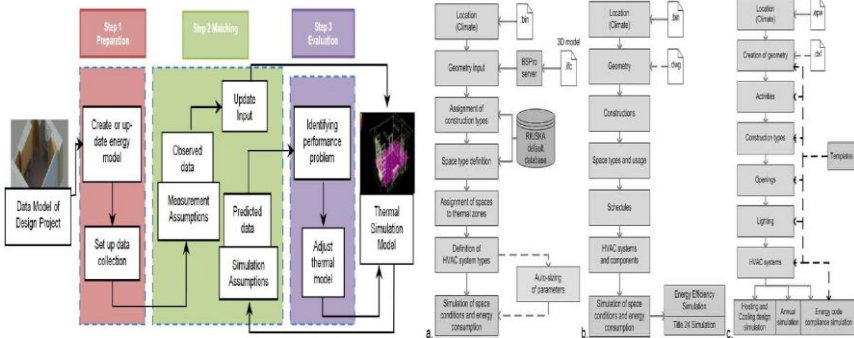
**Fig.5. 3D projection of the temperatures:**  
*a* – the profile Model E/1; *b* – the profile: Model E/2

The results of applying this testing approach show that it is useful feedback that can be obtained without significant disruption to construction activities. In conclusion, thermography has the potential, together with other types of tests and practical checks, to help improve building standards.

B. The book edition e „Representation of Thermal Building Simulation in Virtual Reality for Sustainable Building“, Yudi Nugraha Bahar. There are many 3D models, thermal simulation tools, and VR tools available that vary in function and platform. The issues of exchanging data formats, appropriate tools and equipment in this situation require an interoperability solution that must be structured around the workflow methodology. The implications and barriers to integration design with CAD and TBS tools to transfer the model to a VR system are outlined.



**Fig.6. Thermal input data and creation workflow**  
*a* – RIUSKA;



**Fig. 7. Thermal simulation tools**

*a* – RIUSKA; *b* – EQuest, *c* – DesignBuilder.

The idea is to use Building Information Modeling (BIM), widely used in Architecture, Engineering and Construction (AEC). Current trends for presenting TBS in VE are evaluated, a method of data transfer is created and it is integrated into the workflow illustrated in Fig.6,7,8.

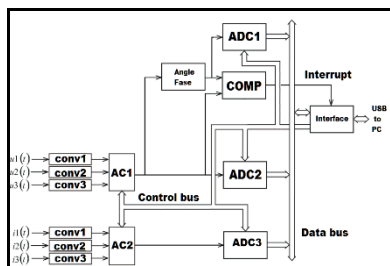
After the thermal simulation and evaluation of the related processes, the application of the method and tools is specified. The research here shows that it is possible to improve the presentation and interpretation of construction outcome data, particularly

### III. THE FEATURES OF THE PROBLEM AND APPLICATION OF THE METHODS

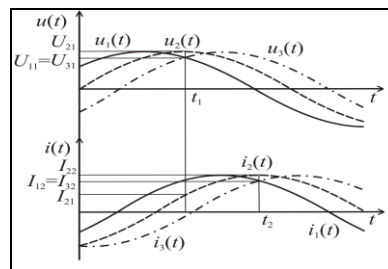
The basis of the SMC laid the second developed method for measuring ICHS on instantaneous the values of the signals separated in time and space [2]. The structural diagram of the SMC is shown in Figure 9.



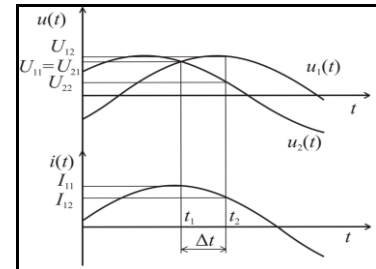
**Fig. 8. Interactive modeling with VE learning**



**Fig.9. The structural of the SMC**



**Fig.10. The first method**



**Fig.11. The second method**

The suggested method of measurement of the ICHS, which is used in the form of two additional signal voltages and currents, with the phase-to-peak values  $\Delta\alpha$  and  $2\Delta\alpha$  relative inputs, and compared with the basic and the auxiliary voltage and current signals. The time diagrams explaining the method are shown in Figure 10. When two additional voltage signals, the moment of equality of the input and additional voltages simultaneously, instantaneous values of input voltage and current are measured; through an arbitrary. The time diagrams explaining the method are shown in Figure 11. The results of the error estimation allow determining the areas of methods and optimally select the parameters of the depending on the requirements for accuracy and measurement time integral characteristics and spectrum of voltage and current signals..

#### IV. THE MODES OF THE INTELLIGENT HEATING SYSTEM

The algorithms for the synthesis of control algorithms depend on the implementation of the optimal control strategy. The algorithms are used in IHTS that implement the control strategies, taking into account the DF, acting through the control and measurement channels, such as the Kalman filter (SFC).

A. The algorithm for positional energy-saving control. In the Spz positional strategy, the energy-economical control  $u_i$  at is calculated at each step, taking into account the current value of the output variable  $i_y$  and other components of the array details. The computational algorithm is given by the synthesizing function S with equation:

$$u_i^* = S(y_i, R), i = \overline{1, N}. \quad (1)$$

The synthesized regulator solves the problem of controlling the synthesis effects with fixed ends of the phase coordinate change trajectory and the minimum





$$\mathfrak{Z}(0, \sigma) = \sigma \sin(2\pi \aleph(0, 1)) \sqrt{2\sigma^2 \ln\left(\frac{1}{\aleph(0, 1)}\right)} \quad (5)$$

Here  $\aleph(0,1)$  is a random variable with a uniform distribution in the interval  $[0, 1]$ , and  $\mathfrak{Z}(0, \sigma)$  is a normally distributed random variable with zero mean and a given variance. When the function is used as a random disturbance generator. The value of the expected deviation should correspond to the given one, given the fact that deviations of the parameters of the random variable  $\mathfrak{Z}(0, \sigma)$  are possible. In order to obtain a null expectation from all the values generated by this formula, their average is subtracted [3]:

$$\eta_i = \varepsilon_i - \bar{\varepsilon} \quad (6) \quad \sigma_R = \sqrt{\frac{1}{3-1} \sum_{i=1}^N \eta_i^2}; \quad \xi_i = \frac{\eta_i}{\sigma_R} \quad (7)$$

the  $\varepsilon$  is a random variable in formula (9). Standard deviation that leads to a given value from the equations 7 [4]. The required number of interferences is obtained using the generator (9). As a result of transformations, the values of the random variable  $\xi_i$  are white Gaussian noise [3]. The proposed model is implemented using VHDL, the design is simulated and synthesized in Altera QuartusII tooling environment and implemented in FPGA Cyclone II on board Altera De2 as shown in Fig.7 [4].

The Experimental part

The proposed models are implemented using VHDL and simulated and synthesized in a single FPGA [4]. If the model of the dynamics of an object is a first-order stochastic inertial object, where for convenience we assume the additively of noise and constraint:

$$\forall k_j \in [0, N - 1], u_{k_j} \in [u_H = -3, u_B = 3] \quad (8)$$

THE TABLE 1. ALGORITHM AND DESTABILIZING FACTORS

N	δt	σw	σv	J	JΦ	ΔJ,%
5	4	0	0	7,39647	7,40541	0
		0,05	0,05	7,51085	7,48499	0,031082
		0,5	0,5	9,46007	8,41993	10,95029
10	2	0	0	7,22191	7,21943	0
		0,05	0,05	7,253143	7,229397	0,119982
		0,5	0,5	11,601313	9,329941	19,41982
20	1	0	0	6,91461	7,09922	0
		0,05	0,05	7,50191	7,39414	0,299797
		0,5	0,5	17,42931	12,97025	24,9795
40	0,5	0	0	7,1313	7,1313	0
		0,05	0,05	7,42019	7,39907	0,25003
		0,5	0,5	28,93618	20,01017	30,9976

THE TABLE 2. ALGORITHM WHEN THE INTENSITY OF ONE DESTABILIZING FACTOR IS MUCH HIGHER THAN ANOTHER:

N	$\delta t$	$\sigma_w$	$\sigma_v$	J	$J^\Phi$	$\Delta J, \%$
5	4	0,05	0,5	8,12995	7,40977	9,017257
		0,5	0,05	7,31155	7,31016	0,031056
10	2	0,05	0,5	10,1299	7,23091	28,55921
		0,5	0,05	9,54095	9,51998	0,16712
20	1	0,05	0,5	12,79885	7,16144	44,07109
		0,5	0,05	13,3655	13,3558	0,191313
40	0,5	0,05	0,5	15,99724	7,17091	55,17765
		0,5	0,05	17,97679	18,01194	0,57932

The final number of steps  $N\delta t = 20$ , it is necessary to transfer the object from the initial state  $z_0 = 10$  to the final area  $z_{20} \in [-0.1; 0.1]$  with minimal energy. For the final value of  $z_N$ , when calculating the synthesizing function, the middle of the interval ( $Z_N = 0$ ) is taken. In order to select the best control algorithm, the values of the energy saving control function in the last step  $UN$  are calculated to meet the condition:  $Fz_N + Gu_N + w_N = 0$ . The table 2 gives different values of the number of steps, the values of the sampling steps, intensity of destabilizing factors in the control channels and measurement  $v$  min, for minimized functional energy costs when operating without filtering  $J$  and filtering  $J^\Phi$ , for the energy saving:

$$\Delta J = 100 - 100 \frac{J^\Phi}{J}. \quad (11)$$

The analysis of the data from Table 1 and Fig.14 leads to the conclusion that with the increase in the intensity of the destabilizing factors and the increase in the number of steps, the energy saving increases when using a control algorithm for synthesis with a Kalman filter. It can be seen from it and from Fig.15 that with the increasing intensity of the destabilizing factors acting on the measurement channel, the filtering effect is more significant than in the first case.

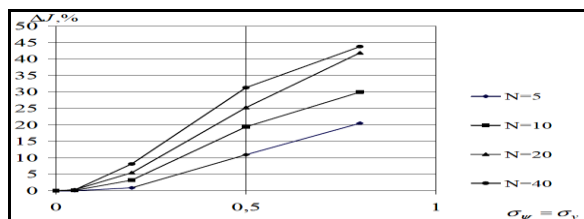


Fig.14. Dependence of energy consumption on the number of steps (intensity destabilizing factors)

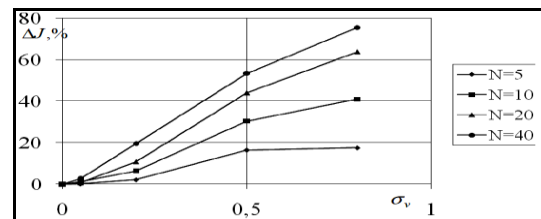


Fig.15 Energy-saving and destabilizing factors

## V. CONCLUSION

Based on the conducted simulation studies, we can draw the following conclusions. With a significant intensity of destabilizing factors in the control channel and in the measurement channel, the use of the Kalman filter reduces energy costs, and reducing the sampling time increases the energy-saving effect.

For destabilizing factors of low intensity in the measurement channel, the use of filtering does not reduce the power consumption at any time per sampling step.

### *References*

- [1] Чернышов, Н.Г. Система энергосберегающего управления процессами нагрева энергоемких объектов, Автоматика и вычислительная техника-2001.
- [2] Brown and P. Y. C. Hwang, Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering, 3 rd Ed. 2006.
- [3] S. Haykin, Adaptive Filter Theory, 3rd Ed., Jersey, 1996.
- [4] Spirov R., Grancharova N, Digital Image Processing Explorer, SIELA.2016, IEEE Catalog Number: CPF1628Z–PRT, pp.258-262, ISBN 7814673952112.

## **ПРОБЛЕМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАЛИВНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ**

*Доц., канд. техн. наук М.В. Хара, доц., канд. техн. наук, І.В. Ніколаєнко,  
студент І.Ю. Дорошенко*

*ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»*

*м. Дніпро, Україна*

*Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна*

На сьогоднішній день автомобільні перевезення наливних вантажів користуються значним попитом. Це пояснюється надійністю автомобільного транспорту та його незалежністю від погодних умов. Перевезення наливних вантажів потребують особливих умов перевезень і високої надійності. Навіть незначні пошкодження можуть спричинити серйозні наслідки у вигляді екологічних проблем і матеріальних збитків.

Процес транспортування супроводжується такими проблемами як технічні перешкоди, пов'язані з конструкцією транспортного засобу; вимоги до інфраструктури; вартість палива; технічне обслуговування транспортних засобів; дотримання нормативних вимог і ринкова динаміка, що впливає на прибутковість перевезень наливних вантажів; логістичні проблеми, включаючи оптимізацію маршруту; планування та управління запасами, з метою виявлення можливостей для економії коштів та підвищення ефективності в процесі транспортування.

Треба звернути увагу на екологічну стійкість автомобільних перевезень наливних вантажів, яка пов'язана з викидами вуглекислого газу, споживанням енергії та екологічними слідами. Нові екологічні технології, альтернативні види палива та екологічні транспортні ініціативи, спрямовані на зменшення впливу транспортування наливних вантажів на навколишнє середовище – це напрямки вирішення цих питань.

Автомобільні перевезення наливних вантажів повинні здійснюватися у відповідності нормативним вимогам і законодавчим рамкам нормативно-правової бази, що регулює транспортування наливних вантажів автомобільним транспортом, стандартам безпеки та вимогам відповідності, що висувуються до зацікавлених сторін у ланцюжку постачання. Транспортні оператори стикаються з рядом проблем, дотримуючись різноманітних національних і міжнародних нормативних актів, у тому числі правил щодо небезпечних матеріалів, дозволів на транспортування та митних процедур. Дослідження даної теми базуються на аналізі положень чинного законодавства у сфері правового регулювання перевезень небезпечних вантажів, цю проблематику в своїх наукових працях розглядали автори, які вивчали загальнотеоретичну основу проблеми: В. П. Поліщук, О. М. Дубніков, Ю. П. Бітяк, Л. А. Коваль, Ю. А. Тихоміров. Але потрібно сказати, що більшість інформації вже застаріла і з'явилися нові проблеми. Кожне перевезення небезпечного вантажу яким є наливні вантажі являє собою потенційну можливість аварії і тому однією з глобальних проблем є забруднення навколишнього середовища, що призводить до змін клімату та збільшенню кількості тяжких захворювань серед людей і тварин.

### ***Висновки***

1. Зосереджуючись на технологічних досягненнях і майбутніх тенденціях у сфері автомобільних перевезень наливних вантажів, слід досліджувати інноваційні рішення, спрямовані на підвищення ефективності роботи, підвищення стандартів безпеки та оптимізацію використання ресурсів. А це і інтеграція цифрових технологій, телематичних систем і засобів автоматизації в управління автопарком; і планування маршрутів, і відстеження вантажів. Крім того, це нові тенденції, такі як електромобілі, автономні вантажівки та ланцюги поставок із підтримкою блокчейну, які передбачають трансформаційне майбутнє для індустрії автомобільних вантажних перевезень. Завдяки такій перспективі висвітлюються можливості для зацікавлених сторін використовувати технологічні інновації та залишатися конкурентоспроможними в умовах розвитку транспорту наливних вантажів.

2. Завдяки комплексному аналізу регуляторних складнощів пропонуються рекомендації для практиків галузі та політиків щодо забезпечення законних і безпечних операцій з перевезення наливних вантажів. Оцінюючи здійсненність і ефективність цих рішень, треба сприяти більш стійкому підходу до логістики автомобільних вантажних перевезень, збалансовуючи економічну ефективність і екологічну відповідальність.

### ***Посилання***

1. Коссе І. Тренди української логістики на кінець жовтня 2022 року. URL: <https://agrotimes.ua/opinion/trendy-ukrayinskoyi-logistyky-na-kinecz-zhovtnya-2022-roku/> (дата звернення: 11.12.2022).
2. Хіміч А. А. Екологічна безпека як елемент національної безпеки / А. А. Хіміч // Право України. – 2002. – № 11. – С. 46.

3. Дуна Н., Матвієнко А. Перспективи розвитку українського ринку автомобільних вантажоперевезень: євроінтеграційний аспект. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2022. Випуск 44. С. 21–29.
4. Волинець Л. Лібералізація міжнародних автомобільних перевезень – новий імпульс розвитку транспортної галузі. Економіка транспортного комплексу. 2021. Вип. 37. С. 161–176.
5. Ricci S., Abdelbary A., Elgazzar S., Bayoumi E. The Role of Road Transport Infrastructure Investments on Logistics Performance: A Research Agenda. International Business Logistics Journal (IBL). 2021. Volume 1, Issue 2. URL: <http://dx.doi.org/10.21622/IBL.2021.01.2.016> (дата звернення: 11.12.2022).

## **ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕКОРАТИВНИХ СТРОЧОК СТРУМОПРОВІДНОЮ НИТКОЮ**

*Аспірант О.В. Хасанова, докт. техн. наук, проф. О.В. Захаркевич,  
доц., канд.техн. наук Ю.В. Кошевко, доц., канд. техн. наук Г.С. Швець  
Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна*

Текстиль виконує дві основні функції: захист тіла від навколишнього середовища та естетичну. З іншого боку, через зміну парадигми в останні роки людям зараз потрібні розумні функції, такі як сприйняття зовнішніх подразників або реагування на них через текстиль. Цей інтерес призвів до нової галузі під назвою e-textiles, яка поєднує текстильну інженерію та електроніку [1]

Об'єднання електронних текстильних матеріалів з вишивкою призводить до виникнення концепції електропровідної вишивки – це вишита аплікація, в якій тонкий дріт, металеві нитки або нитки, зроблені з електропровідних полімерів, використовуються на тканинній основі [2, 3].

Проте використання вишивки не завжди є можливим, так як для цього необхідне дороговартісне обладнання, що може дозволити собі лише велике підприємство. Гарною альтернативою вишивці в даному випадку може стати використання декоративних строчок, оскільки побутове обладнання більш доступне за ціною.

Мета дослідження полягає у визначенні оптимальних вимог до якості виготовлення декоративних строчок із застосуванням струмопровідної нитки для забезпечення надійної електропровідності та естетичного вигляду виробів. Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести підбір струмопровідної нитки, що гарантує високу якість виконаних декоративних строчок;
- провести перевірку на декоративність виготовлених строчок;

- визначити оптимальний варіант застосування строчок для виготовлення різноманітного асортименту одягу.

На початковому етапі досліджень для створення експериментальних зразків декоративних строчок використовувалася струмопровідна нитка Lily Pad. Цей матеріал є тонким, міцним, гладким і виготовленим повністю з нержавіючої сталі 316L, і має діаметр 0,2 мм. Нитка складається з двох шарів і має більший діаметр, ніж поліестер чи бавовна, проте достатньо тонка для ручного або машинного шиття. Характеризується опором 12 Ом/м.

Для створення зразків декоративних строчок була обрана тканина костюмно-платтяного асортименту білого кольору, основні параметри якої наведено в таблиці 1. Зразки тканини мали розмір 20×12 см і були запрасовані навпіл по довжині. У результаті отримано зразок розміром 20×6 см. Декоративні строчки прокладені на відстані 0,7-1,0 см від згину, що імітує шов обшивання або згин деталі.



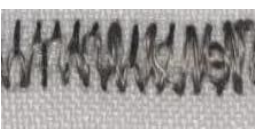
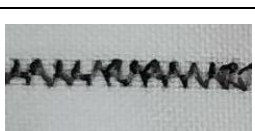
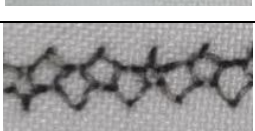
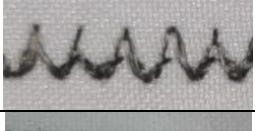

**Таблиця 1 – Основні характеристики тканини**

№ п/п	Показник	Одиниця вимірювання	Значення показника досліджуваної тканини	
1	Сировинний склад	-	Капрон	
2	Лінійна густина ниток (пряжі)	текс	Основа 35,8	Піткання 38,8
3	Переплетення	-	Полотняне	
4	Кількість ниток на 100мм довжини	шт	Основа 206	Піткання 199
5	Вид оздоблення	-	Гладкофарбована	
6	Товщина	мм	0,362	
7	Ширина тканини	м	1,48	
8	Поверхнева густина	г/м <sup>2</sup>	150,96	
9	Розривальне навантаження	Н	Основа 1000,8	Піткання 1000,8
10	Розривальне видовження	мм	Основа 30,75	Піткання 31

Однак, з усього різноманіття декоративних строчок вдалося виконати лише 2-3 строчки даною ниткою. У більшості випадків не вдавалося виконати декоративну строчку без обриву нитки або намотування верхньої і нижньої ниток. Тому було прийнято рішення запропонувати в якості декоративної строчки красобметувальну та плоскошовну строчки. Ці строчки виконувались на промислових машинах фірми TYPICAL 795 (строчка 1), "Jack C4-4"(строчка 2), "Jack K4-D"(строчка 7) та машині побутового призначення MINERVA M320 (строчки 3-6). Струмопровідна нитка була використана в якості нижньої нитки петельника у красобметувальній строчці та в якості верхньої нитки при роботі на машині плоскошовного стібка, а також для декоративних строчок, що виконувались на побутовій машині. Основні характеристики вказаних строчок представлені у таблиці 2.



Таблиця 2 – Основні характеристики строчок виконаних струмопровідною ниткою Lily Pad

№ п/п	Назва строчки	Візуальне зображення строчки	Кодування шва	Технічні умови	Обладнання
1	Триниткова красобметувальна ланцюгова строчка		505	L – 2,5 мм; W – 8 мм	TYPICAL 795
2	Чотириниткова красобметувальна ланцюгова строчка		506	L – 2,5 мм; W – 8 мм	Jack C4 - 4
3	Двониткова однолінійна зигзагоподібна човникова строчка.		304	L – 5 мм; W – 2 мм	Мінерва M320
4	Двониткова однолінійна зигзагоподібна човникова строчка		304	L – 3 мм; W – 2 мм	Мінерва M320
5	Декоративна строчка 1		300	Налаштування машини меню S1	Мінерва M320
6	Декоративна строчка 2		300	Налаштування машини меню S2	Мінерва M320
7	Чотириниткова дволінійна плоска ланцюгова		602	L – 2,5 мм; W – 8 мм	Jack K4 - D

Примітка: довжина стібка – L; ширина стібка – W.

Як показує візуальне зображення строчок із таблиці 2, строчки не якісні. На це вказує наявність значних дефектів, таких як перетягування нитки на іншу сторону тканини, стягування краю тканини та нерівномірність стібків. Як вказано у праці [6], такий вид дефекту за ступенем впливу на якість відноситься до критичного, оскільки використання продукції з наявністю такого неприпустиме, а його усунення технічно неможливе. Для подальшого проведення експерименту стало необхідним замінити струмопровідну нитку.

Спираючись на попередні дослідження авторів [1, 4, 5, 6] було обрано провідну нитку Silver-tech 30 фірми AMANN GROUP (Німеччина) TEX 96.

Було виготовлено зразки декоративних строчок струмопровідною ниткою Silver-tech 30 фірми AMANN GROUP (Німеччина) TEX 96, намотка 500 м, рекомендований номер голки 120.

Для визначення якості даних строчок було проведено опитування серед експертів даної галузі. Було обрано 10 експертів стаж роботи яких в межах 18-50 років. Кожному із них пропонувалось відповісти на питання наскільки якісною є декоративна строчка, чи є видимі дефекти та оцінити рівень декоративності строчки.

**Таблиця 3 – Основні характеристики декоративних строчок виконаних ниткою Silver-tech 30 фірми AMANN GROUP**

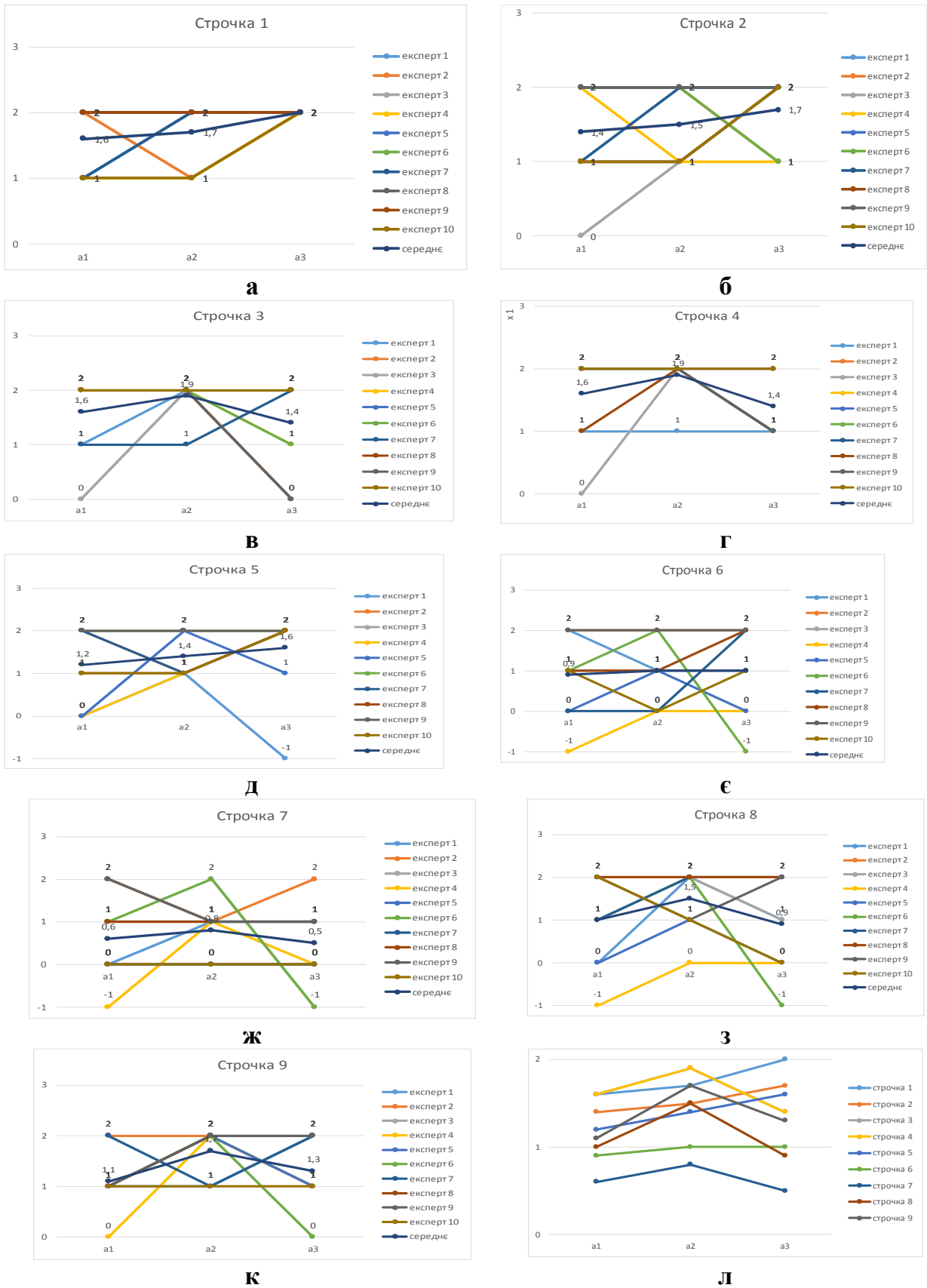
№ п/п	Характеристики строчки	Візуальне зображення строчки	Технічні умови
1	Довжина і ширина стібка стандартна		Меню машини «Мінерва» S1
2	Може змінюватись ширина в межах 1-4 мм і довжина стібка в межах 1-5 мм		L – 5 мм, W – 1 мм
3	Може змінюватись ширина в межах 1-4 мм і довжина стібка в межах 1-5 мм		L – 5 мм, W – 1 мм
4	Може змінюватись ширина в межах 1-4 мм і довжина стібка в межах 1-5 мм		L – 5 мм, W – 1 мм
5	Довжина і ширина стібка стандартна		Меню машини «Мінерва» S1
6	Довжина і ширина стібка стандартна		Меню машини «Мінерва» S2
7	Довжина і ширина стібка стандартна		Меню машини «Мінерва» S2
8	Довжина і ширина стібка стандартна		Меню машини «Мінерва» S2
9	Довжина і ширина стібка стандартна		Меню машини «Мінерва» S2

Для оцінки емоційного досвіду споживачів від продуктів дизайну існує кілька методів та інструментів. Основним є метод семантичного диференціалу в класифікації атрибутів Kansei [7].

Семантичний диференціал (СД) – метод психолінгвістики, що є комбінуванням процедур шкалування та методу контрольованих асоціацій. Цей метод дозволяє змоделювати семантичний простір, який показує відносини між зразками строчок і значеннями слів-прикметників (дескрипторів), які описують враження від них. Шкали зазвичай представляють у вигляді горизонтальних лінійок. Кожна шкала має п'ять градацій значень, які виражаються в числовій формі (-2, -1, 0, +1, +2) [7]. У таблиці 4 представлено зведені оцінки експертів строчки № 1, які будуть використані для формування психографічного профілю строчки.

**Таблиця 4 – Результати оцінювання декоративної строчки №1**

Дескриптор	Код	Експерт										Середнє
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Якість	a1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1,6
Дефекти	a2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1,7
Декоративність	a3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

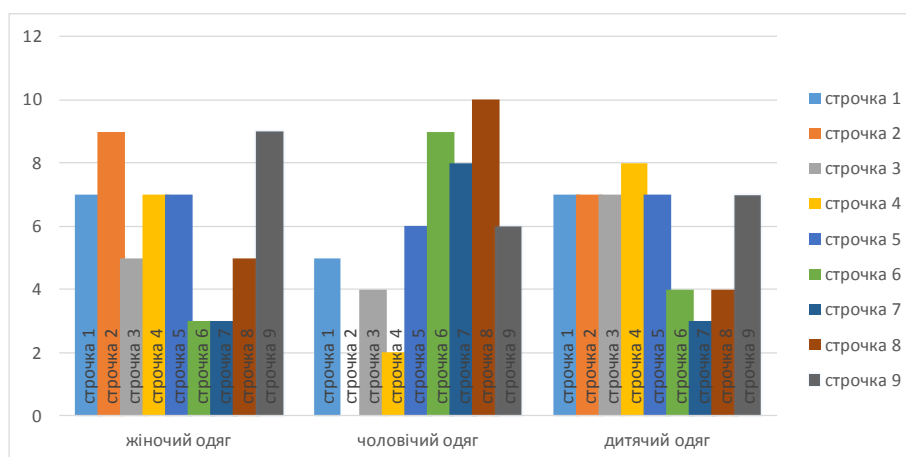


**Рисунок 1 – Психографічні профілі строчок виконаних струмопровідною ниткою Silver-tech 30:**

а – строчка №1; б – №2; в – №3; г – №4; д – №5; е – №6; ж – №7; з – №8; к – №9; л – середнє арифметичне по строчках 1 - 9

Проведений аналіз якості та декоративності наведених строчок виявив, що всі представлені строчки відзначаються високою якістю виконання. Проте, стосовно їх декоративності думки експертів розділились. Строчкам 1, 2, 3, 4 та 9 був призначений високий рівень декоративності, у той час як строчки 5, 6, 7 та 8, на думку 1-2 експертів, характеризуються недостатньою декоративністю.

Опитування експертів стосовно асортименту для якого доцільно використовувати ту чи іншу строчку показало, що можливе використання будь-якої із запропонованих декоративних строчок для будь-якого асортименту одягу.



**Рисунок 2 – Аналіз доцільності використання строчок для різного асортименту одягу**

У результаті опитування встановлено, що використання строчок 2 та 4 експертами рекомендується переважно у жіночому та дитячому одязі, в той час як строчки 6, 7, 8 найбільш підходять для виготовлення чоловічого одягу. Строчки 1, 2, 3, 4 можуть бути застосовані як у жіночому, так і у дитячому одязі. Строчки 5 та 9 підходять для будь-якого виду одягу. Для чоловічого одягу найбільш доцільними є строчки 6, 7 та 8.

### **Висновки**

1. Для виготовлення декоративних строчок струмопровідною ниткою було обрано нитку Silver-tech 30 фірми AMANN GROUP (Німеччина), що дозволяє виконувати декоративні строчки з достатньою якістю виготовлення.

2. З огляду на загальну думку більшості експертів, яка визнала всі строчки як декоративні, можна вважати, що всі наявні строчки підходять для використання при виготовленні смарт-одягу.

3. Результати дослідження щодо відповідності строчок асортименту одягу свідчать про те, що строчки 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9 є доцільними для використання у виробництві жіночого одягу; строчки 5, 6, 7, 8, 9 більш відповідають чоловічому одязі; тоді як строчки 1, 2, 3, 4, 5, 9 найбільш підходять для виготовлення дитячого асортименту одягу.

4. Результати досліджень є вихідними даними для подальшого вивчення умов прокладання декоративних строчок на трикотажних матеріалах, оскільки більшість спортивного і медичного смарт одягу зазвичай виготовляється з трикотажу.

### *Посилання*

1. Soohyeon Rho, Hyelim Kim, Daeyoung Lim, Wonyoung Jeong. Fabrication and Evaluation of Embroidery-Based Electrode for EMG Smart Wear Using Moss Stitch Technique / S. Rho et al. *Sensors*. 2023. Vol. 23, no. 21. P. 9012. URL: <https://doi.org/10.3390/s23219012>
2. Eike R. J. Technical Considerations and Specifications for Conductive Machine Embroidery. *Trends in Textile Engineering & Fashion Technology*. 2020. Vol. 6, no. 1. URL: <https://doi.org/10.31031/tteft.2020.06.000626>
3. Shreyosi Endow, Mohammad Abu Nasir Rakib, Anvay Srivastava, Sara Rastegarpouyani, Cesar Torres Embr: A Creative Framework for Hand Embroidered Liquid Crystal Textile Displays / S. Endow et al. *CHI '22: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New Orleans LA USA. New York, NY, USA, 2022. URL: <https://doi.org/10.1145/3491102.3502117>
4. Hima Zafar, Milica Vučinić Vasić, Željko Popović, Kalman Babković, Goran M. Stojanović. Influence of stitch type division and geometry on the electrical properties of conductive embroidered structures / H. Zafar et al. *Journal of Industrial Textiles*. 2023. Vol. 53. URL: <https://doi.org/10.1177/15280837231206556>
5. Saima Qureshi, Goran M. Stojanović, Mitar Simić, Varun Jeoti, Najeebullah Lashari, Farooq Sher. Silver Conductive Threads-Based Embroidered Electrodes on Textiles as Moisture Sensors for Fluid Detection in Biomedical Applications / S. Qureshi et al. *Materials*. 2021. Vol. 14, no. 24. P. 7813. URL: <https://doi.org/10.3390/ma14247813>
6. Lazar Milić, Dejan Movrin, Mitar Simić, Varun Jeoti, Goran M. Stojanović. Investigation of electrical performances of textile conductive lines under different connector configurations and external influences / L. Milić et al. *Textile Research Journal*. 2022. P. 004051752211455. URL: <https://doi.org/10.1177/00405175221145553>
7. Савчук Н.Г., Березненко С.М., Березненко М.П. Квалітологія швейного виробництва/ Савчук Н.Г., Березненко С.М., Березненко М.П.: Підручник. – 2 – ге видання – К.: Арістей, 2006. – 464с.
8. Захаркевич, Ю. В. Кошевко, С. Г. Кулешова, Г.С. Швець – Smart fashion: гід у світі цифрової моди: монографія / О. В. Захаркевич, Ю. В. Кошевко, С. Г. Кулешова, Г.С. Швець – Хмельницький : ХНУ, 2023. – 232 с.



**ЗМІСТ ◇ CONTENTS ◇ СЪДЪРЖАНИЕ**

(прізвища авторів і назви доповідей наведені мовою оригіналу)

(authors surname and the list of reports correspond to originals)

(имената на авторите и заглавията на докладите са дадени на оригиналния език)

<i>Хохлова Тетяна</i> Конференція «Стратегія якості...» – історія співпраці ТУ-Варна та Українського державного університету науки і технологій .....	6
<i>Хохлова Тетяна</i> Конференція „Стратегия за качество...” – историята на сътрудничеството между университетите на ТУ-Варна и Украинския държавен университет за наука и технологии .....	8
<b>СЕКЦІЯ 1: ЯКІСТЬ В ПРОМИСЛОВОСТІ</b>	
<b>SECTION 1: QUALITY IN INDUSTRY</b>	
<b>СЕКЦІЯ 1: КАЧЕСТВО В ИНДУСТРИЯТА</b>	
<i>Божанова В.Ю., Кононова О.Є., Черчата А.О., Любушкін В.І.</i> Шляхи модернізації виробничих потужностей підприємств горно-металургійного комплексу, енергетики та будівництва в період повоєнної відбудови України .....	11
<i>Vodin Ihor, Frolov Oleksandr</i> Technological features of ferrosilicochrome production .....	15
<i>Головко Ю.М., Клименко Д.В., Сдвижкова О.О.</i> Дослідження наявності складових сейсмоакустичних сигналів, що відповідальні за ініціювання розвитку газодинамічних явищ у шахтах .....	19
<i>Губенко С.І., Беспалько В.М.</i> Вплив неметалевих включень на механічні та технологічні властивості сталі 04X14T3P1Ф різних способів виплавки .....	29
<i>Донской Б.А., Зибайло С.М.</i> Обґрунтування вибору технології та обладнання для переробки цинковмісних відходів .....	34
<i>Засельський В.Й., Пополов Д.В.</i> Теоретичні дослідження процесу забивання сіячої поверхні вібраційних грохотів .....	39
<i>Кривчик Л.С., Пінчук В.Л., Дейнеко Л.М., Столбовий В.О.</i> Іонно-плазмове азотування трубопресового інструменту з штампових сталей для виготовлення корозійностійких труб з метою покращення його експлуатаційних характеристик .....	44
<i>Крячко Г.Ю., Сігарьов Є.М., Похвалітий А.А., Яцков А.С., Юженко О.А.</i> До питання форми та розмірів прифурменної порожнини доменних печей .....	58
<i>Літот О.В., Манько Т.А.</i> Аналіз сучасного стану розробок кріогенних конструкцій ракетно космічної техніки із полімерних композиційних матеріалів .....	64
<i>Мовчан О.В., Черноіваненко К.О.</i> Дослідження закономірностей структуроутворення в сталі типу Р6М5 .....	71

<i>Молчанов Л.С., Борисенко А.Ю., Голуб Т.С.</i> Особливості поведінки нітрогену у високовуглецевих Fe–C розплавах та його вплив на структуру виливків .....	79
<i>Нежурін В.В., Нежурін Я.В., Паршин Ю.І.</i> Сучасні тенденції розвитку підприємств металургійного комплексу Придніпровського регіону України з використанням інструментів цифровізації .....	85
<i>Пантейков С.П.</i> Визначення температур перебігу реакцій відновлення марганцю з його діоксиду газом CO і газифікації твердого вуглецю за стандартними значеннями ентальпії та ентропії .....	95
<i>Пантейков С.П.</i> Визначення температур перебігу реакцій відновлення марганцю з його діоксиду газом CO і газифікації твердого вуглецю за хімічною спорідненістю речовин до кисню .....	101
<i>Rylypenko M.M., Drobyshevska A.O., Borysenko O.M., Kozhevnikov O.E., Pelykh V.M.</i> Obtaining nuclear-grade zirconium .....	107
<i>Руденко Р.М., Сігарьов Є.М., Чубіна О.А., Руденко М.Р., Гринь Н.В.</i> Шляхи удосконалення системи колосникових грат .....	112
<i>Сігарьов Є.М., Єськов Д.В., Руденко М.Р., Матина І.М., Гавріков О.А.</i> Використання відходів сталеплавильного виробництва у ківшовій десульфурації чавуну .....	114
<i>Соболенко М.О., Кокашинська Г.В.</i> Дослідження кінетики розпаду недеформованого переохолодженого аустеніту боровмісної сталі .....	122
<i>Сторожук В.М., Кишвецький Б.Я., Ференц О.Б., Маєвська О.М.</i> Управління відходами на підприємствах України .....	126
<i>Фалько С.О., Дорошенко Н.В.</i> Енерговитрати плівкового відцентрового розпилювача в залежності від параметрів його роботи .....	129
<i>Філінський Д.Г., Черваков О.В., Філінська А.О.</i> Екологічні аспекти трансформації полімерної індустрії .....	132
<i>Чубіна О.А., Руденко М.Р., Бринюк Н.В., Мись А.В., Руденко Р.М.</i> Фурма для десульфурації чавуну зернистим магнієм .....	136
<i>Yushkevych P.O.</i> New method of the converter tub combined blowing technology with using multideck tuyere .....	138

**СЕКЦІЯ 2: ЯКІСТЬ В ОСВІТІ****SECTION 2: QUALITY IN EDUCATION****СЕКЦІЯ 2: КАЧЕСТВО В ОБРАЗОВАНИЕТО**

<i>Базиліук Е.В.</i> Про досвід співпраці кафедри дизайну Хмельницького національного університету з асоціацією текстильних декораторів і дизайнерів України в умовах війни .....	143
<i>Балакін В.Ф., Ступак Ю.О.</i> Досвід моніторингу освітньої програми з підготовки фахівців у галузі металургії (на прикладі ОПІ Металургія Нікопольського факультету УДУНТ) .....	149



<b>Вавренюк С.А.</b> Особливості дуальної форми навчання курсантів освітніх закладів системи ДСНС .....	156
<b>Гадецька З.М., Заремба В.С.</b> Застосування технологій штучного інтелекту в професійній діяльності та освіті .....	161
<b>Данилко О.Г., Тернавська Т.А.</b> Кодекси честі як транслятори моральних принципів закладів вищої освіти .....	163
<b>Дюженкова О.Ю., Степахно І.В.</b> Застосування прикладних задач при викладанні вищої математики студентам інженерних спеціальностей .....	169
<b>Зінченко А.Л., Зінченко С.М.</b> Створення інформаційно-освітнього середовища фахового коледжу як необхідна умова для освітнього партнерства зі стейкхолдерами .....	171
<b>Ісаєва Г.О.</b> Зв'язок між вуглеводнями, спиртами, альдегідами і кислотами на уроках хімії .....	174
<b>Ковачева Елена, Георгиева Севдалина, Дукова Вяра</b> Изкуствен интелект в училищното образование .....	177
<b>Ковачева Елена, Георгиева Севдалина, Цонева Надежда</b> Steam подходи в обучението по чужд език .....	183
<b>Koshovyi V.-P.</b> The intelligence as a socioeconomic phenomenon: historiography of the issue .....	188
<b>Кузнецов О.А.</b> Значення історичної освіти в процесі формування національної ідеології .....	191
<b>Кушнікова С.В.</b> Якість освіти в наскрізному аналізі соціально-психологічних чинників психологічного благополуччя вчителя .....	199
<b>Mykytenko I.D., Berezyuk O.S.</b> The formation of “hard skills” at the English lessons in college .....	206
<b>Mykhailova Yelyzaveta, Savina Nataliia, Mykhailov Stanislav</b> Crisis marketing in educational institution .....	213
<b>Попович Л.М.</b> Трансформаційні процеси у закладах загальної середньої освіти в умовах воєнного стану: теоретичний аспект .....	219
<b>Potakovska Anastasia, Marku Vasyl</b> The limited capacity of a person in the civil law .....	223
<b>Serikov Ya.O.</b> The importance of safety disciplines taught in higher educational institutions of Ukraine in ensuring the equilibrium state of the system «man - environment of existence» .....	225
<b>Sladkykh I.A.</b> Development and implementation of specialized online courses on scientific research activities for higher education students .....	229
<b>Старжинська О.Л.</b> Переваги кейс-методу в процесі онлайн навчання студентів-медиків .....	237
<b>Ступак Ю.О.</b> Про деякі проблеми використання сучасних інформаційних ресурсів в навчальному процесі університету .....	241
<b>Яковишина Тетяна</b> Комплексний підхід до захисту прав дітей з обмеженими функціональними можливостями: проблеми та перспективи .....	246

**СЕКЦІЯ 3: ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ОСВІТІ**  
**SECTION 3: INFORMATION TECHNOLOGIES IN INDUSTRY AND EDUCATION**  
**СЕКЦІЯ 3: ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМИШЛЕННОСТТА И ОБРАЗОВАНИЕТО**

<i>Azarenko O.V., Diviziniuk M.M., Farrakhov O.V., Sidelov A.V., Krasnov Y.B.</i> Complex detection of a negative factor by the air space monitoring system .....	251
<i>Балакін В.Ф., Соловійова І.А., Николаєнко Ю.М., Ревенко О.О.</i> Використання систем комп'ютерного моделювання при виконанні кваліфікаційних робіт .....	252
<i>Дудар З.В., Усачов В.О., Козюберда М.В.</i> Аналітична та структурно-функціональна моделі предметної області в розподіленій віртуальній навчальній системі .....	257
<i>Жейнов Ж. Ив., Ангелова Д.Д.</i> Детектор за посока на светлината с ардуино микрокомпютър .....	263
<i>Кравець В.В., Кравець Т.В., Гришечкіна Т.С.</i> Представлення тотожностей складних векторно-скалярних добутоків чотирьох векторів упорядкованими визначниками .....	267
<i>Карасношанка Н.С., Селівьорстова Т.В.</i> Використання блокчейн-технологій для цифрової ідентифікації .....	269
<i>Литовченко О.В., Модло Є.О., Хижняк В.Я.</i> Вимірник рівня палива на АЗС .....	272
<i>Manko T.A., Kozis K.V.</i> Use of artificial intelligence in the rocket and space industry .....	276
<i>Мацій О.Б., Магденко В.В.</i> Впровадження рекомендаційної системи на платформі онлайн-книги рецептів .....	278
<i>Miniailo N.O.</i> Robotic control system of sorting complex .....	282
<i>Петренко О.Я.</i> Особливості викладання інформаційних технологій в системі післядипломної освіти .....	284
<i>Петрушко І.А., Поліщук І.В.</i> Інноваційні підходи при викладанні кібербезпеки у вищих навчальних закладах .....	290
<i>Підпрогора К.О., Антонова М.В., Васильєва Є.В., Казурова А.Є., Антонов М.Л.</i> Розробка математичної моделі компенсованого випрямляча з паралельним активним фільтром .....	295
<i>Рассоха І.В., Рендюк С.П., Рассоха О.В.</i> Програмна система автоматичного вагового контролю .....	298
<i>Соловійова І.А., Николаєнко Ю.М., Балакін В.Ф., Ревенко О.О.</i> Використання сучасних інформаційних технологій як важливий елемент формування ключових компетенцій здобувачів вищої освіти .....	304
<i>Христич М., Антонова М.В., Васильєва Є.В., Скрупська Л.С., Антонов М.Л.</i> Джерело безперервного живлення для споживачів середньої потужності ...	309
<i>Chetverykov Grigorij, Dudar Zoia, Shubin Ihor, Sotnyk Ihor, Shapyro Oleksii</i> Algebraic-logical method of consolidating educational materials .....	313
<i>Chetverykov Grigorij, Dudar Zoia, Shubin Ihor, Shapyro Oleksii, Sotnyk Ihor</i> Method of performance improvement of distance learning software systems .....	319
<i>Щербаков П.М., Тимченко С.Є., Клименко Д.В., Є.М. Тимченко</i> Математичне моделювання стохастичних процесів .....	325

**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**

**СЕКЦІЯ 4: ИКОНОМИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОТО РАЗВИТИЕ И КАЧЕСТВОТО НА ЖИВОТ КАТО СИНЕРГИЯ ОТ ИКОНОМИКА И ИНОВАЦИИ. КАЧЕСТВО НА ХРАНИТЕЛНИТЕ СУРОВИНИ, ПРОДУКТИ, ОКОЛНА СРЕДА, УСЛУГИ И ИНФРАСТРУКТУРА**

<i>Аксьонова І.М.</i> Визначення ефективності конструкції установки малої потужності для очищення побутових стоків .....	335
<i>Бурковський М.Д.</i> Політичні чинники економіки країн та їх вплив на функціонування національних підприємств .....	338
<i>Візняк Р.І., Скуріхін Д.І.</i> Залізнично – поромне сполучення України на шляху інтегрування у єдиний європейський транспортний простір .....	345
<i>Гуцалова В.І., Фаїзова О.Л., Мотякін І.В.</i> Деякі аспекти оцінки конкурентоспроможності підприємств хімічної промисловості .....	348
<i>Дев'ятка А.К., Стоян О.І.</i> Модернізація котлоагрегату НІСТУ-5 .....	352
<i>Жигунов Д.О., Волошенко О.С., Ковтун А.В.</i> Аналіз показників якості борошна на млину невисокої продуктивності .....	355
<i>Kolomiets Leonid, Taraniuk Serhii, Yakymovych Volodymyr</i> The role of international standards in the field of consumer rights protection .....	358
<i>Кошкіна О.Ф., Бігун Л.О.</i> Енергетичний менеджмент, як інструмент підвищення енергоефективності сучасного міста .....	363
<i>Кровяков С.О., Шимченко П.В.</i> Ресурсозбереження у виробництві бетонів для дорожніх покриттів і транспортних споруд .....	366
<i>Кулешова С.Г., Хасанова Д.А.</i> Підвищення естетичної якості моделей одягу в контексті sustainable fashion .....	368
<i>Орда О.О., Орда О.М.</i> Основні напрями підвищення якості транспортного обслуговування населення міст за рахунок впровадження інтегрованих технологій на пасажирському транспорті .....	373
<i>Пантелєєв В.П., Голишева М.О.</i> Фактор якості при управлінні послугами з подачі води на зрошення .....	376
<i>Посмітюха О.П.</i> Енергозбереження при використанні безтраншейних технологій в стислих міських умовах .....	380
<i>Рева С.В.</i> Вплив зміни клімату на технологію вирощування сільськогосподарських культур .....	388
<i>Семенцова К.О.</i> Методичні підходи до метрологічно коректної процедури приготування ґрунтового матеріалу з відомим вмістом мікроелементів-металів для створення стандартних зразків .....	392
<i>Spirov R.P., Ivanova V.V.</i> FPGA heating systems of identification of the energy characteristics of building enclosures .....	394
<i>Хара М.В., Ніколаєнко І.В., Дорошенко І.Ю.</i> Проблеми перевезення наливних вантажів автомобільним транспортом .....	402
<i>Хасанова О.В., Захаркевич О.В., Кошевко Ю.В., Швець Г.С.</i> Вимоги до якості виготовлення декоративних строчок струмопровідною ниткою .....	404

Наукове видання

**XVIII Міжнародна конференція  
«Стратегія якості у промисловості і освіті»  
3 – 6 червня 2024 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 07.06.24. Підписано до друку 17.06.24. Електронне видання.  
Обл-від.арк. 28,75. Умовн. друк. арк. 26,7

«Журфонд»  
49000, Дніпро, пр. Д. Яворницького, 60.  
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 XVIII Міжнародна конференція «Стратегія якості у промисловості і освіті»:  
Матеріали. Електронне видання. – Дніпро, Журфонд, 2024. – 416 с.

**ISBN 978-966-934-562-2**

Збірник містить матеріали у вигляді статей, доповідей та тез доповідей (82 назви), які надійшли до Оргкомітету XVIII Міжнародної конференції «Стратегія якості у промисловості і освіті» до 02 червня 2024 р. та прийняті до опублікування.

**УДК 658.562.012.7**