



**ISSUE
Nº44**



**EUROPEAN OPEN
SCIENCE SPACE**

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS



**1ST INTERNATIONAL
SCIENTIFIC
AND PRACTICAL
CONFERENCE**

**SCIENTIFIC PROGRESS:
THEORIES, APPLICATIONS
AND GLOBAL IMPACT**

JULY 14-16, 2025, BRAGA, PORTUGAL





**EUROPEAN OPEN
SCIENCE SPACE**

Proceedings of the 1st International Scientific
and Practical Conference

**"Scientific Progress: Theories, Applications
and Global Impact"**

July 14-16, 2025

Braga, Portugal

Collection of Scientific Papers

Braga, 2025

UDC 01.1

Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Scientific Progress: Theories, Applications and Global Impact» (July 14-16, 2025. Braga, Portugal). European Open Science Space, 2025. 160 p.

ISBN 979-8-89704-969-1 (series)
DOI 10.70286/EOSS-14.07.2025



The conference is included in the Academic Research Index ReserchBib International catalog of scientific conferences.



The conference is registered in the database of scientific and technical events of UkrISTEI to be held on the territory of Ukraine (Certificate №530 dated 16.06.2025).



The materials of the conference are publicly available under the terms of the CC BY-NC 4.0 International license.

The materials of the collection are presented in the author's edition and printed in the original language. The authors of the published materials bear full responsibility for the authenticity of the given facts, proper names, geographical names, quotations, economic and statistical data, industry terminology, and other information.

ISBN 979-8-89704-969-1 (series)

CONTENT

Section: Agricultural Sciences

Величко Ю.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ *LAVANDULA ANGUSTIFOLIA*
MILL. ДЛЯ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНУ В УМОВАХ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ..... 9

Section: Architecture and Construction

Руссий В., Свищ А.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВТОРИННОГО
ЦЕМЕНТУ..... 12

Руссий В., Новицький І.

ОСОБЛИВОСТІ НАВАНТАЖЕНЬ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ... 13

Section: Art History and Literature

Zhao Xiuhua, Yezhova O.

SIMPLIFIED SYMBOLS OF MYTHOLOGICAL CHARACTERS IN
THE COMIC CHARACTERS VISUAL DESIGN..... 16

Section: Botany and Forestry

Пушка І.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТАКСОНОМІЧНОГО
СКЛАДУ СТАРОВІКОВИХ НАСАДЖЕНЬ АРБОРЕТУМУ
ПАШКЕВИЧА НДП «СОФІЇВКА» НАН УКРАЇНИ..... 20

Section: Economy

Таращенко В., Демкович Я.

ЕКОНОМІЧНІ МЕХАНІЗМИ ДЕРЖАВНОЇ ПІДТРИМКИ
ВИРОБНИЦТВА БАЗОВОЇ НАСІННЄВОЇ КАРТОПЛІ:
ПОДАТКОВО-БЮДЖЕТНИЙ АСПЕКТ..... 24

Гавадзин Н.О., Білоус В.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ РИЗИКІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ:
КІБЕРБЕЗПЕКА ТА КОНФІДЕНЦІЙНІСТЬ ДАНИХ..... 26

Нгунчук К.

DEVELOPMENT OF FRUIT IN UKRAINE..... 28

Section: Finance and Banking

Глухова В., Краснова А.

ДЕРЖАВНЕ ФІНАНСОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ
ОСВІТИ..... 30

Section: Food Technologies

Kuzmin A., Chemakina O., Matyashchuk O., Kuzmin O.

ACCESSIBILITY AND COMFORT OF FOODSERVICE
ENTERPRISES: PRINCIPLES OF INCLUSIVE ENGINEERING..... 33

Section: History and Cultural Studies

Вернудіна І.

МОРАЛЬНІ ВИМІРИ МОЛОДІЖНОЇ СУБКУЛЬТУРИ..... 41

**Section: Information Technology, Cyber Security and Computer
Engineering**

Makalish B.D., Moiko O.O., Chornenkyi K.A., Svitlychny V.A.

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE ACTIVITIES OF
UNITS OF THE NATIONAL POLICE OF UKRAINE..... 44

Білак Ю.Ю., Федорка П.П., Клименко М.В.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ
РІШЕНЬ ДЛЯ РОЗУМНОГО РЕГІОНУ НА ОСНОВІ BIG DATA ТА
ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК..... 47

Romanyuk O.N., Kovalyova Y.O.

IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLE OF ADAPTABILITY IN
DESIGN..... 51

Kasianchuk V.

MODULARITY, ISOLATION, AND ENCAPSULATION AS
 UNIVERSAL PRINCIPLES OF PROGRESS IN DIGITAL SYSTEMS.... 57

Геронов С.М., Костікова М.В., Геронов О.М., Плехов Д.О.

СПОСІБ ВИБОРУ ТОПОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ..... 59

Romanyuk O.N., Zemlyakov O.O.

ANALYSIS OF THE PERSONNEL COMPOSITION OF THE IT
 INDUSTRY OF THE VINNYTSIA REGION..... 68

Section: International Relations

Vorobiov S.V., Vorobiova N.M.

DIGITAL DIPLOMACY VS AI DIPLOMACY: THE DILEMMA OF
 PAST INNOVATIONS IN AN ERA OF RADICAL CHANGE IN THE
 GLOBAL PARADIGM OF INTERNATIONAL COMMUNICATIONS.... 74

Section: Jurisprudence

Шевчук Н.В.

ПРАВО НА ВИБОРИ ОСІБ З ІНВАЛІДНІСТЮ, ВИЗНАНИХ
 НЕДІЄЗДАТНИМИ: ПРАКТИКА ЄСПЛ ТА ПЕРСПЕКТИВИ
 РЕФОРМУВАННЯ ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ..... 78

Фесенко С.В.

АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ
 МЕХАНІЗМУ ЗДІЙСНЕННЯ ГАБАРИТНО-ВАГОВОГО
 КОНТРОЛЮ В УКРАЇНІ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ..... 81

Поляк У.Ю.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ІМУНІТЕТУ
 СВІДКА У ЗАКОНОДАВСТВІ ЗАРУБІЖНИХ КРАЇН..... 83

Section: Management, Public Administration and Administration

Luhova V., Martiyanova M., Luhovyi B., Andriienko A.

DIGITAL EDUCATION AS A STRATEGIC IMPERATIVE: GLOBAL
 MODELS AND UKRAINIAN EXPERIENCE..... 89

Мазур О.

АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ ПОЛІТИКИ СОЦІАЛЬНО-
ГУМАНІТАРНОГО РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙНИ,
ЩО ЇЇ РОЗВ'ЯЗАЛА РОСІЯ..... 92

Section: Mechanics and Electrical Engineering

Sytnyk O., Klyuchka K., Protasov S.

PROSPECTS AND FEATURES OF THE APPLICATION OF
INTEGRAL EQUATIONS IN ELECTRICAL ENGINEERING
PROBLEMS..... 95

Section: Medicine

Sukhonosov R., Nadozirna S., Hladush M., Halycha M.

CHARACTERISTICS OF CERTAIN RADIOLOGICAL SIGNS OF
PAGET'S DISEASE OF BONE..... 98

**Section: Oil and Gas Technologies, Engineering and Thermal Power
Engineering**

Карнаш М., Олійник А., Костишин Л.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ПАВОДКОВИХ ЯВИЩ В
ПРИКАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ В ЗОНІ РОЗТАШУВАННЯ
НАФТОГАЗОВИХ ОБ'ЄКТІВ..... 101

Section: Pedagogy, Philology and Linguistics

Терлецька Л.

ІНШОМОВНА ОСВІТА МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ПОЧАТКОВОЇ
ШКОЛИ: ІСТОРИЧНИЙ АСПЕКТ..... 103

Чернюх О.Г.

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ ЩОДО
ПРОЦЕСІВ ГАЗООБМІНУ У ЛЕГЕНЯХ ТА ТКАНИНАХ НА
ОСНОВІ РОЗГЛЯДУ БУДОВИ ГЕМОГЛОБІНУ ТА ЙОГО
СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ: БІООРГАНІЧНА І БІОЛОГІЧНА
ХІМІЯ ДЛЯ ЗАГАЛЬНОКЛІНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН..... 105

Bershadskaya K., Mozul I.

APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES DURING THE
 INTEGRATED LESSON «I AM EXPLORING THE WORLD»..... 109

Section: Philosophy

Старікова Г.

СУЧАСНЕ РОЗУМІННЯ ПОНЯТТЯ «ЗНАННЯ» ТА НАПРЯМКИ
 ЙОГО МОЖЛИВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ..... 112

Section: Physical and mathematical sciences

Стринадко М., Рябий П., Бурковець Д., Заяц Р.

ПРОСТОРОВО-ОБ'ЄМНА МОДЕЛЬ КОГЕРЕНТНОГО КАНАЛУ
 ЗВ'ЯЗКУ МІЖ СПЛУТАНИМИ ФОТОНАМИ: ВІД ГІПОТЕЗИ ДО
 ВЕРИФІКАЦІЇ..... 116

Section: Physical Culture and Sports

Базиліук Д.С., Долженко Л.П.

РОЛЬ ГЕНДЕРНОЇ ІДЕНТИЧНОСТІ У СТРУКТУРІ САМООЦІНКИ
 ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ ЮНАКІВ І ДІВЧАТ СТАРШИХ КЛАСІВ... 129

Section: Psychology

Chystovska Yu., Martovytsky M.

FORMS OF TEENAGE AGGRESSIVE BEHAVIOR AND WAYS TO
 OVERCOME IT..... 133

Section: Technical Sciences

Сторчак О., Мельник О.

ІНТЕГРАЛЬНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
 ТУРБОМАШИН З УРАХУВАННЯМ ТЕПЛОВИХ І ВІБРАЦІЙНИХ
 ФАКТОРІВ..... 137

Nazarov O., Nazarova N., Zakharova L.

ANALYSIS OF METHODS FOR FORMING
 AN INFORMATION SYSTEM FOR USER ADMINISTRATION IN
 SOCIAL NETWORKS..... 139

Nazarov O., Nazarova N., Parshykova L.

ANALYSIS OF METHODS FOR GENERATING 3D IMAGES FROM
 2D IMAGES..... 149

Клименко І.

УНІВЕРСАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ
 РІЗНОЇ ПРИРОДИ, ЩО ПРОТІКАЮТЬ НА РІЗНИХ
 МАСШТАБНИХ РІВНЯХ..... 154

Chornoivanenko K., Povzlo Ye.

INFLUENCE OF THE MORPHOLOGY OF THE EUTECTIC
 CONSTITUENT IN HIGH-SPEED STEEL ON ITS WEAR
 RESISTANCE..... 156

Section: Agricultural Sciences

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ *LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL. ДЛЯ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНУ В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Величко Юлія

к. с.-г. н., доцент

Уманський національний університет, Україна

Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia* Mill.) дуже красивий багаторічний напівчагарник. В умовах України культивується, в основному, як ефіроолійна рослина. У Європі лаванда вузьколиста вирощується у промисловому масштабі. Ареалом походження цього виду роду Лаванда є іспанське та французьке узбережжя Середземного моря.

Лаванда вузьколиста *Lavandula angustifolia* Mill - багаторічний напівчагарник із прямостоячими, розгалуженими пагонами. Листя лінійно-ланцетної форми із загорнутим униз краєм, сірувато-зеленого кольору. Цвіте щороку рясно дрібними квітами, блакитно-фіолетового кольору, зібраними в перервані колосоподібні суцвіття. У кожному суцвітті 6-10 квіток, розміщених на верхівках безлистих пагонів з інтервалом 0,5-2 см [4]. Тривалість життя куща лаванди 20-25 років. Швидкоросла рослина. Квітування настає в перший же рік, швидко розмножується вегетативним та генеративним способами. У дорослому віці заввишки 60-80 см. Абсолютно невибаглива рослина, може зростати на сухих кам'янистих ділянках з бідним ґрунтом. Лаванда вузьколиста віддає перевагу добре освітленим місцям та не перезволоженим рихлим ґрунтам. Лаванда вузьколиста - морозостійка рослина, витримує до -25 °С без укриття [3].

Одним із основних критеріїв у виборі рослин для створення декоративних насаджень є їх здатність зростати у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах розташування садово-паркового об'єкту.

За останні десятиріччя в світі спостерігається стрімка зміна клімату, Україна не стала виключенням, тому перед спеціалістами садово-паркового господарства постала проблема перегляду асортименту декоративних рослин, які культивуються, по регіонах. Згідно розроблених кліматичних сценаріїв А1В, регіональної кліматичної моделі MPI-M-REMO та глобальної моделі – ECHAM5-r3 [1, 5] до 2050 року у весняний період в умовах Центрального Лісостепу середня температура повітря буде вищою на 0,2 °С, а у літній період – на 1,0, від тепер. Якщо ж порівняти ці показники з середньорічними даними за період з 1986 по 2005 рр. у весняний період середня температура становила 17,3 °С, що на 0,5 градуса вище за розрахункові (2011-2030рр.), а у

літній - 19,4°C, що на 1,6 градуса нижче розрахункових. Також відмічені суттєві зміни в середній кількості опадів. За період з 1986 по 2005 р. середня сума опадів у весняний період становила 131 мм проти 103 (2011-2030pp.) та 108 (2031-2050pp.), а у літній – 291 мм проти 271 та 270, відповідно.

Проаналізувавши вище наведені дані, можна зробити висновок, що середня температура повітря, особливо у літні місяці, буде зростати а середня кількість опадів зменшуватись, на фоні вже суттєвого зниження, що існує на сьогоднішній день.

Слід відмітити, що на фоні зміни клімату невибагливість *Lavandula angustifolia* Mill. до умов вирощування, робить її привабливим об'єктом, поміж іншого асортименту рослин, для використання в ландшафтних композиціях.

У 2022 році в Уманському національному університеті садівництва, нині Уманському національному університеті, було розпочато закладку насаджень лаванди вузьколистої. У період з 2022 по 2024 рік було висаджено 6 тис. рослин. Щороку висаджували однорічні саджанці одержані шляхом вегетативного розмноження напівздерв'янілими живцями. Тому насадження містять різновікові рослини, це дає нам можливість одночасно спостерігати і досліджувати рослини різних вікових груп. Спостереження показали, що ріст і розвиток рослин відбувався відповідно до їх біологічних особливостей. Відновлення відростання вегетативних пагонів, відмічалось, залежно від кліматичних умов року, в першій-другій декаді квітня. Варто відмітити, що раніше пробуджувались 1-2-річні рослини порівняно з 3-4-х річними. Початок квітування, в умовах Правобережного Лісостепу України, у молодих рослин починався раніше. Масове квітування усіх вікових груп рослин розпочиналось в третій декаді червня та до закінчення другої декади липня квітування закінчувалось. Звісно на початок та тривалість квітування, окрім кліматичних умов року, впливають такі чинники, як сортові особливості вирощуваних рослин. Припинення активних ростових процесів у досліджуваних рослин спостерігалось у третій декаді вересня – першій декаді жовтня. За останні п'ять років у регіоні спостерігаються досить теплі зими, з короткочасним пониженням температур в середньому до -10-15°C в лютому місяці, при несталому сніговому покриві, який був майже відсутній [2]. Тому підмерзання кущів лаванди не спостерігалось. Більш критичними були весняні заморозки у 2025 році в період з 7 по 11 квітня та з 27 по 28 квітня. Однак і такі несприятливі умови не спричинили шкоди досліджуваним рослинам лаванди вузьколистої. Можливо тому, що рослини 1-4-х річні, оскільки за даними деяких вчених [3, 4], 5-річні рослини більш вразливі до низьких температур в зимово-весняний період.

Отже, на основі проведених спостережень, можна зробити висновок, що в умовах Правобережного Лісостепу України лаванду вузьколисту можна рекомендувати до вирощування в ландшафтних композиціях. А за умови достатнього зволоження та підживлення, можна отримати повторне квітування рослин у серпні.

Для озеленення придатними є низка декоративних сортів іноземної селекції, які відрізняються різноманітним забарвленням: Dwarf Blue, Hidcote Blue, Munstead – з темно-фіолетовим, Hidcote Giant – з яскраво-фіолетовим, Atropurpurea, Twickel Purple – з темно-пурпуровим, Dutch – з блакитним, Nana Alba – з білої, Loddon Pink, Rosea - з лілово-рожевим забарвленням віночка.

Також слід відмітити, що для збереження декоративності куща в цілому, який зберігає естетичний вигляд і в період відсутності квітування, слід проводити регулярну обрізку. Якщо кущі не обрізати, з часом, спостерігається так зване «розлягання» куща. Крім того рослини старші п'яти років слід омолоджувати для збереження продуктивності та підтримки естетичної форми куща.

Список використаних джерел

1. Краковська С.В. (2008). Верифікація даних світового кліматичного центру (CRU) та регіональної моделі клімату (РЕМО) щодо прогнозу приземної температури повітря за контрольний період 1961-1990 рр. Наук. праці УкрНДГМІ. № 257. С. 42-60.
2. Новак А. В., Руда Л. А. (2024). Агрометеорологічні умови 2022–2023 сільськогосподарського року за даними метеостанції Умань. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 104. Ч. 1. С. 51–55. DOI: 10.32782/2415-8240-2024-104-1-127-136
3. Рудник-Іващенко О.І., Кременчук Р.І. (2017). Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia*) у Лісостеповій зоні України. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (25-26 травня 2017 р. м. Дніпро) Інститут зернових культур. ТОВ «Нілан-ЛТД». С. 135–136.
4. Свиденко Л.В. (1998). Биология роста и развития некоторых эфиромасличных растений в условиях Херсонской области. Бюллетень Никитского ботанического сада. Вып. 80. С. 98–100.
5. Степаненка С.М., Польового А.М. (2015). Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України. Одеса: Вид. «ТЕС».

Section: Architecture and Construction

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВТОРИННОГО ЦЕМЕНТУ

Руссий Віктор

доктор філософії, асистент

Свищ Артем

здобувач вищої освіти 5 курсу

Кафедра технології будівельного виробництва

Одеська державна академія будівництва та архітектури, Україна

Всі в'язучі матеріали, а також бетони та будівельні розчини на їх основі – одні з найстаріших і найважливіших будівельних матеріалів. Важко навіть уявити, як можна без цих матеріалів збудувати різні будівлі і споруди, інженерні комунікації тощо.

Одним з таких матеріалів є цемент. Цемент – це гідравлічне в'язуче речовина, яка при змішуванні з водою утворює пластичну масу, що з часом твердне та перетворюється на каменеподібне тіло. Основна особливість цементу полягає в його здатності тужавіти і тверднути як у повітряному середовищі, так і під водою [1].

Основні властивості цементу:

- гідравлічність – здатність тверднути у воді;
- висока міцність після тверднення;
- здатність до зчеплення з інертними матеріалами (пісок, щебінь).

Вторинний цемент – це в'язучий матеріал, який отримують шляхом переробки відходів цементу або цементовмісних будівельних матеріалів, таких як бетон, розчини, пил із цементного виробництва тощо. Його застосовують як повну або часткову заміну традиційного цементу в будівельних сумішах.

Основні джерела отримання вторинного цементу:

- залишки та відходи після демонтажу бетонних конструкцій;
- відходи цементного виробництва (цементний пил, клінкерна крихта);
- непридатні до використання цементні розчини або залишки в бетонозмішувачах;
- зола винесення, доменні шлаки, інші мінеральні компоненти, які активуються.

Вторинний цемент складається з суміші подрібнених неорганічних речовин, які зберігають або відновлюють здатність до тужавіння у водному середовищі, також часто містить добавки (золи, шлаки, мікрокремнезем) для покращення властивостей; іноді змішується з первинним цементом [2].

Основні властивості вторинного цементу:

- менша активність, ніж у звичайного портландцементу;

- підвищена водопотреба;
- нижча міцність у ранні строки тверднення;
- екологічно чистіший за рахунок повторного використання матеріалів;
- дешевший у виробництві.

Потрібно також підкреслити основні переваги використання вторинного цементу:

- зниження екологічного навантаження (менше відходів, викидів);
- економія природних ресурсів (вапняку, глини);
- зниження вартості будівництва;
- можливість утилізації промислових і будівельних відходів.

Сьогодні існують технології отримання вторинного цементу. Їх сутність полягає у застосуванні залишкових або відходів цементних матеріалів для повторного використання в будівництві з метою зниження екологічного навантаження та економії природних ресурсів.

При цьому використовують переробку цементовмісних відходів або залишкових матеріалів з метою повторного використання їх як в'язучого компонента в будівельних розчинах і бетонах. Така технологія базується на принципах ресурсозбереження, екологічної безпеки та економічної ефективності.

Список використаних джерел

1. Константиновський О.П. В'язучі речовини: конспект лекцій / О.П. Константиновський, В.В. Троян, І.І. Руденко – Київ: КНУБА, 2023. – 87 с.
2. В'язучі речовини: підручник / Р.Ф. Рунова, Л.Й. Дворкін, О.Л. Дворкін, Ю.Л. Носовський – К.: Основа, 2012. – 448 с.

ОСОБЛИВОСТІ НАВАНТАЖЕНЬ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Руссий Віктор

доктор філософії, асистент

Новицький Ілля

здобувач вищої освіти 5 курсу

Кафедра технології будівельного виробництва

Одеська державна академія будівництва та архітектури,

Будівельні конструкції - частина будинку, споруди певного функціонального призначення (каркас будинку, покриття, перекриття тощо), яка складається з елементів, взаємно пов'язаних між собою в процесі виконання будівельних робіт.

Залізобетонні конструкції є одними з найпоширеніших конструкцій у всіх галузях будівництва. Їх застосовують у промисловій, цивільній, сільськогосподарській, транспортній та інших областях будівництва. Із залізобетонних конструкцій зводять заводи й житлові будинки, лікарні й школи, мости й тунелі, гідроелектростанції й атомні реактори, іригаційні системи і греблі, стадіони і манежі, надшахтні споруди і кріплення підземних виробок, метрополітени, стартові майданчики для запуску космічних ракет й аеродромні покриття. На сьогодні важко назвати ту галузь будівництва, де б не знайшов застосування залізобетон. Залізобетонні конструкції також використовують у машинобудуванні (опорні станини металорізальних верстатів), у суднобудуванні (вантажоперевізні баржі), ракетобудуванні (елементи космічних кораблів), медицині (армовані модифіковані елементи хребта) та інших областях [3].

Для розрахунку будівельних конструкцій та елементів будівлі необхідно визначити всі навантаження, які впливають на неї. Відповідно до БНіП (будівельні норми та правила) навантаження та впливи поділяються на постійні та тимчасові (короткочасні, довготривалі, особливі).

Класифікація навантажень (постійні навантаження):

- вага елементів будівлі (несучих та огорожуючих конструкцій);
- вага та тиск ґрунту на стіни цокольних та підвальних приміщень.

Тимчасові довготривалі навантаження:

- вага стаціонарного обладнання;
- вага елементів споруди, положення яких в процесі експлуатації приміщення може змінитися (перегородки і т.п.);
- вага на перекриття складських та підсобних приміщень.

Тимчасові короткотривалі:

- навантаження на перекриття житлових будинків від ваги людей, меблів і т.п.;
- навантаження від підйомно-транспортного обладнання;
- вага деталей, матеріалів, людей в межах обслуговування обладнання;
- вітрове навантаження;
- снігове навантаження;
- навантаження, які виникають при монтажі будівельних конструкцій, складуванні будівельних матеріалів;
- температурно-кліматичні впливи.

При певних особливостях експлуатації ці навантаження відносять до тимчасових довготривалих впливів [1].

Особливі навантаження:

- сейсмічні впливи (більше 6-ти балів за шкалою Ріхтера);
- впливи просідання основи.

Розрізняють наступні поєднання класифікацій навантажень спільної дії:

- основні поєднання, які складаються з постійних і тимчасових довготривалих навантажень з одним найбільш імовірним короткотривалим;

- додаткові поєднання в які входять постійні, тимчасові довготривалі і не менше двох короткотривалих навантажень;
- особливі поєднання: постійні, тимчасові довготривалі, можливі короткотривалі і одне особливе навантаження [2].

Для розрахунків конструкцій будівель приймають основні поєднання навантажень. Розрахунок будівельних конструкцій на міцність та стійкість виконуються по розрахунковим навантаженням, розрахунок на витривалість (на прогин) – по нормативним навантаженням.

Список використаних джерел

1. Константиновський О.П. В'яжучі речовини: конспект лекцій / О.П. Константиновський, В.В. Троян, І.І. Руденко – Київ: КНУБА, 2023. – 87 с.
2. В'яжучі речовини: підручник / Р.Ф. Рунова, Л.Й. Дворкін, О.Л. Дворкін, Ю.Л. Носовський – К.: Основа, 2012. – 448 с.
3. Лекцій з дисциплін «Будівельні конструкції (залізобетонні конструкції)», «Будівельні конструкції» та «Залізобетонні конструкції» (для студентів 3 курсу денної, 4 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 – Будівництво та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.06010103 – Міське будівництво та господарство) / О. М. Шаповалов, О. М. Пустовойтова, Н. О. Псурцева, О. Ю. Кулаков; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова– Х.: ХНУМГ, 2013. – 82 с.

Section: Art History and Literature

SIMPLIFIED SYMBOLS OF MYTHOLOGICAL CHARACTERS IN THE COMIC CHARACTERS VISUAL DESIGN

Zhao Xiuhua

doctoral student

Department of Graphic Design

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an, China

Yezhova Olga

Doctor of pedagogical sciences, Professor

Department of Graphic Design

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine;

Abstract. This study explores how simplified symbols of mythological characters, exemplified by Nezha, impact the visual recognition of comic characters. Through case analysis, it reveals how symbol simplification, while retaining core cultural meanings, enhances character recognition and suits modern comic aesthetics. Drawing on semiotics and visual communication theory, principles and methods like extracting core elements, integrating modern aesthetics, and innovative design are extracted, offering practical guidance for modernizing traditional cultural IP.

Keywords: graphic design, Chinese culture, mythological characters, visual recognition, Nezha, comic character design.

Introduction. As a popular art form, the visual recognition of comic characters is crucial to the success of the work. As an important part of Chinese traditional culture, the traditional symbols of mythological characters often have complex forms and rich cultural connotations. Liu et al. (2018) examine how traditional Chinese cultural elements such as patterns, calligraphy, and color schemes are visually integrated into contemporary logo design, highlighting how simplified traditional symbols can sustain cultural identity while adapting to modern visual communication—a concept that directly informs this study's focus on simplified mythological motifs in comic character design.

Yezhova, Zhao, and Pashkevich (2025) provide a systematic review of online museum design, identifying how visual design strategies support the preservation and reinterpretation of cultural heritage through digital platforms; their emphasis on the role of visual elements in transmitting cultural narratives underlines the relevance of clear, simplified symbols when mythological characters are adapted for modern, accessible formats like comics.

However, in the context of modern comics, these traditional symbols need to be simplified to adapt to new aesthetic needs. As an important character in Chinese mythology, Nezha has a rich symbol system, such as the HunTian Ling, the lotus body, and the QianKun Circle. The simplified processing in comics is of typical significance.

Aim and objectives of the study. This study aims to explore the impact of the simplification of mythological characters' symbols on the visual recognition of comic characters. Taking Nezha as an example, this study conducts an in-depth analysis to explain how the simplification of symbols can enhance the visual recognition of characters while retaining the core cultural connotation of the characters and meet the aesthetic needs of modern comics.

The results of the study and their discussion. As Julia, Caleb, and Diyi (2023) argued, image analysis techniques can help understand the meaning of mythological character symbols, compensating for the shortcomings of existing systems in understanding cultural symbols and customs, and providing a theoretical foundation for symbol simplification. Based on semiotics and visual communication theory, this study explores the principles and methods of symbol simplification of mythological characters. Semiotics focuses on the meaning and transmission method of symbols, while visual communication theory emphasizes the role of visual elements in information dissemination. Wenxuan and Wenhua(2023) showed that simplifying mythical elements from the Shan Hai Jing can create visually impactful designs that resonate culturally, bridging tradition and modernity. In comic character design, symbol simplification is achieved by refining core elements combining modern aesthetics and innovative design, aiming to enhance the visual impact of the characters, improve communication efficiency, and retain their cultural connotations.

In order to deeply analyze the specific practice of symbol simplification, this study adopts a case analysis method. Taking Nezha as an example, this study collects and compares Nezha comic images of different times and styles, including traditional comic strips, animation-style comics, and modern cartoon-style comics. As can be seen from Figure 1, the character design of Nezha in 1955 is realistic, showing the solemnity of traditional mythology with rich colors and delicate lines; as can be seen from Figure 2, the character design of Nezha in 1980 is a simple animation style, realizing the initial integration of tradition and modernity through smooth lines and saturated colors; as can be seen from Figure 3, the 2016 "Non-Humans" is a modern cartoon style, with simpler lines, softer colors, and cuter expressions. Through comparative analysis, it is found that the primary task of symbol simplification is to identify and retain the core cultural symbols of the character. Taking Nezha as an example, from the meticulous and colorful style of "Nezha Conquers the Dragon King" in 1955 to the animation style of "Nezha Conquers the Dragon King" in 1980, and then to the modern cartoon style of "Nezha Conquers the Dragon King" in 2016, Nezha's iconic elements such as double buns, mixed sky silk, and Qiankun circle have always been retained. At the same time, traditional colors such as red, yellow, blue, and black have been reconstructed and simplified to enhance the visual impact of the character.

Akai, Yamashita, and Matsushita (2015) emphasized the significance of preserving original culture or expression during the modernization process, while innovating to meet modern needs or aesthetics. Traditional symbols are further transformed into modern design language, such as the Hun Tian Ling being transformed into a red scarf, the QianKun Circle being simplified into earrings, and the Feng Huo Lun being transformed into a skateboard or a light wheel. This not only preserves the cultural connotation, but also meets the modern aesthetic needs. In order to meet the aesthetic needs of modern audiences, Nezha's image design incorporates modern popular elements, such as fashionable school uniforms, vivid expressions, and lifelike movements. At the same time, traditional colors are reinterpreted into modern design languages such as red bows or golden circular logos. This innovative design not only preserves the cultural connotation of traditional symbols, but also combines them with modern design language through geometric and functional translation, which not only improves the visual recognition and communication efficiency of the character, but also enhances its modern sense and vitality, providing a practical example for the modernization of traditional cultural IP.



Figure 1. "Nezha Conquers the Dragon King" in 1955

(Source: <https://www.163.com/dy/article/EOLKPBT005219BJF.html>)



Figure 2. "Nezha Conquers the Dragon King" in 1980

(Source: <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1826205253246833011&wfr=spider&for=pc>)



Figure 3. "Non-Humans" in 2016

(Source: <https://www.163.com/dy/article/EDPITG6Q0517D6NC.html>)

Conclusions: Through the analysis of the symbol simplification practice of Nezha in comics, this study extracts a design methodology suitable for the modernization of traditional cultural IP from the two dimensions of color and elements. In terms of color design, the traditional image of Nezha is often dominated by bright colors such as red, yellow, blue, and black, symbolizing divinity and vitality. In modern comics, the visual impact of the character is enhanced through the extraction and reconstruction of colors. In terms of element design, traditional symbols such as double buns, mixed sky silk, and Qiankun circle are retained as core elements, and through geometric and functional translation, they are more in line with modern aesthetics and media characteristics. For example, the wind and fire wheels are simplified to skateboards or light wheels, and the Qiankun circle is designed as a circular logo on clothing, which not only retains the cultural connotation of the symbol, but also improves visual recognition. These

methods not only enhance the visual recognition of characters, but also provide practical guidance for the modernization of traditional cultural IP. Their application in more characters and media can be further explored in the future.

References

1. Akai, Y., Yamashita, R., & Matsushita, M. (2015). Giving emotions to characters using comic symbols. Proceedings of the 12th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, 1–4. <https://doi.org/10.1145/2832932.2832979>
2. Julia, K., Caleb, Z., & Diyi, Y. (2023) Impressions: Visual Semiotics and Aesthetic Impact Understanding., Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, Proceedings of the 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: 12273–12291. <https://doi.org/10.18653/v1/2023.emnlp-main.755>
3. Liu, Jiangxin, Krotova, T., Yezhova, O., & Pashkevich, K. (2018). Traditional elements of Chinese culture in logo design. International Circular of Graphic Education and Research, 11, 66-75. https://www.internationalcircle.net/international_circle/circular/issues/18_02/ICJ_11_2018_07
4. Wenxuan, Y., & Wenhua, S. (2023) Research on Visual Design Based on Chinese Mythological Elements, Journal of Innovation and Development, 3.3: 22-28. <https://doi.org/10.54097/jid.v3i3.9787>
5. Yezhova, O., Zhao, J., & Pashkevich, K. (2025). Exploring design aspects of online museums: from cultural heritage to art, science and fashion. Preservation, Digital Technology & Culture (PDTC), 54 (1), 35-50. <https://doi.org/10.1515/pdte-2024-0044>.

Section: Botany and Forestry

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТАКСОНОМІЧНОГО СКЛАДУ СТАРОВІКОВИХ НАСАДЖЕНЬ АРБОРЕТУМУ ПАШКЕВИЧА НДП «СОФІЙКА» НАН УКРАЇНИ

Пушка Ірина

к. с.-г. н., доцент

кафедра садово-паркового господарства
Уманський національний університет, Україна

Національний дендрологічний парк «Софіївка» Національної академії наук України – зразок світового садово-паркового мистецтва пейзажного стилю кінця XVIII - початку XIX ст (рис. 1). Парк розташований на околиці старовинного міста Умані Черкаської області та має площу понад 180 га. Композиції води, землі, каменів, рослин, архітектурних споруд і скульптур створюють незабутню атмосферу довершеності природних ліній [1, 2].



Рисунок 1 – Світлини Національного дендрологічного парку «Софіївка»

Наразі парк «Софіївка» – найбільший центр з інтродукції та акліматизації рослин Правобережного лісостепу України, де нараховується понад 3 тисячі таксонів різноманітних рослин. Як науково-дослідний інститут НАН України «Софіївка» здійснює фундаментальні та прикладні наукові дослідження з актуальних напрямів біологічної науки з метою одержання нових наукових знань та їх використання для практичних цілей [5].

Одним із управителів парку в свій час був Василь Васильович Пашкевич – визначний вчений, один із засновників вітчизняної помології, доктор біологічних наук (1934), академік ВАСГНІЛ (1935). Основні його праці присвячені вивченню сортоведення плодових культур. В. В. Пашкевич здійснив реконструкцію парку:

уздовж його ландшафту розбив відомий арборетум, який називають «Англійським парком», що і донині прикрашає «Софіївку» [3].



Рисунок 2 – Світлини арборетуму В.В. Пашкевича (Англійський парк) Національного дендрологічного парку «Софіївка» НДІ НАН України

Таксономічний склад паркових насаджень визначали методом маршрутних обстежень із використанням визначників, атласів та довідників (Т. М. Бродович, 1979; М. А. Кохно, 2002). Походження видів деревних рослин та їх екологічні особливості визначали за довідковою літературою. Латинські назви таксонів та їх систематичну структуру погоджували зі визначником рослин. Розподіл видового складу за життєвими формами виконували за еколого-морфологічною класифікацією І. Г. Серебрякова. У 1959-1965 рр. Арборетум доповнювався новими деревними і кущовими рослинами у кількості 119 таксонів, ці насадження не враховували в програму наших досліджень [7].

Як вказує О.Л. Липа у 1948 р. і М.Л. Рева, що у 1963 році в арборетумі зростало відповідно 129 і 116 видів і форм інтродуцентів та аборигенних видів деревних і кущових рослин [4]. На основі проведеної інвентаризації насаджень арборетуму, асортимент дерев і кущів по станом на весну 2003 року порівняно з даними М.Л. Реви за 1963 рік відрізняються (рис. 3). З наявних у 1963 році 135 видів і форм екзотичних та місцевих деревних і кущових рослин наявні 110 видів і форм екзотів, з них 48 дерев і 62 кущі. За даними інвентаризації 2003 року кількість рослин складає 157 екземплярів, в тому числі хвойних 14 і листяних – 143. Деревних порід наявно 92 екземпляри, з них хвойних 14, а листяних 78 дерев. Стосовно кущових порід, то їх налічується 65 шт. Аналіз породного складу по видам рослин по вікових групах 110 років і 40 років показує, що деревних і кущових порід посаджених В.В. Пашкевичем станом на 2003 рік у парку зростає 40 видів і форм, з яких 30 деревної породи. Хвойні у віці 110 років представлені 4 деревами: ялиною звичайною та колючою, сосною звичайною, модриною європейською. Інвентаризаційний аналіз показав, що загалом з 116 видів деревних та кущових рослин арборетуму, яких налічувалося в 1963 році, в 2003 році налічувалося 57, а в 2023 р. – 40. З них кущових видів *Cladrastis amurensis* Rupr., *Fontanesia fortunei* Carr., *Forsythia suspensa* Vahl., *Cornus mas* L., *Symphoricarpos orbiculatus* Moench., *Spiraea japonica* L., *Crataegus submollis* Sarg., *Securinega ramiflora* Muell. та п'ять деревних (*Corylus colurna* L., *Picea excelsa* L., *Aesculus rubicunda* Leis., *Gymnocladus dioica*, K. Koch, *Tilia caucasica*

Rupr., *Celtis australis* L.).

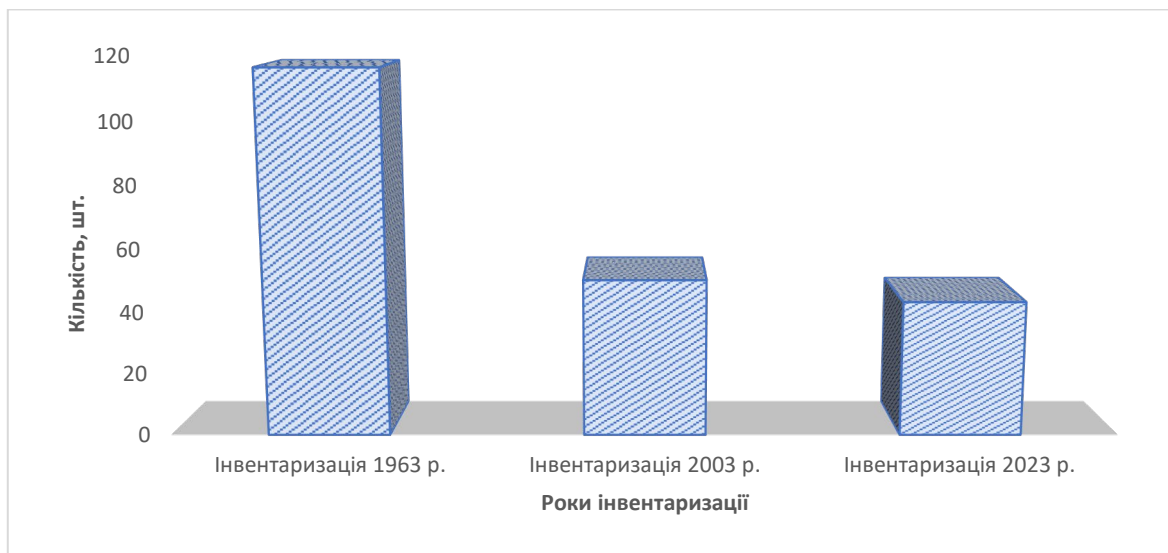


Рисунок 3 – Порівняльна характеристика загальної кількості старовікових таксонів арборетуму В.В. Пашкевича за 1963 р., 2003 р. та 2023 р.

У вікових видів дерев наявна сформована крона. Однак, у більш молодих, 40-річних деревних порід крона не повністю сформована. Вона характеризується, здебільшого односторонністю із сильним нахилом у бік відкритого простору. Кушові деревні породи по всьому периметру парку мають задовільний естетичний стан, а у середині насадження спостерігається пригнічений їх стан. Руїнування такого ландшафту пов'язане тривалим строком експлуатації насаджень, а на деяких ділянках до деградації насаджень привела відсутність своєчасних рубок. Повнота насадження складає 0,8, а місцями 1,0.

Англійський парк, як динамічна система, потребує постійної уваги і продуманого догляду [6]. На підставі дендрологічного аналізу потрібно намітити напрямки і поетапний план проведення робіт по реконструкції насаджень, реставрації шляхово-алеїної і водної системи та малих архітектурних форм.

Список використаних джерел

1. Арборетум В.В. Пашкевича як історична частина дендрологічного парку «Софіївка» НАН України / В.П. Шлапак, І.С. Косенко // Науковий вісник, 2003, Вип. 13.5. – Львів. – С. 363-372.
2. Вітенко В. А. Аналіз структури та стан деревних насаджень головної алеї Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України / В. А. Вітенко, В. П. Шлапак, Г. І. Музика, Л. І. Марно // Наук. вісник НУБіП України. – К.: ВЦ НУБіП України, 2011. – Вип.164. – Ч.2. – С. 26–33.
3. Вчені-ботаніки Уманського національного університету садівництва та їх наукові дослідження (1844-2016): монографія (присвячується 95-річчю створення кафедри ботаніки) /Т.В. Мамчур, В.П. Карпенко, М.І. Парубок, О.В. Свистун. – Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві», 2017. – 280 с., іл.

4. Копилова, Т. В., Рум'янков, Ю. О., Порохнява, О. Л., Музика, Г. І., Заячук, В. Я., & Вегера, Л. В. (2024). Дендрофлора та ландшафтна організація арборетуму ім. В. В. Пашкевича Національного дендрологічного парку "Софіївка". Scientific Bulletin of UNFU, 34(3), 30-37. <https://doi.org/10.36930/40340304>
5. Косенко І. С. Ботанічна колекція дендрологічного парку «Софіївка» та шляхи її збереження, збагачення та охорони / І. С. Косенко, В. П. Шлапак / Старовинні парки та проблеми їх збереження / матер. II міжнар. наук.-практ. конф. – Київ : Фотосоціоцентр, 2003. – С. 76–80.
6. Рум'янков, Ю. О., Порохнява, О. Л., Музика, Г. І., & Грабовий, В. М. (2021). Quercus Robur L. в історичних насадженнях Національного дендрологічного парку "Софіївка" НАН України за різних фітоценотичних умов. Scientific Bulletin of UNFU, 31(3), 34-40. <https://doi.org/10.36930/40310305>
7. Шлапак В. П. Вікові деревні рослини Національного дендропарку «Софіївка» НАН України та шляхи їх збереження / В. П. Шлапак, Г. І. Музика, В. А. Вітенко, Л. І. Марно // Заповідна Хортиця / матер. IV міжнарод. наук.-практ. конферен. «Історія запорозького козацтва в пам'ятках та музейній практиці». – Запоріжжя : Національний заповідник «Хортиця», 2010. – С. 364–366.

Section: Economy

ЕКОНОМІЧНІ МЕХАНІЗМИ ДЕРЖАВНОЇ ПІДТРИМКИ ВИРОБНИЦТВА БАЗОВОЇ НАСІННЄВОЇ КАРТОПЛІ: ПОДАТКОВО-БЮДЖЕТНИЙ АСПЕКТ

Тарашенко Володимир

к.е.н., доцент,
старший науковий співробітник

Демкович Ярослав

к.с.-г.н.,
завідувач опорним пунктом
Інститут картоплярства НААН, Україна

Виробництво базової насіннєвої картоплі є ключовою ланкою насінництва картоплі, від якої залежить якість, врожайність і стійкість посівів цієї культури. Високі вимоги до якості насіннєвого матеріалу, значна капіталомісткість технологічних процесів, необхідність оновлення матеріально-технічної бази й застосування новітніх технологій визначають потребу в створенні ефективного економічного механізму підтримки галузі.

У цьому механізмі важливу роль відіграють податкові й бюджетні інструменти, які забезпечують стимулювання виробників до впровадження інноваційних рішень, модернізації виробничих потужностей і підвищення якості насіннєвої продукції. Від узгодженості та дієвості податкових пільг, субсидій та інших податкових та/або бюджетних форм підтримки значною мірою залежить конкурентоспроможність насінницьких господарств і сталість розвитку галузі.

Питання податкового та бюджетного стимулювання розвитку агропромислового комплексу досліджували Орел, Корнієцький, Пасько [1], Барабаш [2], Сіренко та Мельник [3], які визначили комплекс податкових та бюджетних важелів, що позитивно впливають на інвестиційну активність, фінансову стабільність та інноваційну спрямованість аграрних підприємств. У той же час у науковій літературі відсутні дослідження, що безпосередньо стосуються економічних інструментів підвищення ефективності виробництва саме базової насіннєвої картоплі.

Виробництво базової насіннєвої картоплі в Україні відзначається високими витратами, зумовленими необхідністю дотримання суворих стандартів якості, використанням оздоровленого садивного матеріалу та оновленням техніко-технологічної бази. Підприємства, що займаються цією діяльністю, стикаються з ризиками низької рентабельності, коливань попиту та несприятливих кліматичних умов. Тому створення економічно сприятливих умов є необхідною передумовою їх сталого розвитку.

Загальні підходи до стимулювання аграрного виробництва, висвітлені у працях [1-3], є концептуально релевантними й можуть бути адаптовані для базової насінневої картоплі. Так, Орел, Корнієцький та Пасько [1] відзначають, що податкове стимулювання сприяє підвищенню інвестиційної активності та фінансової стійкості підприємств. До ефективних інструментів вони відносять відшкодування ПДВ, прискорену амортизацію, пільгові ставки податку на прибуток і можливість відстрочення або розстрочки податкових зобов'язань у разі несприятливих економічних обставин. Ці механізми дозволяють підприємствам вивільняти фінансові ресурси й спрямовувати їх на оновлення виробничих потужностей та впровадження інноваційних технологій вирощування картоплі.

Барабаш [2] підкреслює, що податкові стимули в поєднанні з пільговим кредитуванням і бюджетними субсидіями сприяють стимулюванню діяльності та підвищенню рівня рентабельності сільськогосподарських підприємств. Для виробників базової насінневої картоплі це означає можливість отримання фінансування на придбання сучасної техніки, лабораторного обладнання та високоякісного оздоровленого матеріалу.

У роботі Сіренка та Мельник [3] обґрунтовано необхідність поєднання податкових і бюджетних інструментів із ринковими важелями, такими як встановлення фінансування (цільового, предметноорієнтованого, проблемно-спрямованого), кредитування, лізингу, планування і програмування, компенсація витрат на інноваційні проекти, що підвищує економічну ефективність виробництва та стимулює підприємства до впровадження сучасних технологій.

Результати дослідження дають підстави стверджувати, що впровадження комплексу економічних інструментів - податкових пільг, бюджетних субсидій чи іншої форми фінансування, пільгового кредитування, механізмів страхування ризиків - створює сприятливі умови для підвищення ефективності виробництва базової насінневої картоплі. Адаптація вже апробованих механізмів державної підтримки аграрного виробництва до специфіки виробництва базової насінневої картоплі дозволить забезпечити фінансову стабільність виробників, стимулювати інноваційність і підвищити конкурентоспроможність продукції на ринку.

Список використаних джерел

1. Орел В. М., Корнієцький О. В., Пасько С. М. Податкове стимулювання виробничих процесів агропромислового комплексу / В. М. Орел, О. В. Корнієцький, С. М. Пасько // Економічний простір. – 2022. – № 182. – С. 124–134.
2. Барабаш Л. В. Податкові стимули розвитку аграрного виробництва України / Л. В. Барабаш // Податкове стимулювання розвитку аграрного виробництва України. – Умань : Уманський НУС, 2018. – С. 13–20.
3. Сіренко Н. М., Мельник О. М. Бюджетно-податкове стимулювання інноваційного розвитку аграрного сектора економіки / Н. М. Сіренко, О. М. Мельник // Економіст. – 2013. – № 4. – С. 28–32.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ РИЗИКІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ: КІБЕРБЕЗПЕКА ТА КОНФІДЕНЦІЙНІСТЬ ДАНИХ

Гавадзин Наталія Олегівна

к.е.н, доцент, професор кафедри управління та адміністрування
ЗВО “Університет Короля Данила”

Білоус Василь Васильович
аспірант

У сучасних умовах цифрової трансформації економіки питання безпеки цифрових процесів набуває особливої актуальності. Впровадження цифрових технологій у фінансову систему, державне управління, торгівлю та інші сектори економіки супроводжується новими викликами, зокрема кіберзагрозами, витоком конфіденційної інформації та економічними втратами внаслідок кібератак. У дослідженні розглянуто основні економічні ризики цифровізації, зосереджено увагу на потенційних фінансових наслідках кібератак для бізнесу і держави, проблемах забезпечення захисту даних у цифровому середовищі та впливі цих факторів на економічну стабільність. Обґрунтовано, що недостатній рівень захисту даних може призводити до репутаційних та прямих фінансових втрат, а також негативно впливати на конкурентоспроможність компаній на цифрових ринках.

Цифровізація економіки сприяє підвищенню ефективності бізнес-процесів, автоматизації фінансового обліку, оптимізації витрат та відкриває нові можливості для розвитку бізнесу. Однак поряд з позитивними змінами цифрове середовище формує нові економічні ризики, зокрема в галузі кібербезпеки.

Кібератаки можуть спричиняти суттєві фінансові втрати, включно з викраденням даних, порушенням операційної діяльності, зниженням довіри інвесторів і споживачів, штрафами за порушення регламентів захисту даних (наприклад, GDPR [1]). Економічні наслідки кібератак для бізнесу включають: витрати на відновлення систем; втрати через простої в діяльності; падіння вартості активів і ринкової капіталізації; зростання витрат на страхування та кіберзахист.

Кіберризики для макроекономіки проявляються у вигляді загроз для банківської системи, цифрових державних послуг, стабільності цифрової інфраструктури. Масштабні атаки можуть впливати на ВВП, бюджетні витрати та інвестиційний клімат країни.

Інвестиції в кібербезпеку мають розглядатися як елемент економічної стратегії, спрямованої на запобігання ризикам та підвищення стійкості економіки. Створення систем управління кіберризиками є ключовим для забезпечення фінансової стабільності.

Порушення конфіденційності даних є одним з найсерйозніших ризиків

цифровізації, який має прямі та непрямі економічні наслідки. Несанкціонований доступ до персональних, фінансових або комерційних даних призводить до прямих фінансових збитків і репутаційних втрат, що особливо критично для банків, страхових компаній та онлайн-сервісів.

В умовах посилення регулювання (зокрема, GDPR, Закон України “Про захист персональних даних” [2]) компанії зобов’язані гарантувати збереження інформації. Порушення цих норм тягне за собою штрафи, судові позови та втрату партнерських контрактів, що підвищує регуляторні ризики цифровізації.

Економічна оцінка вартості втрати конфіденційних даних включає: витрати на інформування клієнтів і компенсації; фінансування заходів з усунення витоків; інвестиції в модернізацію систем захисту; втрату доходів через відтік клієнтів.

Цифрова довіра стає новим економічним активом: компанії, що забезпечують надійний захист даних, отримують конкурентну перевагу на ринку. Водночас організації з низьким рівнем захищеності втрачають капітал і ділову репутацію, що негативно впливає на фінансові результати.

Для мінімізації ризиків порушення конфіденційності необхідна інтеграція захисту даних в економічне управління: запровадження систем комплаєнсу, регулярних аудитів безпеки, навчання персоналу та розробка політик управління даними як частини фінансово-економічної стратегії.

Забезпечення кібербезпеки та конфіденційності даних у цифровому середовищі має розглядатися як стратегічний компонент економічної політики бізнесу та держави. В умовах цифрової трансформації саме стійкість до цифрових загроз стає новим критерієм економічної ефективності та конкурентоспроможності. Економічно доцільним є інвестування у системи захисту інформації, формування внутрішніх політик кібергігієни, а також дотримання стандартів інформаційної безпеки. Мінімізація ризиків цифровізації потребує системного економічного підходу – поєднання технічних рішень із фінансовим плануванням, регуляторним контролем і підвищенням цифрової грамотності. Тільки за умови комплексного управління ризиками цифрова економіка зможе розвиватися без загроз для фінансової стабільності та соціального добробуту.

Список використаних джерел

1. Відповідність GDPR [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL https://legalitgroup.com/service/gdpr-compliance/?gad_source=1&gad_campaignid=19933764886&gbraid=0AAAAADkeO8yDu1QSArz_y66FvPApaBbk1&gclid=CjwKCAjw7MLDBhAuEiwAieXGIREtZ-I8WH42UL33dEQJM76f2eSZOuuOEoygaC761Y9mpAXC8GdikRoCrelQAvD_BwE (дата звернення 11.07.2025).
2. Закон України “Про захист персональних даних” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text> (дата звернення 10.07.2025).

DEVELOPMENT OF FRUIT IN UKRAINE

Hrynychuk Karim

PhD in Economics

Department of Accounting and Taxation

Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine

The berry industry of Ukraine is one of the most dynamic in the agricultural sector and in terms of export growth [1, 47]. The development of the fruit and berry industry in Ukraine has positive dynamics, especially in the segment of industrial horticulture. The yield of pome crops, in particular apple trees, has increased significantly in recent decades.

The greatest increase in yields is observed in large agricultural enterprises engaged in industrial horticulture. The establishment of new orchards and berry orchards, in particular pome, stone, berry and nut plantations, indicates investments in the future of the industry.

If previously, mainly wild plants were exported, then the signing of the Association Agreement with the EU and, as a result, the abolition of import quotas to the EU created the prerequisites for the export of fresh and frozen berries from Ukraine in increasing volumes [1, 47].

Given the importance of restoring and preserving land resource potential for ensuring sustainable ecological and economic development of Ukraine in the context of European integration, the EU requirements for sustainable development in the field of agricultural land use, in particular in horticulture, are of particular importance [2, 94].

However, there are certain problems, such as insufficient renewal of old orchards and the need to increase the volume of seedlings. The low quality of some fruit and berry products can hinder exports and reduce competitiveness in the market. The infrastructure for packaging and packaging of products is insufficiently developed. Storage problems can lead to price fluctuations. Insufficient advertising of domestic products can hinder their sales in domestic and foreign markets. In addition, it is necessary to resolve issues of quality, assortment, storage, processing, and advertising of products. This will ensure the stable development of the industry.

From an economic point of view, the development of horticulture in Ukraine is hampered by insufficient access to financing, which limits the possibilities of modernization of production and implementation of innovative technologies [2, 95].

Key points in the development of the fruit and berry industry:

- increase in yield;
- the need to renew orchards;
- positive dynamics in industrial orchards;
- development of nurseries.

There is potential for further increase in fruit crop yields through the introduction of modern technologies and varieties. Our country has the potential to increase fruit and berry exports, which requires further development of horticulture and logistics

infrastructure. This is especially true for the export of raspberries, blueberries, nuts, apples and other berries. It is necessary to increase the volume of growing seedlings to renew existing and create new gardens, as well as to provide planting material. In addition, interest in organic gardening is growing worldwide. This may open up new opportunities for the development of the industry.

The restoration of fruit growing in Ukraine in the post-war period will be part of the overall process of restoring the national economy. The main task will be to restore destroyed orchards and vineyards, expand the area under fruit crops, increase fruit production, and provide the population with fruits and vegetables.

The war caused significant damage to fruit plantations, and not only in areas of hostilities. A big problem will be the demining of territories where hostilities are currently underway. To solve this problem, large funds, time, and specialists are needed. The industry needs the latest technologies, new varieties, modern methods of soil cultivation, plant protection, and harvesting. To ensure the storage, processing, and transportation of fruits, it is necessary to restore and build new storage facilities, raw material processing plants, and improve logistics.

With the intensification of cooperation with the European Union in the format of a free trade zone, in the future we can expect an expansion of export supplies of domestic fruits and berries. After all, its most important component is the convergence of the regulatory systems of Ukraine and the EU countries, which leads to a significant reduction in non-tariff barriers to trade [3, 23].

The export strategy of a berry producer should be considered not only as an opportunity to receive additional income, but also as an opportunity to gain experience in meeting global standards and requirements, and an opportunity to expand and diversify sales of manufactured products [1, 52].

The development of the fruit and vegetable sector in Ukraine faces challenges but has significant potential. According to research, small farms dominate production, but crop losses remain significant. The impact of war and occupation, port blockades, rising fuel prices, logistics problems, and the devaluation of the hryvnia are negatively affecting the market. Improving land use efficiency, state support for producers, and stabilizing the economic situation in the country can help overcome these challenges.

References

1. Galat L. Export potential and problems of development of the berries of Ukraine. *Agrosvit*, vol. 1-2, 2021. pp. 46-55.
DOI: 10.32702/2306-6792.2021.1-2.46
2. Komarova N.V., Skrypnyk L.R., Kaminetska O.V., Krupa N.M. Sustainable development of horticulture in Ukraine: ecological and economic aspects. *Agrosvit*. No. 4. 2025. pp. 91-97.
DOI: 10.32702/2306-6792.2025.4.91
3. Salo I.A. Development of the fruit and berry market in Ukraine. *Economics of the Agricultural Industry*. No. 3. 2020. pp. 16-25.
Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2020_3_5

Section: Finance and Banking

ДЕРЖАВНЕ ФІНАНСОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Глухова Валентина

к.е.н., доцент

Краснова Анастасія

здобувачка вищої освіти бакалаврського рівня

Кафедра обліку і фінансів

Кременчуцький національний університет

імені Михайла Остроградського, Україна

Фінансове забезпечення закладів вищої освіти є важливою передумовою соціального та економічного розвитку суспільства. Вища освіта, яка виконує важливу соціальну функцію держави, забезпечує ринок праці кваліфікованими спеціалістами.

Наразі в системі вищої освіти здійснюється реформування. Розвиток закладів вищої освіти підпорядкований державній політиці в освітній галузі, реалізації основних завдань Стратегії вищої освіти до 2032 року, серед яких на першому місці - фінансове забезпечення розгалуженої мережі закладів і фінансування проведення відповідних заходів [1].

Вища освіта в основному фінансується за рахунок бюджетних коштів,

Проблемам бюджетного фінансування вищої освіти в Україні присвячені численні роботи вітчизняних вчених[2-6]. Однак незважаючи на цінність значного доробку вчених, наразі недостатньо повно досліджені тенденції фінансового забезпечення закладів вищої освіти в умовах законодавчих змін в бюджетній та освітній сферах.

Взагалі фінансування вищої освіти, у відповідності до Бюджетного кодексу України, здійснюється за рахунок коштів державного та місцевих бюджетів та інших джерел, що не заборонені законодавством.

Проаналізуємо основні тенденції фінансового забезпечення діяльності закладів вищої освіти. Так, на рис. 1 унаочнено результати аналізу динаміки фактичних видатків зведеного бюджету України на освіту в цілому та на вищу освіту, зокрема.

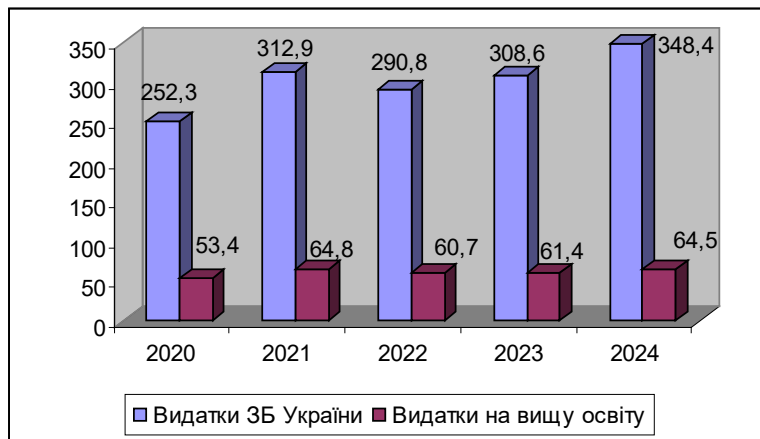


Рис.1 Динаміка видатків зведеного бюджету України на освіту і на вищу освіту за 2020-2024 роки

Джерело: побудовано на основі [7]

Як видно з рис.1, в цілому динаміка позитивна, однак спостерігався певний спад фінансування всіх видатків в освітню галузь і також у вищу освіту з початком воєнного стану. У 2024 р. видатки на вищу освіту майже досягли вже довоєнного рівня. Але варто зазначити, що при зростанні всіх видатків на освіту з бюджету у 2024 р. порівняно із 2020 р. у 1,38 рази, видатки на вищу освіту збільшилися лише у 1,2 рази, що свідчить про більшу державну бюджетну підтримку іншим освітнім галузям, особливо загальній середній освіті.

Відповідно скоротилася і частка видатків на вищу освіту у всіх видатках на освіту зведеного бюджету України з 16,1% у 2020 р. до 13,7% у 2024 році (рис.2).

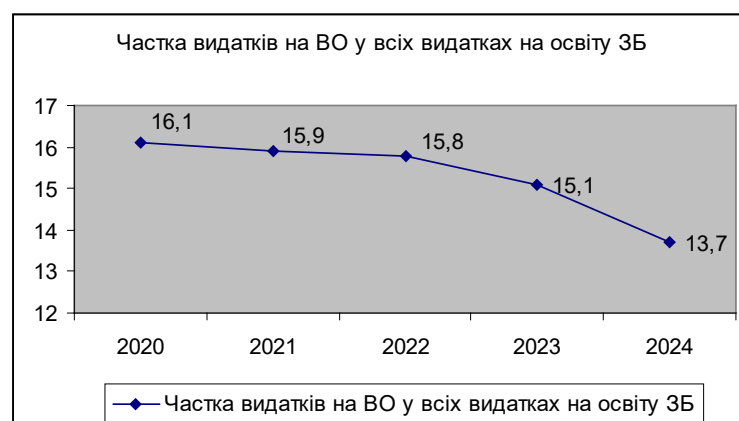


Рис.2 Частка видатків зведеного бюджету України на вищу освіту у всіх видатках на освіту, %

Джерело: побудовано на основі [7]

Основним джерелом бюджетного фінансування видатків на вищу освіту є кошти державного бюджету. З місцевих бюджетів можуть фінансуватися заклади вищої освіти, які створені та підпорядковані органам місцевої влади та самоврядування. Також всі заклади вищої освіти можуть отримувати субвенції із місцевих бюджетів.

Результати аналізу підтверджують, що головне джерело бюджетного фінансування закладів вищої освіти – це кошти державного бюджету (протягом аналізованого періоду коливаються дуже несуттєво: від 96,2% до 96,7%) [7].

Отже, розвиток вищої освіти та державне фінансове забезпечення її закладів в сучасних умовах здійснюється в недостатніх обсягах.

Основними шляхами вдосконалення бюджетного фінансування вищої освіти є, на нашу думку, широке застосування програмно-цільового методу планування й фінансування видатків, посилення фінансового контролю за правильністю формування та ефективністю використання бюджетних ресурсів у системі вищої освіти.

Обмежені можливості державного бюджету щодо фінансування вищої освіти спонукають учасників освітньо-наукового середовища шукати додаткові джерела фінансового забезпечення (гранти, благодійна допомога, інші доходи спеціального фонду). Диверсифікацію доходів можна розглядати як стратегічний інструмент забезпечення фінансової стабільності закладів вищої освіти.

Список використаних джерел

1. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-2022-%D1%80#Text>.
2. Білінець М. Ю. , Буряченко А. Є., Паєнтко Т. В. Фінансування вищої освіти в Україні у XXI столітті: виклики та перспективи їх подолання. Фінанси України. 2021. №2. С.98-112. URL.: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fu_2021_2_8.
3. Боголіб Т.М. Фінансування розвитку вищої освіти і науки в трансформаційний період: монографія. Київ: Міленіум, 2006. 506 с.
4. Вітренко Л. О. Механізм фінансування закладів вищої освіти державної форми власності в Україні : автореферат дис. ... канд. екон. наук: 08.00.08. Чернігів, 2019. 21 с.
5. Глухова В.І. Фінансування видатків бюджету на вищу освіту. Ефективна економіка. 2020. №5. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7934>. DOI: 10.32702/2307-2105-2020.5.98.
6. Загірняк Д.М. Методологічні засади реновації державного фінансування закладів вищої освіти. Ефективна економіка. 2018. № 6. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6567>.
7. Державний веб-портал бюджету для громадян. URL: <https://openbudget.gov.ua/>

Section: Food Technologies

ACCESSIBILITY AND COMFORT OF FOODSERVICE ENTERPRISES: PRINCIPLES OF INCLUSIVE ENGINEERING

Kuzmin Anton

Master of Architecture and Urban Planning
Individual entrepreneur Kuzmin Anton Olehovych, Ukraine

Chemakina Oktyabrina

PhD in Architecture, Associate Professor
Faculty of Architecture, Construction and Design
State University «Kyiv Aviation Institute», Ukraine

Matyashchuk Olena

Senior Lecturer
Department of Technology of Restaurant and Ayurvedic Products
National University of Food Technologies, Ukraine

Kuzmin Oleh

Doctor of Engineering Sciences, Professor
Department of Technology of Restaurant and Ayurvedic Products
National University of Food Technologies, Ukraine

Abstract. The article is devoted to the analysis of the principles of inclusive engineering in the context of foodservice enterprises, focusing on the creation of accessible and comfortable environments for persons with disabilities, war veterans, and other groups with limited mobility. Practical recommendations are proposed for adapting workplaces, utilizing ergonomic equipment, and implementing barrier-free design. The article discusses the advantages of inclusivity, such as social integration, economic efficiency, and the improvement of a company's image, as well as challenges related to high costs and spatial constraints. The importance of an inclusive approach is emphasized as a key factor in the sustainable development of foodservice enterprises in Ukraine.

Keywords: inclusion, inclusive engineering, foodservice enterprises, restaurant facilities, accessibility, comfort, people with limited mobility, war veterans, design, architecture

Introduction. Foodservice enterprises that specialize in the production of unique, high-quality, and personalized restaurant products represent a vital segment of the modern economy. In a competitive environment, such businesses must continuously improve their operational processes to remain attractive to both consumers and employees. One of the key areas of development is the creation of an inclusive environment that takes into account the needs of all categories of workers, including

persons with disabilities, war veterans, and other groups with limited mobility [1–21]. Inclusive engineering, as a comprehensive approach to designing and organizing inclusive spaces, plays a crucial role in ensuring equal access, safety, and comfort for all users.

This approach involves the adaptation of workplaces and customer areas through the use of ergonomic equipment, the creation of barrier-free environments, and the implementation of staff training programs on inclusion. These measures not only align with the principles of social responsibility but also contribute to economic efficiency by reducing staff turnover, increasing productivity, and enhancing the public image of the foodservice enterprise [2]. Inclusive engineering is especially relevant in Ukraine, where the social reintegration of war veterans and persons with disabilities has become an important societal goal [3]. This article examines the principles, methods, and practical recommendations for implementing inclusive engineering in foodservice enterprises, as well as its benefits and challenges.

Relevance of the topic. Issues of inclusivity and accessibility are gaining increasing importance in the context of global societal and economic changes. Modern foodservice enterprises face the need to adapt to new social standards that require the creation of conditions for equal participation of all population groups in the workforce [4]. Buildings and facilities accessible to people with limited mobility are those that incorporate a set of architectural, engineering, ergonomic, structural, and organizational measures that comply with regulatory requirements for safety and accessibility for such groups [7]. Inclusivity not only aligns with ethical principles but also generates economic benefits by fostering employee loyalty, reducing recruitment costs, and enhancing a company's public image [3].

In Ukraine, the reintegration of war veterans – who often face physical and psychological challenges upon returning to civilian life – has become especially significant [5]. Research indicates that companies implementing rehabilitation and retraining programs for veterans and people with disabilities achieve higher employee engagement and enjoy a better reputation [6]. Furthermore, regulatory documents [7] set clear standards for building accessibility, compelling enterprises to adapt their infrastructure for people with limited mobility. Foodservice establishments are required to ensure accessibility for persons with disabilities, including safe stairways, ramps, handrails, and non-slip flooring [8]. While such adaptations present challenges for restaurant facilities operating in compact spaces, they also open up opportunities for innovative engineering solutions that enhance competitiveness.

An inclusive approach also attracts a wider customer base, as businesses demonstrating social responsibility become more appealing to ethically conscious consumers [4]. Therefore, inclusive engineering is not only a contemporary necessity but also a strategic tool for the sustainable development of foodservice enterprises.

Research aim and objectives. The aim of this article is to analyze the principles of inclusive engineering and develop recommendations for their implementation in

foodservice enterprises to create an accessible, safe, and comfortable environment that promotes social integration and enhances business efficiency.

The objectives of the article are as follows:

- to identify the key principles of inclusive engineering for foodservice enterprises;
- to analyze regulatory requirements for the accessibility of workplaces and areas for visitors with disabilities and limited mobility;
- to evaluate the methods and materials used to create a barrier-free environment;
- to develop practical recommendations for implementing inclusive engineering solutions;
- to discuss the advantages and challenges of integrating inclusive practices.

Materials and methods. To achieve the stated aim, the following research methods were applied:

- literature analysis – to determine the theoretical foundations of the study;
- data systematization – to summarize information on architectural planning and engineering measures.

The materials used to create an inclusive environment comply with national regulatory standards [7, 8].

Results and discussion. Inclusive engineering for foodservice enterprises is a modern approach in the context of Ukraine's recovery, integrating three key dimensions:

- technical aspects;
- social aspects;
- economic aspects.

Technical aspects are implemented through inclusive solutions that comply with national regulatory standards [7, 8], ensuring that the infrastructure of foodservice establishments is adapted for individuals with limited mobility. These solutions include:

- architectural and planning interventions, such as dedicated parking spaces; ramps with slopes up to 8% that are safe and convenient for wheelchair access; handrails and protective barriers suitable for personal mobility devices; and non-slip floor coverings to reduce the risk of injury;
- engineering and technical measures, including ventilation and air conditioning systems compliant with regulatory requirements [9]; energy-efficient heating systems with thermal insulation; and alternative energy sources to ensure uninterrupted equipment operation;
- ergonomic equipment, such as height-adjustable tables and chairs adapted to individual rehabilitation needs (Figures 1–2); and mechanical lifts for individuals with disabilities;
- informational tools, such as Braille signage for visually impaired individuals; and auditory navigation systems integrated into the overall interior design concept [8];

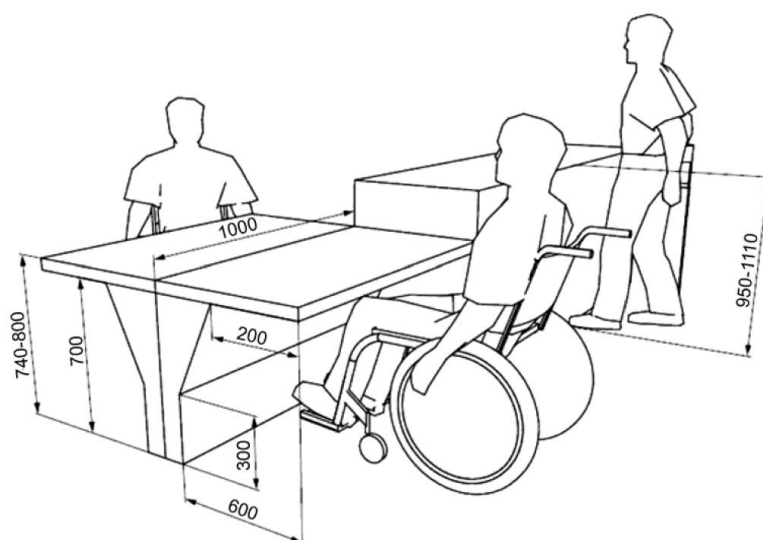


Figure 1. Parameters of workplace equipment [7]

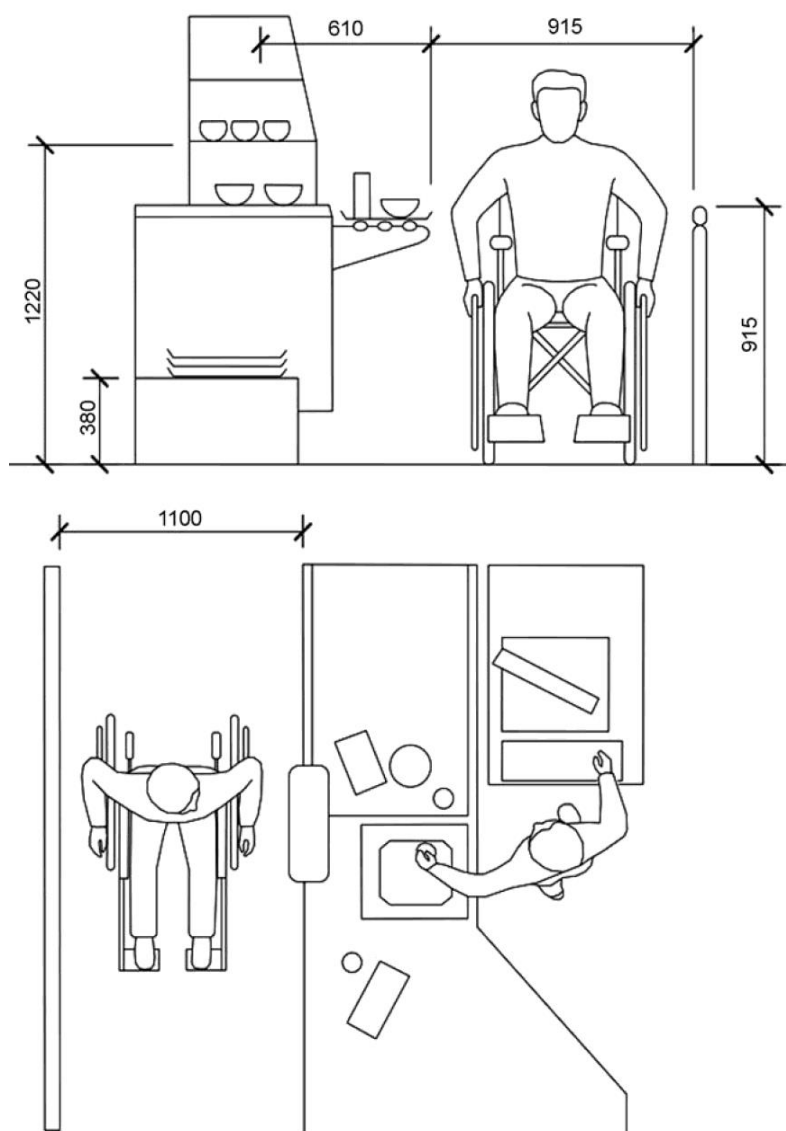


Figure 2. Dimensions of equipment at foodservice enterprises [7]

– specialized facilities, including entrance lobbies, accessible restrooms, and washbasins designed for people with reduced mobility [7]; and cloakroom counters adjusted for use by persons with disabilities [7] (Figure 3).

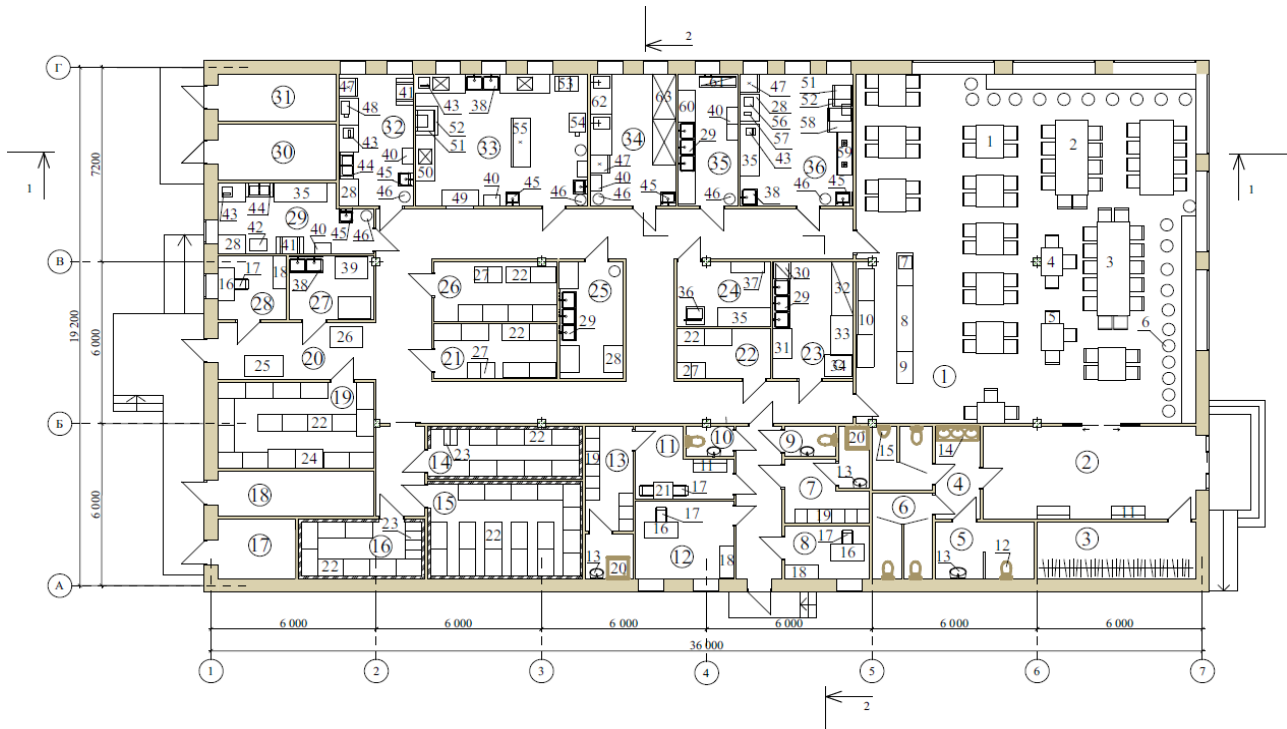


Figure 3. Floor plan at elevation 0.000 of a foodservice enterprise. Room legend:

1 – restaurant hall; 2 – vestibule; 3 – cloakroom; 4 – restroom; 5 – restroom for persons with reduced mobility; 6 – guest restrooms; 7 – male staff cloakroom; 8 – office; 9 – male staff restrooms; 10 – female staff restrooms; 11 – staff room; 12 – director's office; 13 – female staff cloakroom; 14 – refrigerated room for meat and fish; 15 – refrigerated room for vegetables, fruits, and greens; 16 – refrigerated room for dairy, gastronomy, and eggs; 17 – exhaust ventilation room; 18 – heat station; 19 – dry goods storeroom; 20 – loading area; 21 – vegetable and root vegetable storeroom; 22 – janitorial inventory and equipment room; 23 – dishwashing area; 24 – bread slicing room; 25 – egg processing room; 26 – dry products storeroom; 27 – ware and inventory washing and storage area; 28 – storekeeper's office; 29 – vegetable processing room; 30 – electrical room; 31 – supply ventilation room; 32 – meat and fish processing room; 33 – pastry room; 34 – cold kitchen; 35 – kitchenware washing area; 36 – hot kitchen

Social aspects are manifested through the adaptation of workplaces for persons with disabilities and war veterans, which facilitates their reintegration into society and represents an important step toward creating a just and equitable community [5]. Retraining programs for veterans enable them to acquire new skills, thereby increasing their confidence and engagement in the workforce. This also contributes to reducing social tension and fostering a more inclusive society. Enterprises that demonstrate social responsibility attract customers who value ethical principles, which promotes the formation of a loyal audience and enhances market competitiveness [4]. Food service establishments that ensure accessibility for people with limited mobility can attract consumers who prefer brands with a social mission.

Economic aspects relate to the reduction of staff turnover and the creation of a

comfortable environment, which lowers costs associated with recruiting and training new employees [3]. In food service enterprises, at least 5% of seats in dining areas served by waitstaff must be adapted for persons using wheelchairs, thereby attracting a wider audience and increasing profitability [8]. Furthermore, inclusive enterprises may receive government support for implementing accessible solutions.

Food service enterprises face several challenges in implementing inclusive engineering principles:

- high initial costs associated with adapting infrastructure, purchasing specialized equipment, and installing energy-efficient systems, which require significant investments. This can be a substantial barrier for small-scale dining establishments with limited customer capacity;

- limited space in food service facilities located in small premises complicates the creation of barrier-free environments, such as installing ramps or wide passageways for wheelchair users [3]. Renovation in older buildings may be restricted by architectural features and limited floor areas;

- the implementation of cultural and gender sensitivity, as well as training on ethical interaction with persons with disabilities, requires regular sessions, which can be difficult for small enterprises with constrained resources [1];

- in older buildings, installing modern engineering solutions such as ventilation or heating systems may be challenging due to structural limitations [9]. For example, locating production areas for persons with limited mobility in basement levels is prohibited unless medically justified [7].

To overcome these challenges, it is recommended to engage specialized engineering firms experienced in designing inclusive spaces. For instance, workplace design for persons with disabilities should consider individualized rehabilitation programs [7]. Government support programs, such as grants for workplace adaptation, can alleviate financial burdens. Informing employees and consumers about the benefits of inclusivity fosters positive perceptions. For example, accessibility information about the enterprise (type, class, menu) should be made understandable to persons with visual impairments, in compliance with regulatory requirements [8].

Integrating an inclusive approach at all stages of enterprise activity—from design to operation – reduces the need for subsequent modifications. Employing universal design that accommodates the needs of all users lowers long-term costs [7]. Cooperation with public organizations can help develop effective solutions, such as modular workstations or digital technologies (e.g., voice assistants for persons with visual impairments).

Conclusions. Inclusive engineering is a vital direction in the development of food service enterprises, ensuring the creation of accessible, safe, and comfortable environments. The adaptation of workspaces, use of ergonomic equipment, provision of optimal microclimate, and informational accessibility contribute to social integration and increased productivity. Despite challenges related to high costs and limited space, inclusivity opens new opportunities for engaging both consumers and employees, as well as for building a positive image.

References

1. Зверев, М. В., Кузьмін, А. О., & Чемакіна, О. В. (2024). Стратегії підвищення ефективності ресторанного бізнесу через реабілітацію, мотивацію, інклюзивність та розвиток компетентностей. Інноваційні технології в готельно-ресторанному та туристичному бізнесі: матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (с. 215–216). Київ: НУХТ.
2. Kuzmin, O. V., Chemakina, O. V., & Kuzmin, A. O. (2018). The quality management system of the reception service – as one of the elements of the innovative development of the hotel-restaurant industry. In *Innovative development of the economy: global trends and national features* (pp. 619–633). Lithuania.
3. Kuzmenko, R., Kravchenko, A., Vozniuk, S., & Kuzmin, O. (2023). Control measures for pests, species identification, prevention of infestation, preventive measures, and pest management strategies in restaurants. In *Prospects for sustainable development and ensuring the security of economic systems in the new geostrategic realities* (pp. 151–162). Košice: Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10436635>
4. Gelderman, C. J., Semeijn, J., & Mertschuweit, P. P. (2016). The impact of social capital and technological uncertainty on strategic performance: The supplier perspective. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 22(3), 225–234. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2016.05.004>
5. Wyse, J. J., Pogoda, J. M., Dougherty, B., & Wiener, J. (2020). Employment and vocational rehabilitation experiences among veterans with polytrauma/traumatic brain injury history. *Psychological Services*, 17(1), 65–74. <https://doi.org/10.1037/ser0000298>
6. Park, C. L., Nunes, M. F., & Machuca, J. A. D. (2024). Reputational enablers for supplier diversity: An exploratory approach on the inclusion of war veterans and disabled people. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 100898. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2023.100898>
7. ДБН В.2.2-40:2018. (2022). Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Київ: Мінрегіон України.
8. ДБН В.2.2-25:2009. (2010). Будинки і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства). Київ: Мінрегіонбуд України.
9. ДБН В.2.5-67:2013. (2013). Опалення, вентиляція та кондиціонування. Київ: Мінрегіон України.
10. Borysova, E., Osadcha, V., Fefelov, D., & Kuzmin, O. (2023). Ensuring an effective system of the sanitary condition of restaurant establishments under the HACCP. In *Management of socio-economic transformations of business processes: Current realities, global challenges, forecast scenarios and development prospects* (pp. 194–205). Sofia: Professor Marin Drinov Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10463196>
11. Adobor, H., & McMullen, R. (2007). Supplier diversity and supply chain management: A strategic approach. *Business Horizons*, 50(3), 219–229.

<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2006.10.003>

12. Kuzmin, A., & Krymskaya, N. (2023). Public space during the war. R. Coupland & A. Zhuravel (Eds.), *Re:imagine your city – rethinking urban paradigms* (pp. 68–71). Berlin: SHIFT BOOKS.
13. Чемакіна, О.В., Дубик, О.М., Кузьмін, О.В., & Бутик, М.В. (2025). Візуально-комунікативні системи в інклюзивному міському середовищі. Теорія та практика дизайну. *Архітектура та будівництво*, 1(35), 83–95. <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2025.35.9>
14. Фінкевич, В., Кузьмін, О., & Дударев, І. (2025). Інклюзивний інжиніринг у закладах ресторанного господарства. Збірник тез доповідей II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових і переробних виробництв та ресторанного господарства» (м. Луцьк, 24 квітня 2025 р., с. 111–112). Луцьк: ЛНТУ.
15. Кузьмін, А.О., Чемакіна, О.В., Дударев, І.М., & Зверев, М.В. (2025). Інклюзивний інжиніринг у закладах ресторанного господарства та крафтових виробництвах. Інноваційні технології в готельно-ресторанному та туристичному бізнесі: Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 22 травня 2025 р., с. 234). Київ: НУХТ.
16. Кузьмін, А.О., Чемакіна, О.В., & Грушевська, І.О. (2025). Інклюзивний архітектурно-інженерний підхід України. Інноваційні технології в готельно-ресторанному та туристичному бізнесі: Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 22 травня 2025 р., с. 235). Київ: НУХТ.
17. Kuzmin, O., Chemakina, O., Kuzmin, A., & Kuzmin, D. (2024). Inclusive engineering in the restaurant industry. *Proceedings of the XXXIV International Scientific and Practical Conference “World Trends in the Development of Scientific Progress”* (pp. 12–14). Varna, Bulgaria: International Scientific Unity.
18. Дударев, І.М., Кузьмін, О.В., Тараймович, І.В., Панасюк, С.Г., Шемет, В.Я., Чемакіна, О.В., & Кузьмін, А.О. (2024). Крафтові харчові технології: розроблення, дослідження, інжиніринг: навчальний посібник. ЛНТУ. Одеса: Олді+.
19. Kuzmin, A., Chemakina, O., Dudarev, I., Niemirich, O., & Kuzmin, O. (2025, July 9–11). Community recovery strategy: Inclusive engineering in the restaurant industry. In *Global trends in science, technology and economy: Collection of scientific papers with proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference* (pp. 15–17). International Scientific Unity.
20. Кузьмін, О. В., та ін. (2019). Інжиніринг у ресторанному бізнесі: Навчальний посібник. Херсон: Олді-плюс.
21. Поздняков, С. В., Кузьмін, О. В., Кійко, В. В., & Акімова, Л. М. (2018). Інжиніринг систем внутрішньоуправлінської інформації підприємств та об'єднань: Монографія. Херсон: Олді-плюс.

Section: History and Cultural Studies

МОРАЛЬНІ ВИМІРИ МОЛОДІЖНОЇ СУБКУЛЬТУРИ

Вернудіна Ірина

д. філос. н., доцент

Кафедра мовної та психолого-педагогічної підготовки
Одеський національний економічний університет, Україна

Буття сучасної людини здійснюється переважно в гуманітарному вимірі, за винятком того часу, коли вона включена у суто професійну діяльність. Культура знань, культура спілкування й комунікації – без цього сьогодні складно уявити успішне життя не лише молодій людині, а й суспільства і держави загалом. Сфера гуманітаристики, до якої належить молодіжна субкультура, з особливою виразністю демонструє різноманіття й багатоаспектність нинішнього етапу розвитку людської спільноти, що виявляється як у відкиданні усіляких «центризмів» (у тому числі претензій на привілейований статус будь-якої зі сфер культури – науки, філософії, мистецтва, релігії, виробництва тощо), так і в особливій увазі до особистісного начала.

Світ, що перетнув поріг першої чверті третього тисячоліття, позначений крайнім ступенем нестабільності: його, як і століття тому, стрясають геополітичні, міждержавні, міжнаціональні, міжконфесійні конфлікти, фінансові й екологічні катастрофи. В умовах війни, за яких понад одинадцять років живе українське суспільство, люди активно шукають шляхи протистояння викликам та загрозам, якими перенасичені наші повсякденні реалії, намагаються віднайти шляхи самозбереження.

«Те, що говорять ... про сучасність як перехідний момент, як про час якогось народження, якогось інтервалу поміж ніччю і днем, – це брехня і нісенітниця. Кожен історичний момент є перехідним моментом, бо історія не стоїть на місці; кожен момент є хвилиною народження і смерті водночас, засіву і жнив разом. Очікування якогось таємничого, великого, безконечного, чудового майбутнього – це брехня і нісенітниця, бо майбутнє буде таким, яким можуть його створити минуле й сучасне», писав видатний митець, учений і мислитель Іван Франко ще 1894 року [1, с. 120].

Наголосимо: об'єктивність теоретичного аналізу і моральної оцінки будь-якої з проблем духовного життя суспільства можлива лише за урахування специфіки й історичного змісту (контексту) епохи.

Отже, світоглядна парадигма сучасної української культури позначена особливою увагою до чуттєвої культури особистості, просякнута розмаїттям способів просторово-часового сприйняття реалій життя, осягнення яких потребує переосмислення і нових підходів. «Процес формування сукупності матеріальних (раціональних) та духовних (ірраціональних) цінностей людського

буття, осягнення свого становища і майбутнього соціуму розкривається сьогодні через тотальне панування інформаційної, екранної, аудіовізуальної культур, що вводять молодих людей практично з дитинства у життєвий потік цілком і відразу» [2, с. 130].

Наш час характеризується плинністю і протиріччями в соціокультурних уявленнях, авторитетах, нормах і вимогах, тому сучасній молодій людині доволі складно знайти ті сенси, яких нагально потребує і якими прагне наповнити своє життя сьогодні нове покоління. З екзистенційного та гуманістичного погляду людина живе справжнім життям, якщо відповідальна за реалізацію своїх можливостей, якщо шукає сутнісного і змістовного, а не лише задовольняє біологічні чи сексуальні потреби, якщо знаходить шляхи для найповнішої самореалізації.

Людина почувається повноцінно, коли може здійснити щось справжнє і важливе у своєму житті, може бути собою, здатна відірватися від шаблонів і стереотипів. Загалом ми здатні досягти чогось значного лише тоді, коли приймаємо свій жереб, здійснюємо власний вибір, несемо свою історичну й особисту відповідальність. Адже людина тим і відрізняється від янгола, вчили отці християнської церкви, що може обирати – як добро, так і зло [3]. Тим наполегливішими є прагнення молодих людей мати серед своїх ресурсів ті цінності, заради яких варто жити або віддавати своє життя, які можуть слугувати своєрідним моральним камертоном і мірилом вчинків.

Проте в сучасному українському суспільстві давно намітилися кризові тенденції ціннісно-нормативних систем як на мікро-, так і на макро-соціальному рівнях. При цьому будь-яка молода людина виявляє особливу потребу у самопізнанні й самоздійсненні, у глибокому розумінні нинішнього перебігу подій, у прагненні обстоювати своє право на автономність, суб'єктність, унікальність. Теми добра і зла, свободи і необхідності, справедливості й відповідальності, обов'язку та совісті, власного вибору і свободи волі, дружби й любові, кохання і сенсу життя, бажаного й необхідного так само важливі сьогодні як і тисячу років тому. Та чи не йде тут кожен своїм шляхом, адже питаючи себе «як жити?», молода людина прагне, по суті, знайти відповідь на питання «заради чого жити?» І цей внутрішній філософський дискурс, спричинений досі відкритими моральними питаннями, дилемами та проблемами, ведеться мимоволі чи не щодня.

Сьогодні перед нами постають доволі чіткі ознаки моральної недуги людства: буденне ставлення до позбавлення одними людьми життя інших людей є наслідком свідомого заперечення морально-етичних цінностей, проявом аморального способу буття в сучасному світі. Всепоглинаюча домінанта матеріальних чинників, бажання влади й особистого комфорту цинічно винищують залишки ірраціонального в людині, духовність стрімко згасає, у моді – егоцентризм, честолубство, споживацтво. Внаслідок відсутності здорових моральних засобів стримування відбувається незворотній процес

викривлення свідомості молодих людей: втрата відчуття міри у співвідношенні між добром і злом, між прекрасним і потворним, між власною вигодою і щирим професійним служінням. Усе це призводить до неспроможності нового покоління здійснювати свідомий і відповідальний вибір. Натомість відбувається розчинення власного Я в індиферентній масовій культурі, явищі, яке власне і культурою назвати складно.

«Як доводить історичний досвід, людство завжди потребувало вищих універсальних цінностей і смислових орієнтирів. Але такі духовні ідеали, які зміцнюють внутрішні сили людини і держави, збагачують життя чеснотами гуманізму, моралі, людинолюбства, – нині перебувають у занепаді. Тому щоби зупинити розповсюдження зла, відновити віру людей в добро і справедливість, повернути людському життю його абсолютну цінність, вкрай необхідно, аби духовні цінності нарешті почала визначати правда: коли добро називають добром, а зло – злом» [4, с. 249].

Адже не випадково за будь яких історичних подій, тим більше в надскладних умовах воєнного часу, людина відчуває потребу у вищих, незмінних ціннісних орієнтирах, які зміцнювали б її духовні сили, збагачували сенсом, визначали змістові складові та головну спрямованість її життя.

Список використаних джерел

1. Франко І. Я. Доповіді Міріама. Повне зібрання творів. Т. 29. К., 1981.
2. Вернудіна І. В. Молодіжна субкультура в сучасному українському суспільстві: морально-естетичні колізії // Молодь у сучасному світі: філософсько-культурологічні виміри. Збірник матеріалів Міжнародної наукової конференції. Київ, 26-27 березня 2009 р. К.: Вид. центр КНЛУ, 2009. С. 130-133.
3. Малахов В. А. Етика: курс лекцій. Навчальний посібник. 4-те вид. К.: Либідь, 2002. 384 с.
4. Вернудіна І. В. Політична етика на проблемному перетині моралі й політики: сучасний аспект // Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Global Trends in Science: Research, Innovation and Development» (June 23-25, 2025. Varna, Bulgaria). European Open Science Space, 2025. P. 245-249. URL: https://www.eoss-conf.com/wp-content/uploads/2025/06/Varna_Bulgaria_23.06.25.pdf

Section: Information Technology, Cyber Security and Computer Engineering

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE ACTIVITIES OF UNITS OF THE NATIONAL POLICE OF UKRAINE

**Makalish Bohdan Dmytrovych
Moiko Oleksandr Oleksandrovyh
Chornenkyi Kyrylo Andriyovich**

Cadets of the Educational and Research Institute No. 4

Supervisor:

Svitlychny Vitaly Anatoliyovych

Docent of the Department of Cybercrime Counteraction
of the Educational and Research Institute No. 4,

Candidate of Technical Sciences, Docent,

Kharkiv National University of Internal Affairs

Annotation: The theses examine the current state and prospects of using artificial intelligence (AI) technologies in the units of the National Police of Ukraine. Key areas of AI implementation are described, including cyber threat analysis, video analytics, citizen request processing, and crime prediction. Special attention is given to the adaptation of AI to Ukrainian realities, such as the conditions of martial law, limited resources, and the need for legal regulation. The text emphasizes potential risks and the importance of an interdisciplinary approach to innovation. The work is based on recent examples of NPU activities during 2024–2025.

Purpose: To analyze the practice of implementing artificial intelligence technologies in the activities of the National Police of Ukraine, to identify their effectiveness, advantages, and challenges, and to determine directions for further development, taking into account the specifics of the Ukrainian security environment and the needs of the law enforcement system.

Keywords: artificial intelligence, National Police of Ukraine, cybercrime, video analytics, crime prediction, digital technologies, automation, criminal analysis, security, police activity.

Artificial Intelligence (AI) in the 21st century has become one of the key topics in the transformation of all areas of public life. Due to the growing volume of information, the dynamics of crime, and the increasing complexity of criminal activity, law enforcement agencies are turning more often to high-tech tools, especially AI. Units of the National Police of Ukraine (NPU) are also actively implementing modern digital technologies to improve the efficiency of investigative operations, criminal analysis, and public safety.

The relevance of this topic lies in the need to improve the tools and methods of combating crime in the context of an information society. Crime is increasingly shifting into cyberspace, becoming more organized, adaptive, and technically sophisticated. Traditional methods of detecting, solving, and preventing crimes are often not enough, which creates the need for new, more effective approaches. In this context, AI technologies offer new opportunities for NPU units, allowing them to work with large amounts of data, identify patterns, predict risks, and optimize rapid response.

Among the most promising directions of AI use in police work are video analytics with recognition functions, including:

1. Automatic Cyber Threat Analysis System in the Cyber Police Department

In 2024, the NPU Cyber Police Department began implementing an AI-based system for analyzing cyber threats, including phishing, vishing, and supply chain attacks. Developed in cooperation with international partners, this system uses machine learning algorithms to detect suspicious patterns in cyberspace. For example, in 2024, this system helped block over 1,200 phishing domains used for fraud involving citizens' banking data. The system automatically analyzes metadata from websites, emails, and network requests, which helped reduce cyber incident response time by 40%.

2. Use of AI for Video Data Analysis in the "Safe City" System

In 2024–2025, the "Safe City" program (especially in Kyiv, Dnipro, and Odesa) was expanded with the integration of AI models for processing surveillance camera footage. The system uses object and behavior recognition technologies to automatically detect abnormal situations, such as crowd gatherings in restricted areas, suspicious movements, or abandoned items. For example, in Dnipro in 2024, the system helped prevent 12 public disturbance incidents by automatically alerting patrol units.

3. AI for Handling Citizen Calls to the "102 Hotline"

In 2025, the NPU modernized its call-handling system for the 102 emergency line by integrating an AI module based on natural language processing (NLP). This module automatically classifies calls by type (e.g., theft, violence, fraud), determines their priority, and forwards them to the appropriate departments. In January 2025 alone, the system processed over 10,000 calls in Kyiv and Lviv regions, reducing wait times by 25%. In addition, the "Police Online" chatbot on Telegram was updated with a feature that automatically recognizes and structures written statements, allowing investigators to generate preliminary reports.

4. "CrimeMapper" Platform for Crime Prediction

In 2024, the NPU, together with Ukrainian IT companies, launched an experimental platform called "CrimeMapper" that uses AI to predict high-risk crime zones. The platform analyzes historical crime data, geographic features, socio-economic indicators, and even weather conditions. In a pilot project in Kharkiv region, the platform helped optimize patrol routes, leading to a 15% reduction in street crime in the test areas. This project continues the Predictive Policing initiative but uses localized algorithms adapted to Ukrainian realities.

The novelty of AI use in the NPU's work lies in adapting the technology to Ukraine's specific challenges, particularly:

Wartime context: AI is used to counter cyber warfare and document war crimes — a unique experience globally.

Localization of algorithms: Platforms like CrimeMapper take into account Ukraine's socio-economic and geographical specifics, making them different from Western models.

Integration with limited resources: The NPU adapts AI systems to function under limited funding and infrastructure — a challenge many countries face.

Ethical and legal aspects: Ukraine is actively developing a legal framework for AI use in law enforcement, based on the European AI Act (2024).

However, implementing AI also comes with risks, such as technical failures, algorithmic bias, violations of human rights and privacy, and insufficient legal regulation. Therefore, the further development of AI in this area requires not only technological improvement but also comprehensive legal, ethical, and social support involving interdisciplinary expertise.

In conclusion, the use of AI in the work of NPU units is not only promising but also a necessary step to improve the effectiveness of law enforcement in today's challenging environment. AI technologies help enhance operational work and strengthen public trust in the police by ensuring transparency, speed, and accuracy in responding to violations.

References

1. Andriichuk, I. V. (2021). Application of Artificial Intelligence Technologies in Law Enforcement: Legal Aspects. *Legal Bulletin*, No. 3(48), pp. 89–94.
2. Horbachenko, K. V. (2022). Artificial Intelligence in Law Enforcement: Prospects and Risks. *Law and Society*, No. 4, pp. 112–118.
3. National Police of Ukraine. (2024). *Digital Transformation Concept of the National Police of Ukraine until 2030*. Kyiv: Ministry of Internal Affairs of Ukraine.
4. Shvydkyi, M. S. (2023). Use of Video Analytics in Public Safety Systems. *Collection of Scientific Works of the National Academy of Internal Affairs*, No. 2, pp. 56–61.
5. Dastin, J. (2018). Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women. *Reuters*. URL: <https://www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight-idUSKCN1MK08G>
6. European Union Agency for Fundamental Rights. (2020). *Getting the future right – Artificial intelligence and fundamental rights*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ РОЗУМНОГО РЕГІОНУ НА ОСНОВІ BIG DATA ТА ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

Білак Юрій Юрійович

к.ф.-м.н., доцент

Федорка Павло Павлович

доктор філософії (PhD)

Клименко Михайло Володимирович

аспірант

кафедра програмного забезпечення систем

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

Анотація. У матеріалах тези розглянуто питання побудови інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (СППР) для управління розвитком «розумного регіону». Основну увагу приділено поєднанню інструментів аналізу великих даних (Big Data) та експертних оцінок для формування обґрунтованих управлінських рішень в умовах невизначеності та складних соціально-економічних процесів. Запропоновано архітектуру СППР із інтеграцією модулів збору даних, аналітичного ядра, експертної платформи та системи візуалізації. Представлено математичні моделі агрегування експертних оцінок та формули прогнозування з урахуванням результатів машинного навчання та історичних даних. Результати дослідження підтверджують ефективність комбінованого підходу для прийняття рішень у сфері регіонального розвитку.

Ключові слова: розумний регіон, система підтримки прийняття рішень, Big Data, експертна оцінка, штучний інтелект, прогнозування, Smart City.

Вступ. Розвиток розумних регіонів (Smart Regions) базується на інтенсивному використанні інформаційних технологій, що забезпечують ефективне управління соціально-економічними, інфраструктурними та екологічними процесами. Прийняття управлінських рішень у такому контексті є надзвичайно складним у зв'язку з великою кількістю факторів та джерел даних. Використання систем підтримки прийняття рішень (СППР), що поєднують можливості Big Data та експертних оцінок, є ключовою умовою формування ефективних стратегій регіонального розвитку.

Метою дослідження є створення ефективної, адаптивної інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень для управління розвитком «розумного регіону», яка дозволяє:

1) здійснювати оперативний та стратегічний аналіз соціально-економічних процесів на основі Big Data;

2) поєднувати формалізовані дані з суб'єктивними експертними судженнями;

3) забезпечувати високоточну підтримку управлінських рішень у складних, нестабільних умовах;

4) генерувати сценарії розвитку та оцінювати ризики на основі моделей штучного інтелекту.

Завдання дослідження. Для досягнення поставленої мети були визначені такі завдання:

1. Провести огляд існуючих інтелектуальних СППР. Дослідити світовий та український досвід побудови розумних міст і регіонів (наприклад, Smart Lviv, Helsinki Smart Region, Barcelona Smart City), їхні інформаційні системи та підходи до прийняття рішень.

2. Аналіз можливостей Big Data-аналітики. Застосування великих даних із відкритих реєстрів, даних супутникового моніторингу та сенсорних систем для виявлення проблемних зон, наприклад:

- моніторинг якості повітря (IoT-дані з екодатчиків);
- аналіз щільності трафіку в транспортній системі регіону.

3. Інтеграція експертних оцінок. Розробити механізм агрегування думок експертів щодо пріоритетів інвестицій, розвитку інфраструктури та ризиків з використанням методів:

- аналіз ієрархій (АНР);
- нечіткої логіки (fuzzy logic);
- Delphi-методу.

4. Розробити архітектуру СППР. Створити модульну архітектуру, що включає:

- шар збору даних (Data Collection Layer);
- шар аналітики та моделювання (AI/ML Layer);
- шар прийняття рішень (Decision Layer);
- інтерактивний інтерфейс (UI/UX Layer).

5. Апробація на реальному прикладі (кейс). Розглянуто симуляційний приклад для умовної області – вибір місця для будівництва логістичного хабу з урахуванням:

- транспортної доступності (Big Data);
- екологічної ситуації (експертні оцінки);
- соціального впливу (аналіз соцмереж).

Застосування Big Data у моделюванні розвитку регіону полягає у обробці великих даних, що дає можливість прогнозувати ключові показники соціально-економічного стану регіону. У СППР реалізується комбінована модель прогнозування, що враховує машинне навчання, експертні оцінки та історичні тренди:

$$Y_{t+1} = \alpha * Y_{ML} + \beta * E + \gamma * H \quad (1)$$

де:

Y_{t+1} – прогнозований показник на момент $t+1$;

Y_{ML} – результат від прогнозу від моделі машинного навчання;

E – інтегральна експертна оцінка;
 H – тренд історичних даних;
 α, β, γ – вагові коефіцієнти, які визначаються методом оптимізації.
 Агрегування експертних оцінок проводиться завдяки формули:

$$E = \sum_{i=1}^n w_i * x_i \quad (2)$$

де:

w_i – ваговий коефіцієнт експерта;

x_i – індивідуальна оцінка.

Для апробації запропонованої моделі було сформовано експертну групу та використано відкриті дані Державної служби статистики України, екологічні моніторингові дані та аналітику з відкритих джерел.

Таблиця 1 – Зведена оцінка ризиків для «розумного регіону»

Фактор ризику	Експертна оцінка (0–1)	Big Data показник	Зведений ризик
Зношеність інфраструктури	0.82	0.79	0.81
Екологічне навантаження	0.88	0.76	0.82
Демографічні проблеми	0.74	0.69	0.71
Транспортна доступність	0.79	0.77	0.78

Щодо архітектура інтелектуальної СППР запропонована архітектура передбачає такі модулі:

1. Модуль збору даних – інтеграція потоків із сенсорних систем, супутникових даних, реєстрів та соціальних медіа;
2. Модуль обробки даних (Big Data) – реалізований на основі хмарних платформ (Nadoop, Spark) із механізмами ETL-процесів;
3. Експертний модуль – реалізує узагальнення думок експертів за допомогою методів Делфі, парних порівнянь та нечітких множин;
4. Аналітичне ядро – включає моделі прогнозування з використанням XGBoost, LSTM та Random Forest;
5. Модуль візуалізації – інформаційні панелі з інтерактивними картами та дашбордами.

Результати дослідження і їх обговорення. У процесі дослідження досягнуто таких результатів:

1. Сформовано типову архітектуру СППР для регіонального управління, яка враховує як динамічні потоки даних (Big Data), так і аналітичні висновки експертів.
2. Розроблено прототип СППР, який реалізує:
 - ✓ кластеризацію регіонів за соціально-економічними показниками;
 - ✓ ранжування проектів за експертними оцінками та даними ефективності;
 - ✓ інтерактивну панель прийняття рішень на основі візуалізації KPI та ризиків.

3. Визначено ефективні методи агрегування даних:

- ✓ для структурованих даних — машинне навчання (градієнтний бустинг, РСА, класифікатори);
- ✓ для неструктурованих даних — обробка природної мови (NLP) для аналізу соцмереж;
- ✓ для суб'єктивних оцінок — метод нечітких множин і зважене голосування експертів.

4. Визначено ключові індикатори оцінки ефективності СППР:

- ✓ швидкість реагування;
- ✓ точність прогнозу;
- ✓ рівень відповідності результатів очікуванням експертів;
- ✓ інтегрованість із іншими цифровими сервісами регіону.

Висновки. У результаті дослідження сформовано підхід до створення інтелектуальної СППР для «розумного регіону», що поєднує переваги Big Data та експертних систем. Ключовими методичними знахідками стали:

1. Гібридна стратегія прийняття рішень, що забезпечує баланс між автоматичними алгоритмами та людською експертизою;
2. Методика багатокритеріального ранжування об'єктів регіонального планування із залученням експертного вагового аналізу;
3. Використання моделей самонавчання (self-learning AI), що дозволяють системі адаптуватися до змін у даних і поведінці користувачів;
4. Інтеграція екологічних, економічних та соціальних даних для комплексного підходу до оцінки альтернатив;
5. Принципи відкритості та прозорості у прийнятті управлінських рішень завдяки інтерактивним візуалізаціям та участі громадськості.

Описана модель СППР має перспективи впровадження в Україні, зокрема в рамках концепцій цифрової трансформації регіонів, «Smart City» та нової регіональної політики, а також запропоновано архітектуру та методичний підхід до розробки інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень для розумного регіону, яка інтегрує аналіз великих даних та експертних оцінок. Результати демонструють значне покращення точності прогнозування та обґрунтованості управлінських рішень.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку адаптивних моделей, що здатні автоматично коригувати вагові коефіцієнти залежно від мінливості зовнішніх умов та розширення можливостей візуалізації для практичного використання муніципалітетами.

Список використаних джерел

1. Гаврилюк, В. І., & Ігнатенко, С. О. (2020). Методи прийняття рішень на основі великих даних: моделі та інструменти. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Кібернетика, 49(1), 44–53.

2. Політехнічний хаб Smart Lviv. (2023). Концепція побудови смарт-регіону на прикладі Львівської області. Львів: НУ «Львівська політехніка».
3. Бондаренко, С. А., & Паламарчук, І. Ю. (2021). Архітектура інтелектуальної системи підтримки управлінських рішень для цифрових регіонів. Економічний часопис-XXI, 5–6(190), 14–20.
4. Кравченко, М. В. (2023). Регіональна цифрова трансформація: архітектура розумного регіону. Інформаційне суспільство, 27(1), 18–25.
5. Мірошніченко, Т. Є., & Семенець, А. І. (2022). Інтелектуальні технології аналізу великих даних у прийнятті управлінських рішень. Інформаційні технології і засоби навчання, 90(2), 46–57. <https://doi.org/10.33407/itlt.v90i2.4987>
6. Гороховський, В. А., & Гречко, М. П. (2021). Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень: концепції, технології, практики. Київ: Наукова думка. 280 с.
7. Kunanets, N., Fedorka, P., & Kut, V. (2023). Formation of a recommendation system for the "smart region" for the purpose of choosing information technologies and their implementation when creating applications. Bulletin of National Technical University" KhPI". Series: System Analysis, Control and Information Technologies, (1 (9)), 33-40. <https://doi.org/10.20998/2079-0023.2023.01.05>
8. Шпак, О., Федорка, П., & Пригара, М. (2023). Розумні міста та Інтернет речей: вплив розробок у сфері ІТ на розвиток міст і покращення якості життя. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості, (3 (25)), 114-128. <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2023.25.114>

IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLE OF ADAPTABILITY IN DESIGN

Romanyuk O.N.

Doctor of Technical Sciences, Professor.
Vinnytsia National Technical University

Kovalyova Y.O.

Smart Alpaca LLC

Abstract. This paper explores the implementation of the adaptability principle in modern design, emphasizing its role in enhancing usability, accessibility, and user satisfaction across devices and contexts. It outlines technical approaches such as media queries, flexible layouts, and behavioral adaptation powered by machine learning. The study highlights psychological, cultural, and ethical considerations, including inclusive design and privacy-aware personalization. Emerging trends like neuroadaptive interfaces, voice interaction, and cross-device continuity are also discussed. The research concludes that adaptive design is essential for creating responsive, user-centered, and future-proof digital.

Keywords: adaptive design, user interface, accessibility, personalization, behavioral adaptation.

Introduction. In today's world, where digital technologies are increasingly integrated into daily human life, adaptive design is transforming from a mere design concept into a crucial component of effective user interface interaction. The concept of adaptability in design refers to a product's or interface's ability to adjust to a user's device parameters, usage context, environment, and even individual user characteristics. Implementing this principle ensures a high level of usability, accessibility, and aesthetic satisfaction during product use.

Research Aim. The aim of this study is to investigate the implementation of the adaptability principle in modern design, with a particular focus on its impact on usability, accessibility, user satisfaction, and interface consistency across various devices and usage contexts. The research seeks to analyze both technical and human-centered aspects of adaptive design, identify emerging trends, and explore the role of personalization and inclusivity in the development of flexible user interfaces.

Research Finding. Historically, the development of adaptive design has been associated with the expansion of devices used to access information. In the 1990s, the primary interface was a computer with a standard-sized display. However, since the early 2010s, mobile traffic has significantly increased, requiring a completely different approach to interface development. The emergence of tablets, smart TVs, smartwatches, and even augmented reality glasses forced designers to abandon fixed layouts in favor of flexible, adaptive structures [1].

The core idea of adaptive design is the creation of several layouts or interface variants that adjust to screen size. This differs from responsive design, which is typically based on flexible grids and percentage-based scaling, while adaptive design involves clearly defined breakpoints where element structures change. Therefore, implementing adaptability requires thorough analysis of interface usage scenarios, target audiences, and possible interaction contexts [2].

From a technical perspective, implementing adaptive design involves the use of CSS media queries, flexible layout systems (such as flexbox or grid), and specialized frameworks like Bootstrap, Foundation, or Tailwind CSS, which simplify the creation of adaptive layouts. For example, using the container-fluid class in Bootstrap allows the creation of an element that automatically scales with screen width. This ensures a continuous user experience across devices [3].

Other tools and approaches include JavaScript-based detection of device capabilities and conditional content rendering using libraries such as React or Vue. Developers often implement adaptive routing logic that presents different page components or interactions depending on screen size or input method. For instance, mobile versions of e-commerce sites often simplify the checkout process into fewer steps with larger tap targets and auto-filled fields. An essential part of adaptive design is also the optimization of images and media. High-quality images must automatically change resolution to avoid unnecessary load on mobile devices while remaining crisp

on high-resolution displays. HTML's `srcset` and `sizes` attributes provide adaptive image delivery depending on viewport width, while modern image formats like WebP and AVIF reduce load times without significant quality loss [4]. Additionally, adaptive video streaming (e.g., via HLS or MPEG-DASH) dynamically adjusts resolution and bitrate to ensure smooth playback based on network conditions.

From the user's perspective, adaptability is a sign of thoughtful, user-centered design. An interface that maintains consistency and usability across devices does not provoke frustration and supports a positive user experience. For example, buttons that shrink without becoming unreadable, or navigational menus that transform into hamburger icons while preserving functionality, enhance usability. Studies show that users are likely to abandon websites that fail to adapt to their device or context—especially mobile platforms where performance expectations are high [5].

Psychologically, the ability of a system to anticipate and support user needs reduces cognitive load and fosters a sense of control. Users are more likely to engage with systems that feel familiar and predictable across environments. Adaptive design supports this by ensuring that core interactions remain consistent while layout and functionality adjust gracefully.

An essential aspect of adaptive design is its intersection with inclusive and accessible design. Users with disabilities or specific needs must be able to interact with interfaces under varied conditions. For instance, users with visual impairments need high contrast modes and screen reader compatibility. Those with motor difficulties benefit from enlarged touch targets and voice navigation options. Adaptive interfaces can dynamically adjust to support these needs by integrating accessibility APIs and implementing design tokens that automatically scale elements and spacing [6].

Frameworks such as ARIA help enhance semantic markup, while media queries like `prefers-reduced-motion` allow websites to disable animations for users with vestibular sensitivities. Furthermore, font scaling using relative units enables users to adjust text sizes in browsers or operating systems without breaking layouts. Universal design principles, which advocate designing for the widest range of users from the start, increasingly overlap with adaptive strategies. Adaptive systems can be personalized based on accessibility profiles, such as dyslexia-friendly fonts or simplified language interfaces.

Visual branding must also account for adaptability. Logos, icons, and brand elements are often presented in multiple versions optimized for different devices. In some cases, a brand may use a full horizontal logo for desktop displays, a compact stacked version for tablets, and a simplified icon for mobile apps or browser tabs. Scalable vector graphics allow for crisp, scalable visuals across all resolutions. Adaptive typography is equally critical. Systems such as Google's Material Design or Apple's Human Interface Guidelines recommend fluid typography that scales based on viewport or device orientation. This ensures readability without overcrowding or line breaks in awkward places [7].

Dark mode is another area of adaptive visual design that responds to environmental conditions and user preferences. Implemented through CSS media queries, it improves usability in low-light environments and helps reduce eye strain. Similarly, dynamic theming systems allow interface colors, spacing, and contrasts to adjust based on the context or user profile [8].

Beyond structural adaptation, a new trend is context-aware and behavior-driven adaptability. Modern systems can adjust layout and content based on real-time data about the user's location, time of day, or usage habits. For example, food delivery apps might prioritize lunch menus during midday and offer quick reorder buttons for frequently purchased items. Machine learning algorithms enhance adaptability by personalizing user interfaces based on behavioral insights. Netflix dynamically adjusts its homepage thumbnails based on genres a user prefers. Amazon modifies content positioning and product suggestions based on purchasing history and device type. These systems implement feedback loops where user data continuously informs adaptive UI elements [9].

Gamification platforms and educational interfaces also benefit from behavioral adaptation. Learning management systems tailor feedback, task difficulty, and learning paths depending on the user's pace, error rate, and engagement metrics. Adaptability also includes localization. A well-designed adaptive interface must consider not just screen size but also linguistic, cultural, and symbolic dimensions. Right-to-left support for Arabic and Hebrew, culturally sensitive icons and color schemes, and country-specific content policies all require thoughtful design adaptation. Localization platforms enable automatic rendering of language-specific layouts while maintaining layout integrity. Additionally, adaptive UI must consider text expansion in certain languages and variations in reading direction to ensure a consistent experience across regions [10].

To evaluate the effectiveness of adaptive design, teams use A/B testing, heatmaps, accessibility audits, user surveys, and performance benchmarks. Metrics such as bounce rate, task completion time, page load speed, and satisfaction ratings offer insights into whether the adaptation enhances or impedes usability. Tools like Google Lighthouse and WebPageTest help measure performance and responsiveness. Accessibility tools like Axe and WAVE assist in ensuring compliance with WCAG guidelines and usability across assistive technologies. A well-executed adaptive design should not only pass technical validation but also demonstrate user impact. Increased engagement, reduced support requests, and improved retention are key indicators of success.

The field of adaptive design is evolving rapidly in response to technological innovations and changing user expectations. One major trend is AI-driven interface personalization. While early adaptive systems used fixed breakpoints or basic device detection, contemporary systems incorporate machine learning models that continuously learn from user behavior. These models allow interfaces to anticipate user needs by analyzing patterns in navigation, click behavior, session duration, and

contextual variables like location or time of day. For instance, adaptive dashboards in enterprise software now reconfigure widget visibility and prioritization based on user roles, historical queries, and productivity habits.

Voice interfaces and natural language interaction represent another direction. As voice assistants become more prevalent, adaptive design must extend beyond visual interfaces. The interface adapts not only to screen constraints but also to verbal commands, user accents, speech pace, and auditory environments. For example, voice interfaces in cars adapt to background noise by adjusting microphone sensitivity or simplifying command structures during complex driving scenarios.

Augmented and virtual reality also require fundamentally adaptive design systems. In these immersive environments, adaptability must account for field of view, depth perception, movement tracking, and the physical ergonomics of the user. For example, UI elements in VR may reposition themselves based on head movement or controller input to stay within a comfortable field of vision. Adaptive placement of controls and dynamic resizing of text or icons are key to usability in spatial computing.

Another trend is cross-device continuity. Users increasingly expect experiences to follow them across multiple devices—a search started on a phone may be completed on a desktop or tablet. Adaptive design in this context involves maintaining user state, data synchronization, and UI consistency across platforms. Progressive web apps and cloud-based design systems now support adaptive persistence and session transfer to ensure continuity without loss of functionality or context.

As adaptive design becomes more personalized and predictive, ethical concerns come to the forefront. Over-personalization based on behavioral tracking can lead to user discomfort, privacy violations, or manipulative UI practices. Designers must balance adaptability with transparency and user control. Interfaces should provide clear settings to enable, disable, or customize adaptive features. Consent management and ethical use of personal data are integral to trustworthy design systems.

Inclusivity must also move beyond accessibility compliance to include socioeconomic, geographic, and cultural diversity. Adaptive interfaces should account for users with limited data plans, outdated devices, or constrained environments. Lightweight design, offline functionality, and adaptive image delivery for low-bandwidth users are examples of inclusive adaptive practices. Furthermore, as systems become more adaptive, there is a risk of reducing user autonomy. Interfaces that hide features deemed irrelevant may hinder exploration or learning. Therefore, adaptability should be progressive and educational, gradually exposing users to complexity rather than locking them into a simplified mode.

Regulatory frameworks, such as the General Data Protection Regulation (GDPR), impact adaptive design practices by restricting data collection and profiling without user consent. Designers must ensure that adaptive features comply with such regulations, particularly when personalization involves sensitive data or real-time decision-making.

Looking forward, adaptive design is expected to become more deeply integrated into design systems and component libraries, allowing for modular and scalable UI development. Tools like Figma and Adobe XD are introducing adaptive constraints and smart layout behaviors that allow designers to prototype responsiveness without writing code. Design tokens and style dictionaries enable adaptive consistency across teams and platforms.

Neuroadaptive interfaces, which adjust in response to biometric signals such as eye movement, pupil dilation, or EEG data, are being explored in high-stakes applications such as military training or advanced medical simulations. These systems adapt not only to environmental and behavioral data but also to cognitive or emotional states. Although still experimental, such technologies highlight the growing intersection of adaptability and human-computer symbiosis.

Conclusions. In conclusion, the implementation of adaptability in design is a multifaceted challenge that spans user psychology, technical architecture, aesthetic integrity, and social inclusion. It transforms design from a static discipline into a dynamic, data-driven process that respects diversity in devices, users, and contexts. Adaptive design is no longer optional—it is a prerequisite for competitive, future-proof digital systems. As user expectations evolve, designers and developers must commit to creating flexible, inclusive, and behavior-aware interfaces. Embracing adaptability not only improves accessibility and performance but also fosters trust, engagement, and long-term user loyalty.

References

1. Wood D. Adaptive and Responsive Web Design. Indianapolis: John Wiley & Sons, 2020. 256 p.
2. Krug S. Don't Make Me Think: A Common Sense Approach to Web Usability. San Francisco: New Riders, 2014. 216 p.
3. Marcotte E. Responsive Web Design. A Book Apart, 2011. 150 p.
4. Shulhin A. Image optimization for adaptive web applications. Computer in School and Family. 2021;3:34–37.
5. Norman D. The Design of Everyday Things. MIT Press, 2013. 384 p.
6. W3C. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.1). URL: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
7. Google. Material Design Guidelines. URL: <https://material.io/design>
8. Makarenko L. Implementing dark mode in adaptive web interfaces. Information Technologies and Learning Tools. 2022;90(4):21–25.
9. Nielsen J. Usability Engineering. Morgan Kaufmann, 2020. 362 p.
10. Ishida R. Localization and cultural adaptation in web interfaces. Multilingual Computing. 2019;30(3):22–27.

MODULARITY, ISOLATION, AND ENCAPSULATION AS UNIVERSAL PRINCIPLES OF PROGRESS IN DIGITAL SYSTEMS

Kasianchuk Vitalii

master's degree holder

Department of Software Engineering

Ivano-Frankivsk National Technical University of
Oil and Gas, Ukraine

Abstract

The principles of modularity, isolation, and encapsulation have long been central to the development of complex systems in software engineering. However, these principles also find application across disciplines, including biology, economics, and education. This paper examines the cross-domain nature of these principles and their contributions to the creation, evolution, and resilience of both digital and non-digital systems. Through comparative analysis, we demonstrate the universality and value of these architectural ideas.

Keywords

modularity, encapsulation, isolation, digital systems, interdisciplinary architecture.

Introduction

Modern digital systems face increasing complexity, scale, and interdependence. To manage this complexity, software engineers rely on foundational architectural principles such as modularity (decomposing systems into parts), isolation (reducing unintended interactions), and encapsulation (hiding internal details). Interestingly, these same principles are used sometimes unconsciously in disciplines far beyond computer science. This paper investigates the parallels and shared logic across different fields.

Purpose and Objectives of the Research

The purpose of this research is to demonstrate how the principles of modularity, isolation, and encapsulation serve as universal design tools across various disciplines. The objectives include:

- 1) defining these principles in a software context;
- 2) identifying analogues in biology, economics, and education;
- 3) discussing how these principles contribute to system sustainability and innovation across domains.

Results and Discussion

In software engineering, modular design enables scalable development and enhanced maintainability. Modules with encapsulated logic are easier to test, debug, and evolve.

In biology, genes and organs operate as modular components within organisms. The genetic code is encapsulated in DNA structures, and organs like the heart or lungs perform isolated, yet cooperative functions, ensuring survival through redundancy and specialization.

In economics, businesses are often structured into departments or independent divisions. Each unit focuses on specific goals, which are isolated from others to prevent systemic failure while encouraging innovation and accountability.

In education, modular learning allows students to focus on individual topics or skills. A course divided into learning modules promotes clarity, goal-setting, and personalized pacing, especially in modern online environments.

Across all these fields, modularity enables both resilience and adaptability. Systems designed with encapsulation and isolation in mind can evolve more predictably and withstand disruptions more effectively.

Conclusion

Modularity, isolation, and encapsulation are not only fundamental to software architecture, but they also serve as universal tools for managing complexity across disciplines. From biology to economics and education, these principles help build systems that are robust, adaptable, and scalable. Recognizing their universality opens up new avenues for interdisciplinary thinking and innovation in both digital and social systems. This topic was also actively discussed with students during "Project Practice" classes as a conceptual foundation for designing modern IT solutions.

References

1. Baldwin, C. Y., & Clark, K. B. (2000). *Design Rules: The Power of Modularity*. MIT Press.
2. Mertens, F., Letmathe, P., & Weking, J. (2023). Reviewing the Intellectual Structure of Product Modularization: Toward a Common View and Future Research Agenda. *Journal of Product Innovation Management*. <https://doi.org/10.1111/jpim.12642>
3. Ashrafi, R., Qrunfleh, S., & Gopalakrishnan, M. (2023). When is technological modularity generative? *Information Systems Journal*. <https://doi.org/10.1111/isj.12531>
4. Rodrigo, D., Ugarte, S., & de la Cruz, M. (2018). The role of modularity in sustainable design: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 176, 196–209. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.155>
5. Wagner, G. P., Pavličev, M., & Cheverud, J. M. (2007). The road to modularity. *Nature Reviews Genetics*, 8(12), 921–931.
6. Parter, M., Kashtan, N., & Alon, U. (2007). The evolutionary modularity of bacterial metabolic networks. *Nature Genetics*, 39(4), 471–477.
7. Schmidt, J., & Foss, N. J. (2023). Modularity, adaptation problems, and the governance of ecosystems. *Strategic Management Journal*. <https://doi.org/10.1002/smj.3483>
8. Ethereum Foundation. (2022). *Ethereum's Modular Future*. <https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pos/>

СПОСІБ ВИБОРУ ТОПОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

Неронов Сергій Миколайович

канд. техн. наук

Кафедра комп'ютерних наук і інформаційних систем

Костікова Марина Володимирівна

канд. техн. наук, доцент

Кафедра комп'ютерних наук і інформаційних систем

Неронов Олександр Миколайович

аспірант

Кафедра будівництва та експлуатації автомобільних доріг ім. О. К. Біруля

Плехов Данило Олександрович

PhD

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

Анотація. У роботі запропонований спосіб вибору топології інформаційної мережі, який відноситься до галузі систем управління та передачі даних спеціального призначення і може бути використаний в перспективних телекомунікаційних мережах спеціального призначення.

Ключові слова: спосіб, топологія, інформаційна мережа, навантаження, оцінювання, показник, вузол, бітова помилка.

Введення. Відомий спосіб управління топологією мобільної самоорганізуючої мережі [1], при якому вузли мережі поділяються на дві частини. Вузли, що входять в першу частину, поділяються на групи. Вузли, що входять до групи, поділяються на дві підгрупи. Першу підгрупу становлять вузли, які формують чітку домінуючу множину. В другу підгрупу входять вузли, які формують домінуючу множину і які пов'язані з вузлами першої частини групи не більше, ніж одним переходом. Вузли, які складають другу частину, не входять ні в одну групу. Зв'язок між групами забезпечують вузли домінуючих множин груп і вузли другій частині.

Недоліками зазначеного способу-аналогу є висока обчислювальна складність, низька швидкість передачі інформації та тривалий час на побудову оптимальної топології мережі [1].

Найбільш близьким до способу, що пропонується, є спосіб синтезу раціональної структури підсистеми розвідки системи протиповітряної оборони з використанням генетичного алгоритму [2, 3], сутність якого полягає в тому, що інформаційна система проводить ініціалізацію, під час якої відбувається формування початкової популяції структур-хромосом; після чого відбувається схрещування та формування популяції хромосом-нащадків; далі мутація, формування популяції хромосом-мутантів; відбувається розпізнавання варіанту

дій противника, з його оцінкою; відбір кращих хромосом з популяції та формування наступного покоління після чого інформаційною системою проводиться визначення раціональної структури підсистеми розвідки системи протиповітряної оборони з множини варіантів. Генетичний алгоритм – це еволюційний алгоритм. А еволюційні алгоритми є основою сучасних евристичних комп'ютерних технологій оптимізації, навчання, моделювання, проектування й управління у найширшому значенні цих понять.

Недоліком зазначеного способу-прототипу є не ефективність використання в умовах високої мобільності об'єктів, що входять до складу підсистеми розвідки системи протиповітряної оборони.

Мета та задачі дослідження. Мета роботи: розробка способу вибору топології інформаційної мережі. Задачі дослідження: технічним завданням, що вирішує заявлений спосіб вибору топології інформаційної мережі, є поєднання переваг прототипу та аналогу, з усуненням їхніх недоліків.

Результати дослідження і їх обговорення. Запропонований спосіб вибору топології інформаційної мережі полягає у тому, що інформаційна система проводить ініціалізацію, під час якої відбувається формування початкової популяції структур-хромосом. Після чого відбувається схрещування та формування популяції хромосом-нащадків; далі мутація, формування популяції хромосом-мутантів; відбувається розпізнавання варіанту навантаження, з її оцінкою; відбір кращих хромосом з популяції та формування наступного покоління після чого інформаційною системою проводиться визначення раціональної топології з множини варіантів. Даний спосіб відрізняється тим, що інформаційна система на етапі розпізнавання варіанту навантаження проводить оцінювання якості каналів інформаційної мережі на кожному вузлі інформаційної мережі за критерієм мінімуму ймовірності бітової помилки за допомогою порівняння отриманих значень з еталонними.

Пояснимо більш докладно сутність заявленого способу. Ідентифікація навантаження інформаційної мережі на основі нечіткого логічного висновку здійснюється відповідно до визначеної бази знань:

$$\begin{aligned} &\text{ЯКЩО } (x_1 = a_{1,j1}) \text{ I } (x_2 = a_{2,j1}) \text{ I } \dots \text{ I } (x_n = a_{n,j1}) \text{ з вагою } w_{j1}, \\ &\text{ЯКЩО } (x_1 = a_{1,j2}) \text{ I } (x_2 = a_{2,j2}) \text{ I } \dots \text{ I } (x_n = a_{n,j2}) \text{ з вагою } w_{j2}, \\ &\dots \\ &\text{ЯКЩО } (x_1 = a_{1,jk_j}) \text{ I } (x_2 = a_{2,jk_j}) \text{ I } \dots \text{ I } (x_n = a_{n,jk_j}) \text{ з вагою } w_{jk_j}, \\ &\text{ТО } y = d_j, j = \overline{1, m}, \end{aligned} \quad (1)$$

де $a_{i,jp}$ – нечіткий терм, яким оцінюється змінна x_i в рядку з номером jp ($p = \overline{1, k_j}$), тобто $a_{i,jp} = \lceil \mu_{jp}(x_i) / x_i$; k_j – кількість рядків-кон'юнкцій, в яких вихід y оцінюється значенням d_j ; $w_{jp} \in [0, 1]$ – ваговий коефіцієнт правила з номером jp .

Функції відповідності навантаження $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ класам d_j розраховуються так:

$$\mu_{d_j}(X^*) = \bigvee_{p=1, k_j} w_{jp} \cdot \bigwedge_{i=1, n} (\mu_{jp}(x_i^*)), j = \overline{1, m}, \quad (2)$$

де $\mu_{jp}(x_i^*)$ – функція відповідності входу x_i^* нечіткому терму $a_{i,jp}$; $\wedge$ ($\vee$) – s-норма (t-норма), якій в задачах класифікації зазвичай відповідають максимум (мінімум).

В якості рішення вибрано клас з максимальною функцією відповідності розрахованого рішення $d_1 \dots d_m$:

$$y^* = \arg \max_{\{d_1, d_2, \dots, d_m\}} (\mu_{d_1}(X^*), \mu_{d_2}(X^*), \dots, \mu_{d_m}(X^*)). \quad (3)$$

Введемо обмеження, що існує еталонна вибірка із M пар експериментальних даних, які зв'язують входи $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ з виходом y залежності, що досліджується:

$$(X_r, y_r), (r = \overline{1, M}), \quad (4)$$

де $X_r = (x_{r,1}, x_{r,2}, \dots, x_{r,n})$ – вхідний вектор в r -ій парі; y_r – відповідний вихід.

Опишемо модель оцінювання обстановки:

$$D(k) = f \left[\begin{matrix} Y_1(k-1), \dots, Y_n(k-1), \\ Z_1(k-1), \dots, Z_n(k-1) \end{matrix} \right], \quad (5)$$

де $Y_1(k-1)$ – вектор, що характеризує перший показник оцінки на $k-1$ кроці моделювання; $Y_n(k-1)$ – вектор, що характеризує n -ний показник оцінки на $k-1$ кроці моделювання; $Z_1(k-1), \dots, Z_n(k-1)$ – вектори, що характеризують узагальнену оцінку по кожному з показників оцінки якості сигнальної обстановки.

Можливі стани обстановки задані множиною $d \in \{d_1, d_2, d_3\}$. Задача оцінювання полягає в тому, щоб кожному сполученню показників оцінки поставити у відповідність одне з рішень $d_i, i = \overline{1, 3}$. Показники k_n будемо розглядати як лінгвістичні змінні.

Структура моделі процесу оцінювання показана у вигляді багаторівневого ієрархічного дерева логічного висновку, що відповідає наведеним нижче станам:

$$d = f_d(Z_1 \dots Z_n), Z = f_z(Y_1 \dots Y_n), Y_n = f_{y_n}(k_{n1}(x), k_{n2}(x), k_{n3}(x), k_{n4}(x), k_{n5}(x)). \quad (6)$$

Для показників, що мають кількісний вимір, діапазон зміни розбивається на чотири кванти. Це забезпечить можливість перетворення безперервної універсальної множини $U = [\underline{u}, \bar{u}]$ в дискретну п'ятиелементну множину:

$$U = (u_1, u_2, \dots, u_5), \quad (7)$$

де $u_1 = \underline{u}, u_2 = \underline{u} + \Delta_1, u_3 = u_2 + \Delta_2, u_4 = u_3 + \Delta_3, u_5 = \bar{u}$, причому

$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 = \bar{u} - \underline{u}$; $\bar{u}$ ($\underline{u}$) – верхня (нижня) границя діапазону зміни показника. Тоді всі матриці парних порівнянь мають розмірність 5×5 . Вибір чотирьох квантів визначається можливістю апроксимації нелінійних кривих по п'ятьох точках.

Оцінювання ймовірності бітової помилки каналів інформаційної мережі з використанням експертної інформації здійснюється з використанням нечітких логічних рівнянь, які являють собою матрицю знань і систему логічних висловлювань. Ці рівняння дозволяють обчислити значення функцій належності різних результатів оцінювання при фіксованих значеннях вхідних показників. В якості результату процесу оцінювання ймовірності бітової помилки каналів інформаційної мережі, будемо приймати рішення з найбільшим значенням функції належності. Лінгвістичні оцінки α_i^{jp} змінних $x_1, x_2, \dots, x_n$, що входять у логічні висловлення щодо рішень $d_j, j=\overline{1, m}$, розглянемо як нечіткі множини, визначені на універсальних множинах $X_i = [x_i, \bar{x}_i], i = \overline{1, n}$.

Нехай $\mu^{\alpha_i^{jp}}(x_i)$ – функція належності показника $x_i \in [\underline{x}, \bar{x}]$ нечіткому терму $\alpha_i^{jp}, i=\overline{1, n}, j=\overline{1, m}, p=\overline{1, l_i}$; $\mu^{d_j}(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – функція належності вектора вхідних змінних $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ значенню вихідної оцінки $y = d_j, j=\overline{1, m}$.

Зв'язок між даними функціями визначається нечіткою базою знань і може бути представлений у вигляді наступних логічних рівнянь:

$$\begin{aligned} \mu^{d_j}(x_1, x_2, \dots, x_n) = & \mu^{\alpha_1^{j1}}(x_1) \wedge \mu^{\alpha_2^{j1}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{\alpha_n^{j1}}(x_n) \vee \\ & \mu^{\alpha_1^{j2}}(x_1) \wedge \mu^{\alpha_2^{j2}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{\alpha_n^{j2}}(x_n) \dots \\ & \dots \mu^{\alpha_1^{jl_j}}(x_1) \wedge \mu^{\alpha_2^{jl_j}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{\alpha_n^{jl_j}}(x_n), j=\overline{1, m}. \end{aligned} \quad (8)$$

Рівняння отримані з нечіткої бази знань шляхом заміни змінних (лінгвістичних термів) на їх функцій належності, а операції I та АБО – на операції $\wedge$ і $\vee$.

Коротко наведену вище систему запишемо таким чином:

$$\mu^{d_j}(x_i) = \bigvee_{p=1}^{l_j} \left[\bigwedge_{i=1}^n \mu^{\alpha_i^{jp}}(x_i) \right], j=\overline{1, m}. \quad (9)$$

Нечіткі логічні рівняння є аналогом введеної Заде процедури нечіткого логічного висновку, що здійснюється за допомогою операції «нечітка (min-max) композиція», в якій операціям $\wedge$ і $\vee$ відповідають операції min і max. Одержуємо:

$$\mu^{d_j}(x_i) = \max_{p=1, l_j} \left\{ \min_{j=1, n} \left[\mu^{\alpha_i^{jp}}(x_i) \right] \right\}. \quad (10)$$

З виразу видно, що для розрахунку необхідно мати лише функції належності змінних нечітким термам.

Алгоритм розрахунку функції належності при оцінюванні ймовірності бітової помилки каналів інформаційної мережі включає наступні етапи:

1. Задають сукупність нечітких термів $\{u_1, u_2, \dots, u_l\}$, що використовують для оцінки x .

2. Для кожного терму $u_i, i=\overline{1, l}$ формують матрицю парних порівнянь:

$$T = \begin{pmatrix} 1 & \frac{r_2}{r_1} & \frac{r_3}{r_1} & \dots & \frac{r_n}{r_1} \\ \frac{r_1}{r_2} & 1 & \frac{r_3}{r_2} & \dots & \frac{r_n}{r_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{r_1}{r_n} & \frac{r_2}{r_n} & \frac{r_3}{r_n} & \dots & 1 \end{pmatrix}, \quad (11)$$

де $r_s(u_i)$ – ранг елементу $u_i \in U$, що характеризує значимість цього елементу при формуванні властивості, яка описується деяким нечітким термом $\tilde{S}$.

Матриця має такі властивості:

- елементи головної діагоналі $t_{ij} = 1, i=\overline{1, n}$;
- відносно головної діагоналі елементи зв'язані виразом $t_{ij} = 1/t_{ji}$;
- транзитивність: $t_{ik}t_{kj} = t_{ij}$, тому що $\frac{r_i}{r_k} \frac{r_k}{r_j} = \frac{r_i}{r_j}$.

Завдяки даним властивостям по відомих елементах одного рядка матриці T легко знайти елементи інших рядків. Якщо відомі елементи $t_{kj}, k, j=\overline{1, n}$, то довільний елемент t_{ij} знаходиться так: $t_{ij} = t_{kj}/t_{ki}, i, j, k=\overline{1, n}$.

Оскільки матриця може бути інтерпретована як матриця парних порівнянь рангів, то для експертної оцінки елементів цієї матриці можна скористатися дев'ятибальною шкалою Сааті. Для описуваного випадку:

$$t_{ij} = r_i/r_j = \begin{cases} 1 - \text{якщо відсутня перевага } r_i \text{ над } r_j; \\ 3 - \text{при малій перевазі } r_i \text{ над } r_j; \\ 5 - \text{при суттєвій перевазі } r_i \text{ над } r_j; \\ 7 - \text{при явній перевазі } r_i \text{ над } r_j; \\ 9 - \text{при абсолютній перевазі } r_i \text{ над } r_j; \\ 2, 4, 6, 8 - \text{проміжні порівняльні оцінки.} \end{cases} \quad (12)$$

3. Визначають функції належності:

1) за абсолютними оцінками рангів $r_i, i=\overline{1, n}$, які можна визначити по дев'ятибальній шкалі (1 – нижчий ранг, 9 – вищий ранг);

2) за відносними оцінками рангів $r_i/r_j = t_{ij}$, $i, j = \overline{1, n}$, що створюють матрицю парних порівнянь, обчислюють значення функцій належності для кожного терму. При цьому нормування отриманих функцій належностей здійснюють шляхом ділення на найбільші ступені належності.

Нечіткі логічні рівняння разом із функціями належностей нечітких термів дозволяють оцінювати ймовірність бітової помилки каналів інформаційної мережі відповідно до наступної послідовності операцій:

1. Фіксують значення показників ймовірності бітової помилки каналів інформаційної мережі $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$.

2. Використовуючи алгоритм розрахунку функції належності, визначають функції належностей $\mu^j(x_i^*)$ при фіксованих значеннях показників x_i^* , $i = \overline{1, m}$.

3. Використовуючи логічні рівняння, обчислюють значення функцій належностей $\mu^{d_j}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$ при векторі стану $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$ для всіх станів $d_1, d_2, \dots, d_n$. При цьому логічні операції І ($\wedge$) і АБО ($\vee$) над функцією належності заміняють на операції $\min$ і $\max$.

4. Визначають рішення d_j^* , для якого:

$$\mu^{d_j^*}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*) = \max_{j=1, m} [\mu^{d_j}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)]. \quad (13)$$

Дані матриць знань утворюють нечітку базу знань оцінювання ймовірності бітової помилки каналів інформаційної мережі на кожному вузлі інформаційної мережі.

Використовуючи таблиці й операції $\wedge$ (І) і $\vee$ (АБО), записують систему логічних рівнянь, що зв'язують функції належностей рішень оцінювання обстановки із функціями належності розвідувальних ознак.

Висновки. Технічний результат від застосування зазначеного способу полягає у зменшенні обчислювальних затрат, підвищенні швидкості передачі інформації в умовах високої мобільності в перспективних телекомунікаційних мережах.

Список використаних джерел

1. Шишацький А. В., Жук О. В., Неронов С. М., Протас Н. М., Кашкевич С. О. (2024). Сукупність методик підвищення оперативності прийняття рішень з використанням метаевристичних алгоритмів. Modern aspects of science: International collective monograph, 40, 529–557. <http://perspectives.pp.ua/public/site/mono/mono-40.pdf>
2. Худов Г. В., Таран І. А. (2016). Методика синтезу раціональної структури підсистеми розвідки системи протиповітряної оборони з використанням генетичного алгоритму. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2(23), 25–31. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nitps_2016_2_8

3. Пиріг Я., Климаш М., Пиріг Ю., Лаврін О. (2023). Генетичний алгоритм як засіб розв'язання оптимізаційних задач. Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія, 3(2), 95–107. <https://doi.org/10.23939/ictee2023.02.095>

ANALYSIS OF THE PERSONNEL COMPOSITION OF THE IT INDUSTRY OF THE VINNYTSIA REGION

Romanyuk O.N.

Doctor of Technical Sciences, Professor.
Vinnytsia National Technical University

Zemlyakov O.O.

LLC "Forest Service"

Abstract. The article provides a comprehensive analysis of the personnel composition of the IT industry of Vinnytsia region, characterizes its age, gender, and professional structure, as well as educational sources of specialist training. The role of local universities, private initiatives, dual education programs, and certifications in the formation of competitive human capital is considered. The problems and challenges of development are analyzed, in particular, personnel migration, the lack of senior specialists, and the limited business education. As a result, recommendations are proposed to improve the effectiveness of personnel policy in the region.

Keywords: IT industry, Vinnytsia region, human resource potential, IT education, digitalization, dual education, certification, labor market.

Introduction . In today's conditions of rapid development of digital technologies and digitalization of all spheres of public life, the IT industry occupies a leading place in the formation of the innovative potential of the state. Information technologies not only ensure the growth of productivity in other industries, but also act as a driver of economic development, national security and competitiveness of the country in the global market. Therefore, the human resource potential of the IT sector [1-7] acquires special importance, because it is precisely qualitatively trained specialists who determine the ability of regions to adapt to changes and form high-tech products.

Research results. Vinnytsia region is one of the dynamic regions of Ukraine, which demonstrates the sustainable development of the IT industry [3]. Despite the lack of the status of a large metropolis, the region is actively integrating into the digital economy, increasing the number of IT companies, improving the level of educational training of specialists and forming a competitive environment for the implementation of innovative projects. In such conditions, there is a growing need for a systematic analysis of the IT industry workforce, researching its structure, development dynamics, challenges and prospects.

The relevance of the chosen topic is due to the need to form an effective personnel policy in the field of information technologies at the regional level, develop tools to

support young specialists, integrate education and business, and adapt educational programs to the needs of the labor market. In this context, studying the experience of Vinnytsia region is an important step towards forming a balanced model of personnel development in the IT sector in Ukraine.

The purpose of the study is to determine the main characteristics of the human resource potential of the IT industry of Vinnytsia region, assess the factors influencing its formation and development, and identify current problems and prospects for human resource management in the context of digital transformation.

The personnel composition of the IT industry of Vinnytsia region is characterized by gradual growth in both quantitative and qualitative aspects. Vinnytsia region, despite its remoteness from metropolitan centers, is actively integrating into the digital economy of Ukraine and demonstrates positive dynamics in the formation of highly qualified IT personnel. In the city of Vinnytsia, there are more than 150 IT companies [2], covering such segments as web development, mobile applications, business automation, software development, information security, technical support and outsourcing of services. Leading companies of the region – Playtika, EPAM Systems, Delphi Software, Onseo, Spilna Sprava, Rarog Soft – are creating demand for highly qualified specialists.

The workforce is predominantly young: about 65% of employees in the industry are specialists under the age of 35. This age distribution is due to the high level of digital competence of the younger generation and the large number of internships and practices that IT companies conduct in cooperation with universities. There is a certain imbalance in the gender structure - men make up about 70–75% of all employees in the industry, although the number of women in IT in the region is steadily growing, especially in the areas of software testing, UI/UX design, analytics, and management.

Regarding the professional structure, the largest share of those employed in the regional IT industry is made up of programmers (40–45%), data analysts and testers (QA) — about 20%, DevOps engineers, system administrators and security specialists — another 15%. Project managers, business analysts, UI/UX designers and marketers occupy about 10–15% of the total workforce. This indicates a gradual complication of the structure of IT teams and an orientation towards the full cycle of product development, including analytics, design, implementation, support and promotion.

The industry has a high level of English proficiency, as most IT companies in the region operate in international markets: over 80% of IT products and services are exported. This factor also affects the competitiveness of personnel, determines the demand for English courses, as well as the use of English-language learning platforms: Coursera, Udemy, EdX, Pluralsight.

The IT market of Vinnytsia region is characterized by a low level of staff turnover (according to HR research estimates, at 8–10% per year), which indicates relative job stability, employee satisfaction with working conditions and competitive salaries. The level of wages in IT companies of the region ranges from 1,000–3,000 USD per month,

depending on qualifications, experience and position, which corresponds to the all-Ukrainian trends.

Vinnytsia Regional Council and local administrations in partnership with the Association of IT Companies of Vinnytsia actively support the development of the industry's human resources. Dual education programs are in place, regular conferences are held (IT Weekend Vinnytsia, DEV Challenge), hackathons, meet-ups and startup incubators are held. For example, in 2024, together with the city council, the Digital Vinnytsia initiative was implemented [3], within the framework of which more than 200 young specialists underwent internships in local IT companies.

Among the challenges facing the regional IT industry in the context of human resource development, it is worth mentioning: competition with other regions for talent (especially with Kyiv and Lviv), migration of specialists abroad, insufficient number of seniors and experienced R&D specialists, as well as uneven development of related educational areas. At the same time, the development of new IT clusters, the creation of modern IT parks, and the attraction of foreign investors can significantly improve the situation in the future.

Thus, the human resource potential of the IT sector of Vinnytsia is competitive, dynamic and flexible, with good prerequisites for development. The high level of educational base, the activity of the business environment, support from local authorities and focus on export markets create conditions for further expansion of the industry and preservation of leadership positions among the regions of central Ukraine.

One of the important factors in the formation of the human resource potential of the IT industry [5] in Vinnytsia region is the integration of education, science and business. Universities in the region actively cooperate with IT companies within the framework of the concluded memoranda, joint educational projects and dual education programs. In particular, Vinnytsia National Technical University implements joint training programs with EPAM, Sigma Software, Delphi Software and others, within which guest lectures, workshops, courses in modern programming and development languages, such as Java, Python, JavaScript, as well as artificial intelligence, DevOps and Data Science, are held.

An important place in the training of IT specialists is also occupied by the Donetsk National University named after Vasyl Stus, which has a faculty of information and applied technologies and trains specialists in the educational programs "Computer Science" and "Cybersecurity". Among other state educational institutions, it is worth noting the Vinnytsia National Agrarian University, where the faculty of economics and information technologies provides training in the specialty "Computer Science". IT directions are also presented at the Mykhailo Kotsiubynskyi Vinnytsia State Pedagogical University, in particular at the faculty of mathematics, physics and technologies. Among educational structures with an IT direction, it is worth mentioning the Vinnytsia Institute of Trade and Economics (a branch of the Kyiv National University of Trade and Economics), which offers programs in information technologies in business and economics. In the field of technical communications and

telecommunications, the Vinnytsia branch of the Odessa National Academy of Communications operates, which also provides training for IT specialists. Additionally, it is worth mentioning the Vinnytsia branch of the European University, which has a specialty in "Information Systems and Technologies" and trains analysts, developers, and cybersecurity specialists.

Private educational initiatives that provide additional professional training in the IT sphere are actively developing in Vinnytsia. The most famous are Vinnytsia IT Academy, New IT School, Artinov School, and IT Step Computer Academy, which offer courses in web development, software testing, UI/UX design, DevOps, cybersecurity, etc. Thus, the ecosystem for training IT specialists in Vinnytsia encompasses both classical university education and practice-oriented private sector programs, which allows for the formation of competitive human resources for the regional IT cluster.

In addition to formal education, alternative ways to enter IT are extremely popular, including online courses, bootcamps, certification programs, and self-study. Among the most popular areas that beginners master: Frontend development (HTML/CSS, JavaScript, React), Backend (Node.js, Java, PHP), automated testing, working with databases (SQL, MongoDB), as well as the basics of cybersecurity and cloud technologies (AWS, Azure). Such multi-vector training allows you to flexibly respond to market needs and quickly fill the niche of mid-level specialists.

In recent years, the region has seen a positive trend in job creation in the IT sector. According to the analytical portal DOU.ua, as of 2024, Vinnytsia will have over 5,000 IT specialists [2], and in the last three years alone, the number of employees in this sector has increased by 28%. This growth is associated with both the expansion of existing companies and the opening of new branches, as well as the relocation of businesses from the war zone to the central regions of Ukraine. As a result, the need has increased not only for programmers, but also for specialists in organizing teamwork, management, layout, digital design, and customer support.

At the state level, there is also strategic support for the digitalization of regions, which contributes to the expansion of the IT sector. In particular, in 2023, the Digital Transformation Strategy of Vinnytsia Oblast was approved, which provides for the modernization of digital infrastructure, the creation of conditions for the development of IT education and the attraction of investments in the field of technology. Within the framework of this initiative, such events as the Digital Education Forum, IT Career Days, Smart Region Hackathon are held, which unite students, employers and local authorities around the idea of building a modern digital ecosystem of the region.

It is worth noting the growing role of women in the field of information technology in Vinnytsia region. There are specialized educational initiatives such as Women in Tech Vinnytsia, which popularize IT among women, conduct courses in testing, graphic design, project management. In 2024, within the framework of the STEM Girls in Ukraine initiative, the first circles for girls interested in technology were

opened in Vinnytsia schools, which has the prospect of a long-term increase in the gender balance in the industry.

Another vector of human resource development is the involvement of specialists in international certification programs. Companies encourage employees to obtain certificates such as AWS Certified Developer, Microsoft Azure Administrator, ISTQB Foundation Level, Scrum Master Certified, etc. This not only increases the professional level of personnel, but also contributes to the integration of the local market into the global ecosystem.

Among the key problems of developing the human resources potential of the IT industry in Vinnytsia region, one can single out the insufficient level of development of business education in the IT context, the lack of training programs in the areas of product management, technological entrepreneurship, as well as the limited number of incubators for the development of startups. Despite high technical training, some graduates do not have sufficient skills in project presentation, building business models, and risk management. This creates limitations for the formation of mature IT products focused on global markets.

In order to increase the effectiveness of personnel policy in the industry, it is advisable to implement systematic approaches to monitoring competencies and market needs. Among the possible methods are regular regional IT audits, surveys of employers and graduates, and analysis of technology development trends using big data analytics. This approach will allow adapting educational programs to real business needs, minimizing the gap between employers' expectations and graduates' knowledge, as well as increasing the mobility and competitiveness of IT specialists in Vinnytsia region.

In the future, an important direction will be to strengthen the specialization of the region. Given the available educational and scientific resources, Vinnytsia can develop clusters in such areas as medical information systems, agroinformatics, financial technologies, smart city solutions, and cybersecurity. Electronic medical document management systems, CRM solutions for agricultural enterprises, and integrated services based on artificial intelligence are already being developed in Vinnytsia. The focus on interdisciplinarity and practice-oriented projects will help expand the spectrum of employment for IT personnel, and will also allow attracting investors to niche, high-tech projects.

Thanks to the active participation of educational institutions, private business initiatives, support from local authorities, and a focus on practical competencies, the region has every chance of establishing itself as an important information technology center in Central Ukraine, capable not only of exporting services, but also of forming its own competitive products on the global market.

Comparative table of the IT industry in the regions of Ukraine

Region	Number of companies	of IT Number of IT professionals (thousands)	Average salary (\$)
Vinnytsia	150	5	1800
Kyivska (Kyiv city)	2500	85	2500
Lvivska	550	25	2200
Kharkiv	700	30	2100
Odesa	400	18	2000

Vinnytsia region is home to a number of powerful IT companies that play a key role in the development of the regional digital space, creating new jobs and building human resources. One of them is Playtika, which has one of the largest offices in Ukraine, namely in Vinnytsia. It specializes in developing mobile games that are successfully promoted on the global market. Playtika's Vinnytsia office is distinguished by a high level of automation, the scale of R&D developments and a powerful team of engineers, designers and analysts. A significant feature of the company is its focus on Big Data, machine learning and user behavior analytics, which makes it a leading player in the entertainment software industry.

Another important company is EPAM Systems, a global leader in software development and IT consulting, which has offices in many cities of Ukraine, including Vinnytsia. The company implements large-scale projects in the fields of finance, healthcare, trade, telecommunications and cloud technologies, actively cooperating with customers from North America and Europe. EPAM provides Vinnytsia specialists with opportunities for professional growth, certification and participation in global developments, and also actively interacts with local universities, attracting young people to internships.

Among the notable players in the regional market is also Delphi Software - the Ukrainian division of a global holding company, which works on innovative solutions in the field of automotive electronics, telemetry and IoT. The company in Vinnytsia has a high-tech laboratory and involves both experienced engineers and young specialists in projects. Special emphasis is placed on the real application of embedded systems, deep testing and engineering accuracy.

Another well-known company is SoftServe, one of the largest IT employers in Ukraine, which has a branch in Vinnytsia. SoftServe specializes in digital transformation of businesses, working with such areas as artificial intelligence, cloud technologies, cybersecurity and UX design. The company's Vinnytsia office mainly focuses on specialists in .NET, Java, Python and DevOps, and the Data Science and medical technologies areas are also actively developing. SoftServe has its own educational platform, SoftServe University, which allows Vinnytsia specialists to constantly improve their qualifications.

No less important is the company Onseo, which is actively working in the field of game development, web services and mobile applications. The Vinnytsia office of

Onseo specializes in the full development cycle - from idea and design to testing and support. The company's feature is a flexible organizational structure, support for young teams, as well as strong expertise in JavaScript, Unity, PHP, Kotlin. It is an example of a regional startup that has transformed into an international company with offices in Ukraine, Israel, the USA and Moldova.

Spilna Sprava, although less well-known in terms of scale, makes a significant contribution to the development of local IT business by creating socially oriented projects, e-democracy platforms and open data tools. It cooperates with civil society organizations, government agencies and international donors, ensuring the implementation of transparent digital services in the region.

It is also worth mentioning Astwellsoft, a company engaged in the development of web systems, CRM/ERP solutions, and blockchain technologies. It has implemented over 250 international projects and is an example of the successful integration of Vinnytsia development into global digital economy chains.

In general, the IT sector of Vinnytsia region is represented by both branches of global companies and regional development studios specializing in the gaming industry, fintech, automotive industry, healthcare, e-commerce and government services. The development of the industry is supported by local universities, incubators, IT clusters and a favorable investment climate, which makes the region one of the leaders of digital transformation in Ukraine.

In Vinnytsia region, the largest IT companies implement a number of high-tech projects covering various industries - from the gaming industry and healthcare to automotive electronics, education, finance and public administration. Among the most famous projects of Playtika, which has one of the largest offices in Vinnytsia, it is worth highlighting the mobile games Slotomania, House of Fun, World Series of Poker, which are among the top in their category on the world market. Within the framework of these projects, Vinnytsia specialists provide both the development of the client part and a powerful analytical infrastructure using Big Data, which allows you to track player behavior, conduct A/B testing and predict profitability. The development of internal advertising networks and monetization systems has become another direction implemented in Vinnytsia.

EPAM Systems is working on complex digital transformation projects. These include the development of an electronic medical records platform for American clinics that complies with the HIPAA standard, the creation of fintech systems for processing transactions with an increased level of security for Mastercard and other financial institutions. In addition, the Vinnytsia office of EPAM is involved in the creation of a global educational platform with adaptive learning, which is used in schools in the USA and Canada, as well as in the project to migrate the IT infrastructure of a large retailer to the Google Cloud Platform. In some projects, EPAM implements solutions based on artificial intelligence - in particular, for automatic analysis of financial risks and detection of fraudulent transactions.

SoftServe, which also has an office in Vinnytsia, is actively implementing projects in the healthcare sector. One example is Healthcare Intelligence Suite, a platform that allows collecting, analyzing, and visualizing patient health data, including risk predictions based on machine learning algorithms. Another example is a project for a large energy company from the US, which created an energy consumption forecasting system that integrates data from IoT devices. In addition, SoftServe is working on platforms for virtual training of medical personnel using VR/AR technologies, as well as on cyber security services for the banking industry. Vinnytsia specialists are actively involved in creating architecture and writing software for global corporations.

The Vinnytsia office of Delphi Software (now part of Aptiv) specializes in the development of embedded systems for the automotive industry. In particular, projects are implemented here for BMW, Mercedes-Benz and other European automakers, which include the creation of electronic control units, modules for telematics, infotainment systems and ADAS (driver assistance systems) components. Vinnytsia engineers are also working on cybersecurity solutions for internal automotive infrastructure, including isolation and protection of the CAN bus from attacks. One of the innovative projects that specialists in Vinnytsia are working on is an emergency situation prediction system using neural network processing of data from sensors.

Onseo is focused on developing gaming products, among which the mobile game Poker Arena stands out, which has gained considerable popularity in the European market. The Vinnytsia Onseo teams also created an online bingo platform focused on the US market. Another project developed a series of interactive mobile games with augmented reality elements that use GPS and the device's camera. In addition to gaming, Onseo is involved in the development of web applications and CRM systems for businesses from the UK and Israel, creating full-fledged platforms with custom UX/UI design.

Astwellsoft is also known for its active project activities. Its flagship solution AstwellCRM is used by small and medium-sized businesses in Ukraine and abroad to automate sales, logistics, and customer support processes. In addition, the company has implemented blockchain projects for customers from EU countries - in particular, the creation of wallets and smart contracts for internal payments. One of the important areas is the development of an electronic document management system for municipalities, which has already been implemented in several regional centers. The company also developed an eCommerce platform with full integration of logistics and payment services for a Swiss client.

All these projects indicate that Vinnytsia is not only a regional center of the IT industry, but also a full-fledged participant in the global digital space. The high level of projects implemented in the city, the diversity of industries and the technological complexity of the products on which local IT specialists work, confirm the sustainable growth and international integration of the Vinnytsia IT sector.

Conclusion. Thus, the human resource potential of the IT industry of Vinnytsia region is currently at a stage of sustainable growth and development. Thanks to the

active participation of educational institutions, private business initiatives, support from local authorities and a focus on practical competencies, the region has every chance of establishing itself as an important information technology center of Central Ukraine, capable not only of exporting services, but also of forming its own competitive products on the world market.

List of sources used

1. On the digital economy: Law of Ukraine dated 15.12.2021 No. 1667-IX [Electronic resource]. – Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1667-20>
2. DOU.ua. Rating of Ukrainian cities by the size of IT communities [Electronic resource]. – 2024. – Access mode: <https://dou.ua>
3. Digital Strategy of Vinnytsia Region for 2023–2027. – Vinnytsia: VOCIT, 2023. – 46 p.
4. Yarchuk O. A. The information technology market of Ukraine: analytical review / O. A. Yarchuk // Economy and State. – 2023. – No. 12. – P. 45–51.
5. Barsukova S. IT education in the regions of Ukraine: indicators of effectiveness / S. Barsukova // Public management and administration in Ukraine. – 2022. – No. 3(37). – p. 89–95.
6. Melnyk I. V. Peculiarities of development of the regional IT services market / I. V. Melnyk // Information technologies and learning tools. – 2021. – Vol. 83, No. 3. – p. 137–145.
7. Strategy for the development of the IT cluster in Vinnytsia region until 2030. – Vinnytsia: Association of IT companies of the region, 2023. – 29 p.

Section: International Relations

DIGITAL DIPLOMACY VS AI DIPLOMACY: THE DILEMMA OF PAST INNOVATIONS IN AN ERA OF RADICAL CHANGE IN THE GLOBAL PARADIGM OF INTERNATIONAL COMMUNICATIONS

Serhii V. Vorobiov

Ph.D., Director at Scientific Lab "Central Ukrainian academic hub"
International scientific institution "Digital agency "E-Ecology", Ukraine

Nataliia M. Vorobiova

Master of PA, Researcher at Scientific & Research Center "EcoUkraine"
International scientific institution "Digital agency "E-Ecology", Ukraine

Abstract. The study examines the issue of the competitiveness of digital diplomacy in the current context of the transformation of the global information and communication environment, triggered by the rapid development and widespread use of artificial intelligence technologies by state and non-governmental organizations to achieve their goals in the international arena.

Keywords: digital diplomacy, AI diplomacy, international relations, information and communication environment, globalization.

Introduction. In the context of the globalist agenda of the contemporary world, which is marked by the rapid technological evolution of artificial intelligence (hereinafter - AI) mechanisms, a strategically significant question arises: to what extent does the continued focus on the development of digital diplomacy remain an effective solution? While undoubtedly an innovative model, digital diplomacy was largely conceptualized and institutionalized during the previous decade.

In contrast, given the accelerated emergence of a new paradigm characterized by the widespread application of AI tools in the field of international relations, it is reasonable to assume that the conceptual potential of digital diplomacy - technologically grounded in conventional digital instruments - may become partially exhausted in the near future.

This study centers on the dilemma of the effectiveness and appropriateness of further institutionalizing digital diplomatic practices at a time when artificial intelligence is not only transforming channels of international communication but also demonstrating the capacity to influence decision-making processes, and model the behavior of key global actors.

Accordingly, this research proposes a comparative analysis of two innovative models - namely, digital diplomacy and AI diplomacy. The latter, in our view, possesses the potential for a deeper and more radical impact on the structure of international

relations. Such an analysis will allow for the assessment of the relevance level of these models in the context of rethinking the architecture of public diplomacy.

Purpose and objectives. The objective of this study is to conduct a comparative analysis of the relevance of the digital diplomacy concept in the context of the rapid development of artificial intelligence as a new paradigm of global communication.

To achieve this objective, the following tasks must be undertaken:

- conduct a comparative analysis of the concepts of “digital diplomacy” and “AI diplomacy” as different innovative forms of public diplomacy and determine their potential to influence the transformational processes of the architecture of international relations;
- assess the impact of modern artificial intelligence technologies on international communication mechanisms, in particular their ability to indirectly influence diplomatic processes.
- to identify strategic directions for updating diplomatic practice in light of current fundamental changes in international relations.

Results and discussion. To conduct a comprehensive comparison of the concepts of “digital diplomacy” and “AI diplomacy,” it is first necessary to reflect on the foundational category - “diplomacy.” In Ukrainian scholarly sources, particularly the Political Encyclopedia [1, p. 808] and the Ukrainian Diplomatic Encyclopedia [2, p. 655], diplomacy is defined as the official activity of state authorities, heads of state, governments, foreign policy institutions, and diplomatic missions aimed at implementing the foreign policy goals of the state, as well as protecting its interests, institutions, and citizens abroad. This definition primarily encompasses the formalized structures and instruments of foreign policy implementation.

At the same time, foreign academic discourse emphasizes the functional aspect of diplomacy as a method of influence exerted by one international actor upon another through dialogue, communication, and negotiation, excluding the use of force [3]. Thus, diplomacy appears not only as an institutionalized activity of state bodies, but also as a flexible mechanism for achieving goals by influencing the consciousness, intentions, and behavior of other actors (states, nations).

Based on this, we propose to proceed to the consideration of the concept of digital diplomacy. Among the academic interpretations of this term, in our opinion, the most accurate is the one proposed by T. Krasnopol'ska and I. Myloserdna, who define digital diplomacy as a form of new public diplomacy that utilizes the Internet, social media, and other information and communication technologies to achieve foreign policy objectives, shape a positive image of the state, and strengthen international relations [4]. The key characteristics of digital diplomacy, according to the authors, include rapid access to information, the ability for direct communication with audiences, and increased transparency in the activities of foreign policy institutions.

It should also be noted that related to the notion of digital diplomacy is the concept of electronic diplomacy (e-diplomacy), which gained significant traction in academic discourse following the publication of F. Hanson's study *Revolution @State* [5].

According to Hanson, electronic diplomacy refers to the systematic use of digital tools to carry out foreign policy tasks. A similar definition is offered by the specialized resource Techopedia, which views e-diplomacy as the broad application of the Internet, social media, and information technologies to achieve diplomatic results [6].

Accordingly, it can be assumed that digital diplomacy is predominantly perceived as an evolutionary continuation of public diplomacy, which aligns the traditional goals of diplomacy with new means of communication. At the same time, it does not significantly affect the architecture of interstate relations but rather transforms the tools used to achieve diplomatic objectives by replacing traditional instruments with more modern ones.

In contrast, AI diplomacy represents a fundamentally new paradigm of international interaction among foreign policy actors. In this context, it is not merely about more efficient digital tools, but rather the potential emergence of an autonomous subject of influence - capable not only of processing, analyzing, and transmitting information but also of independently generating goals, selecting methods of implementing foreign policy strategies, and forecasting the outcomes of decisions. This marks the key distinction: digital diplomacy enhances human capabilities, whereas AI diplomacy partially substitutes them at the level of decision-making.

This leads to a reconsideration of the entire architecture of international relations. Generative AI models are capable of creating their own scenarios of diplomatic behavior, taking into account both rational and irrational factors. Such autonomy transforms the very understanding of diplomacy as an exclusively human activity. AI emerges not merely as a tool, but as a decision-making actor functioning within an entirely new, virtualized reality of international interaction.

In this regard, we refer to the viewpoint of Professor Georgii Pocheptsov, who argues that contemporary individuals already exist in a world of virtuality that shapes their perception of reality, influences their behavior, and determines the parameters of their worldview. According to his reasoning, which we fully support, this virtuality descends upon reality itself, defining its boundaries of what is considered correct or incorrect. As a result, both physical reality and public opinion become subordinated to these parameters [7]. Consequently, it can be assumed that the total virtualization of public consciousness forms a foundation for the emergence of new methods of influence in the international arena.

Given the above, one may anticipate a potential decline in the role of traditional diplomatic institutions in their current form in the near future. This, in turn, will necessitate a reassessment of the effectiveness of expanding the number of diplomatic missions, which will inevitably face limitations in terms of audience outreach in host countries, given that a finite number of personnel can only perform a finite number of tasks within a specific timeframe.

Therefore, it is proposed to explore the possibility of experimental modeling, testing, and phased implementation of specialized generative AI systems, which would possess an unlimited potential to perform equivalent functions - both through

traditional digital tools (media, social networks, etc.) and by developing and applying new concepts of influence over the actions and decisions of other international actors. These may include comprehensive online communication campaigns, informational support for a state's foreign policy, analytical assessments of external risks, and even the organization of virtual diplomatic events (VR/AR diplomacy).

In the near term, this implies the need for a conceptual revision of the approaches to a state's foreign policy activity, which should entail a gradual shift from the purely formal, physical presence of diplomatic missions abroad to the establishment of cognitive advantage within the domestic political and social dimensions of host countries. Those states that are the first to implement these practices will be able to significantly enhance their competitiveness in the global international arena.

Conclusions. Based on the analysis conducted, taking into account the fundamental transformations of the global information and communication international space, we would like to propose considering the potential of AI diplomacy through the prism of a radical rethinking of approaches to international communication and decision-making in the field of foreign policy by shifting from increasing presence in physical space to developing cognitive advantages in the virtual environment of countries where diplomatic representation is planned.

In addition, we see the prospect of further research into the possibilities of integrating VR/AR technologies into the field of public diplomacy as components of AI diplomacy that will be used to ensure cultural communication, simplify the processes of organizing international negotiations, and represent the innovative image of the country in the international arena.

References

1. Levenets, Y. I. (Ed.). (2011). Politychna entsyklopediia [Political Encyclopedia]. Kyiv: Parliamentary Publishing House. P.808
2. Huberskyi, L. V. (Ed.). (2004). Ukrainska dyplomatychna entsyklopediia [Ukrainian Diplomatic Encyclopedia] (Vol. 1). Kyiv: Znannia Ukrainy. P.655
3. Britannica. (n.d.). Diplomacy. Available at <https://www.britannica.com/topic/diplomacy>
4. Krasnopolska, T. M., & Myloserdna, I. M. (2022). Digital diplomacy as the foundation of new public diplomacy. Actual Problems of Politics, (69), Pp.13–20. Available at <https://doi.org/10.32837/app.v0i69.1296>
5. Hanson, F. (2012). Revolution @State: The Spread of eDiplomacy. Lowy Institute. Available at https://www.lowyinstitute.org/sites/default/files/hanson_revolution_state_web_0.pdf
6. Techopedia. (2012). What is E-Diplomacy? Available at <https://www.techopedia.com/definition/29050/ediplomacy>
7. Pocheptsov, G. (2023). Propaganda: How virtuality defeats reality. Academy of Ukrainian Press, (1). Available at <https://www.aup.com.ua/propaganda-yak-virtualnist-peremag/>

Section: Jurisprudence

ПРАВО НА ВИБОРИ ОСІБ З ІНВАЛІДНІСТЮ, ВИЗНАНИХ НЕДІЄЗДАТНИМИ: ПРАКТИКА ЄСПЛ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РЕФОРМУВАННЯ ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ

Шевчук Назар Віталійович

аспірант кафедри права та

публічного управління

ORCID: 0009-0008-5581-4470

ЗВО «Університет Короля Данила»

Конвенція ООН про права осіб з інвалідністю, ратифікована Україною, є визначальною у переосмисленні підходів до правосуб'єктності та політичних прав осіб з інвалідністю. Саме стаття 29 цієї Конвенції накладає на держави-учасниці імперативне зобов'язання гарантувати особам з інвалідністю політичні права й можливість користуватися ними нарівні з іншими [2]. Це положення підкреслює фундаментальну вагомість виборчих прав для побудови справедливого та інклюзивного суспільства. Втім, на практиці повне та рівне здійснення цього базового права залишається проблематичним. Найбільші перешкоди виникають у випадках, коли особа з інвалідністю визнана недієздатною.

Європейський суд з прав людини не оминув увагою питання дискримінації осіб з інвалідністю у контексті виборчого права і в ряді своїх рішень звертав увагу на порушення прав осіб з інвалідністю, зокрема щодо їхнього права брати участь у виборах. Цікаві ці рішення є і в контексті тлумачення ратифікованого Україною Протоколу № 1 до Конвенції про захист прав людини і основоположних свобод. Зокрема, у статті 3 зазначається, що Високі Договірні Сторони зобов'язуються проводити вільні вибори з розумною періодичністю шляхом таємного голосування в умовах, які забезпечують вільне вираження думки народу у виборі законодавчого органу [4].

Показовою для українських реалій є справа “Ала́йош Кішш проти Угорщини” (ALAJOS KISS v. HUNGARY), в якій Європейський суд з прав людини розглядав питання законності обмеження виборчих прав осіб, що перебувають під частковою опікою. Суд підкреслив, що питання обмеження виборчих прав належить до сфери, де національний законодавець має широкий простір для встановлення процедури оцінки здатності голосувати осіб з розумовими порушеннями. Однак такі обмеження повинні бути обґрунтованими та співрозмірними до мети, яку прагне досягти держава. При цьому абсолютна заборона на голосування для всіх осіб, які перебувають під частковою опікою,

незалежно від їхніх реальних здібностей, не може вважатися прийнятною. Простір для розсуду держави, хоча і є широким, не є безмежним. Тому Суд дійшов висновку, що бездискретне позбавлення виборчого права без індивідуальної судової оцінки, лише на підставі психічної інвалідності, яка потребує часткової опіки, не відповідає легітимним підставам для обмеження права голосу [5]. Аналогічний підхід був застосований Судом і у справі “Гарматі проти Угорщини” (HARMATHY v. HUNGARY) [6].

Натомість, у справі “Стребю та Росенлінд проти Данії” (STRØBYE AND ROSENKIND v. DENMARK) Європейський суд з прав людини дійшов висновку, що порушення статті 3 Протоколу №1 до Конвенції не було. Суд визнав, що оскаржуваний захід переслідував законну мету забезпечення того, щоб лише громадяни, здатні оцінювати наслідки своїх рішень і приймати свідомі й розсудливі рішення, могли брати участь у державних справах. При цьому позбавлення виборчого права не мало автоматичного характеру, а випливало з визнання особи недієздатною, що передбачало індивідуальну судову оцінку здатності особи приймати свідомі рішення у важливих сферах життя. Суд розцінив це як певну гарантію того, що позбавлення права голосу не було абсолютно безпідставним. Крім цього, суд звернув увагу на поступові позитивні реформи та невелику кількість осіб позбавлених виборчого права. У сукупності ці фактори дозволили Суду зробити висновок про пропорційність обмеження та його сумісність з демократичними принципами [8].

У справі “Каманьон Вальє проти Іспанії” (Caamaño Valle v. Spain) Європейський суд з прав людини зазначив, що будь-яке обмеження права голосу має розглядатися не лише з точки зору зацікавленої особи, а й з урахуванням інтересів демократичного суспільства загалом. Адже виборче право кожної людини є елементом ширшої виборчої системи. Суд також звернув увагу на позитивні зміни в іспанському законодавстві, які відбулися у 2018 році: було усунено обмеження для осіб з інвалідністю щодо участі у виборах, і право голосу повернуто всім особам із психічними розладами — без винятку. Окремо Суд підкреслив, що позбавлення виборчого права не було автоматичним наслідком встановлення недієздатності. Таке рішення ухвалювалося лише на підставі індивідуального судового розгляду, у якому прямо вказувалося, що особа не здатна реалізувати своє виборче право. У підсумку Суд дійшов висновку про відсутність порушення статті 14 Конвенції у поєднанні зі статтею 3 Першого протоколу, а також статті 1 Протоколу № 12 до Конвенції. Такий підхід зазнав критики, зокрема в окремій думці судді Леменса. Він наголосив, що Конвенція про захист прав людини і основоположних свобод ґрунтується на моделі “всеохоплюючої рівності”, яка передбачає, зокрема, повне визнання людяності через суспільну інтеграцію [7].

У контексті України, хоча наразі і відсутні прецедентні рішення Європейського суду з прав людини, які б стосувалися безпосередньо обмеження виборчих прав осіб з інвалідністю, визнаних недієздатними, це не знімає з

держави обов'язку впроваджувати реформи у відповідності до міжнародних стандартів. Ратифікація Конвенції ООН про права осіб з інвалідністю та Протоколу №1 до Європейської конвенції з прав людини накладає на Україну зобов'язання забезпечити не лише формальне, але й фактичне рівноправ'я у доступі до виборчого процесу.

Так, стаття 7 Виборчого кодексу України, що ґрунтується на положеннях статті 70 Конституції України [3]. Тому імперативно позбавляє виборчого права громадян, які в судовому порядку визнані недієздатними [1]. Хоча українська норма охоплює лише осіб, які визнані повністю недієздатними, а не, як в Угорщині на момент розгляду справи "Алайош Кішш проти Угорщини", усіх, хто перебуває під опікою, вона все одно підлягає критиці з точки зору міжнародних стандартів у сфері прав людини. Адже Європейський суд з прав людини у цій справі наголосив, що загальне, автоматичне позбавлення виборчого права усіх осіб, визнаних недієздатними, є непропорційним обмеженням, що порушує статтю 3 Першого протоколу до Конвенції про захист прав людини і основоположних свобод [5].

З урахуванням вищезазначеного, існує нагальна потреба у реформуванні підходу до права голосу осіб з інвалідністю. Зокрема, варто орієнтуватися на підхід, застосований у Данії, та відмовитися від автоматичного позбавлення виборчих прав осіб, визнаних недієздатними. Натомість слід запровадити норму, яка надає суду повноваження під час розгляду справи про визнання особи недієздатною здійснювати окрему оцінку її здатності брати участь у виборчому процесі. Такий підхід забезпечить індивідуалізований аналіз, уникнення дискримінації та буде відповідати стандартам Європейського суду з прав людини. Та дозволить забезпечити більшу відповідність українського виборчого законодавства міжнародним стандартам у сфері прав людини та сприятиме більш інклюзивній демократії.

Список використаних джерел

1. Виборчий кодекс України : Кодекс України від 19.12.2019 № 396-IX : станом на 31 груд. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/396-20#Text>
2. Конвенція про права осіб з інвалідністю (Конвенція про права інвалідів) : Конвенція Орг. Об'єдн. Націй від 13.12.2006 : станом на 19 черв. 2023 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_g71#Text
3. Конституція України : від 28.06.1996 № 254к/96-ВР : станом на 1 січ. 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр#Text>
4. Протокол до Конвенції про захист прав людини і основоположних свобод : Протокол Ради Європи від 20.03.1952 : станом на 17 лип. 1997 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_535#Text
5. Справа Алайош Кішш проти Угорщини (Alajos Kiss v. Hungary), заява № 38832/06, рішення від 20 травня 2010 року. URL: ALAJOS KISS v. HUNGARY

6. Справа Гарматі проти Угорщини (Harmathy v. Hungary), заява № 63012/10, рішення від 14 травня 2012 року. URL: European Court of Human Rights (63012/10) - Court (Second Section Committee) - Judgment (Merits and Just Sa... - Strada lex Europe
7. Справа Каманьйо Вальє проти Іспанії (Caamaño Valle v. Spain), заява № 43564/17, рішення від 11 травня 2021 року. URL: CAAMAÑO VALLE v. SPAIN
8. Справа Стребю та Росенлінд проти Данії (Strøbye and Rosenlind v. Denmark), заяви № 25802/06 та 27338/06, рішення від 2 лютого 2009 року. URL: STRØBYE AND ROSENLIND v. DENMARK

АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ ЗДІЙСНЕННЯ ГАБАРИТНО-ВАГОВОГО КОНТРОЛЮ В УКРАЇНІ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

Фесенко Сергій Володимирович

аспірант

Кафедра адміністративного права та адміністративної діяльності
Національний юридичний університет імені Ярослава Мудрого, Україна

У сучасних умовах інтенсивної експлуатації автомобільної інфраструктури України постає питання ефективного державного контролю за дотриманням габаритно-вагових параметрів транспортних засобів. Надмірне навантаження на дорожнє полотно, спричинене перевищенням допустимих норм ваги та габаритів, є одним із ключових чинників руйнування доріг. Хоча останніми роками державна політика зазнала значних змін у напрямі посилення контролю, ефективність реалізації функцій державного нагляду все ще залишається незадовільною через низку нормативно-організаційних недоліків.

Законодавчо визначені засади здійснення габаритно-вагового контролю викладені у Законах України «Про автомобільний транспорт» [1], «Про дорожній рух» [2], а також у підзаконних нормативно-правових актах, зокрема постановах Кабінету Міністрів та наказах Міністерства інфраструктури. Разом з тим, часткова суперечливість різних правових норм створюють умови для неоднозначного трактування повноважень контролюючих органів, а також порядку фіксації та реагування на виявлені порушення. Зокрема, у чинному законодавстві відсутній єдиний уніфікований порядок здійснення ГВК, що створює правову невизначеність як для перевізників, так і для інспекторів.

Ще одним суттєвим недоліком є кадрова та технічна неспроможність органів, відповідальних за ГВК. Незважаючи на прогрес у впровадженні автоматизованих систем зважування у русі (WIM), їх кількість все ще

недостатня, особливо на дорогах регіонального значення. Нерідко пункти ГВК працюють нерегулярно, а інспектори обмежені у повноваженнях для оперативного реагування на порушення. Це знижує превентивний потенціал контролю та стимулює перевізників ігнорувати вимоги, спираючись на низьку ймовірність виявлення порушення.

Проблемним залишається і механізм оскарження рішень контролюючих органів. Через недосконалість процедур фіксації порушень (зокрема — використання фото- чи відеофіксації, цифрових засобів збору доказів) у багатьох випадках суди скасовують постанови про накладення адміністративних стягнень. Це демотивує контролюючі органи та дискредитує саму ідею невідворотності відповідальності. У свою чергу, низький рівень довіри до системи призводить до поширення корупційних практик, коли суб'єкти господарювання домовляються про уникнення контролю або маніпулювання результатами перевірок.

Ще одним аспектом, що ускладнює ефективність контролю, є відсутність належної взаємодії між різними суб'єктами, залученими до процесу контролю та логістики — Укртрансбезпекою, Національною поліцією, митними органами, а також органами місцевого самоврядування. На практиці відсутність інтеграції їхніх інформаційних систем унеможливорює швидкий обмін даними, що необхідний для виявлення системних порушень та формування єдиної аналітичної бази даних про порушників.

З метою подолання окреслених проблем доцільно реалізувати кілька стратегічних кроків. По-перше, необхідно розробити та прийняти єдиний спеціальний нормативний акт, який би детально регламентував усі процедурні аспекти здійснення габаритно-вагового контролю, включно з порядком фіксації, оформлення правопорушення, вимог до доказової бази та процедурою оскарження. Це дозволить уникнути правового свавілля та забезпечити єдність практики.

По-друге, слід завершити розбудову національної мережі автоматизованих WIM-комплексів із підключенням до єдиної цифрової платформи, яка у режимі реального часу відображатиме рух вантажного транспорту та фіксуватиме порушення. Це зменшить людський чинник і ускладнить можливості корупційного впливу на результати контролю. Водночас має бути посилено технічне оснащення пересувних мобільних комплексів ГВК, особливо у прикордонних та транзитних регіонах.

По-третє, потрібно створити дієвий механізм міжвідомчої координації шляхом законодавчого закріплення обов'язкової взаємодії та обміну інформацією між усіма суб'єктами контролю. Такий підхід дозволить сформулювати єдиний простір для виявлення та профілактики системних порушень у сфері вантажних перевезень.

Крім того, варто оновити кваліфікаційні вимоги до працівників, що здійснюють ГВК, впровадити систему регулярного підвищення кваліфікації, а

також забезпечити незалежний моніторинг їхньої роботи з боку громадських структур або спеціально створеного органу внутрішнього аудиту.

Таким чином, для досягнення реальної ефективності державного контролю у сфері габаритно-вагових перевірок необхідно не лише вдосконалити нормативну базу, але й переосмислити організаційні засади функціонування системи. Пропоновані кроки — створення уніфікованого регламенту, розширення цифрової інфраструктури, забезпечення міжвідомчої інтеграції та професіоналізації персоналу — мають стати основою якісно нового етапу реалізації державної політики у сфері збереження автомобільної інфраструктури та підвищення безпеки перевезень.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про автомобільний транспорт» від 05 квітня 2001 р. № 2344-III // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2344-14> (дата звернення: 24.06.2025).
2. Закон України «Про дорожній рух» від 30 червня 1993 р. № 3353-XII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/3353-12> (дата звернення: 24.06.2025).

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ІМУНІТЕТУ СВІДКА У ЗАКОНОДАВСТВІ ЗАРУБІЖНИХ КРАЇН

Поляк Уляна Юріївна

Антитерористичний центр при Службі безпеки України

Вітчизняне кримінальне законодавство належить до загальноєвропейського, яке наразі виступає пріоритетним орієнтиром для розвитку України. Тому важливим завданням є пошук ознак подібності або встановлення невідповідності між інститутами кримінального права України та інших зарубіжних країн з метою формування висновку для вдосконалення кримінально-правової системи України.

КК ФРН показав, що в його Загальній частині наявний комплекс норм (§ 36, § 37, які розміщено в главі п'ятій розділу другого) під назвою «Некараність парламентських висловлювань і повідомлень». § 36 КК ФРН «Парламентські висловлювання» передбачає, що члени Бундестагу (федерального парламенту), Федеральних зборів або законодавчого органу землі (суб'єкта федерації) ніколи не можуть бути притягнуті до відповідальності поза межами цього органу через їхнє голосування або висловлювання, зроблені ними в межах цього органу або одного з його комітетів. Це не поширюється на наклепницькі образи. § 37 «Парламентські звіти» КК ФРН визначає, що правдиві звіти про відкриті

засідання органів, зазначених у попередньому параграфі, або їхніх комітетів звільняються від будь-якої відповідальності. Ці норми, є матеріально-правовими підставами, які встановлюють імунітет від кримінальної відповідальності для депутатів різних рівнів. Винятком, за якого дії депутата не захищаються імунітетом, є наклеп [1].

Порівняння КК України і КК ФРН свідчить: перший, на відміну від другого, кримінальні правовідносини за участі депутатів, які вчинили діяння, що збігається за ознаками з кримінальним правопорушенням, під час виконання представницьких функцій, не регулює. Проте, про щось подібне ідеться у національному парламентському праві. Так, у ч. 5 ст. 10 Закону України «Про статус народного депутата України» [2] передбачено: народні депутати не несуть юридичної відповідальності за результати голосування або висловлювання у Верховній Раді України та її органах, за винятком відповідальності за образу чи наклеп. Отже, правова підстава, яка гарантує не притягнення або виключення кримінальної відповідальності депутата, в Україні все ж існує, але не в КК. Надання в Україні імунітету від кримінальної відповідальності здійснюється законом, який не належить до джерел кримінального права, що позбавляє його належної правової основи. Наприклад, ст. 3 КК України не передбачає серед них будь-які інші (крім самого цього Кодексу) закони. Отже, й норми, що визначають в державі статус її парламентарів, не належать до джерел, які визнають некараність діяння як різновид його кримінально-правових наслідків та наділяють таким чином певних осіб імунітетами (недоторканістю) від кримінальної відповідальності. Доцільно заповнити прогалину у кримінально-правовому регулюванні відповідальності депутатів за діяльність в парламенті, доповнивши КК України імунітетним приписом за прикладом норм, що містяться в главі п'ятій розділу другого КК ФРН [3, с. 28–32].

У загальних положеннях КК Австрійської Республіки будь-яких загальних настанов щодо винятків на застосування кримінальної відповідальності будь-яких осіб не знаходимо. Водночас, в його Особливій частині «імунітетним» є припис ч. 3 § 299 «Приховування», згідно якої суб'єкт не підлягає покаранню за приховування особи, котра скоїла кримінально каране діяння, якщо такі дії він вчиняє щодо родича або з метою перешкодити переслідуванню за співучасть у кримінальному правопорушенні [4]. Тобто, імунітет від кримінальної відповідальності австрійський кримінальний закон передбачив за двома альтернативними підставами. Перша подібна до імунітету, встановленого у ч. 2 ст. 396 КК України «Приховування злочину», тобто у цій частині спеціальний імунітет від кримінальної відповідальності за приховування від правосуддя родича, в кримінальних законах Австрії та України досить схожі. Аналогу другої підстави імунітету в кримінальному праві України немає.

КК Королівства Бельгія у ст. 225 передбачає, що кримінальна відповідальність за неправдиві свідчення під присягою не застосовуються до осіб, пов'язаних із обвинуваченим чи із підсудним родинними зв'язками. Згідно

ст. 341 КК Бельгії вилучені з-під дії приписів про кримінальну відповідальність за приховування злочинця (ст. 339) та приховування тіла особи, яка стала жертвою убивства (ст. 340) такі суб'єкти, як висхідні й нисхідні родичі, подружжя (навіть розлучені), брати, сестри, свояки [5]. Звернемо увагу на внесення у розглядуваному випадку до переліку осіб, наділених таким спеціальним імунітетом розлучених членів подружжя. Постає питання, чи слід вимагати під загрозою покарання від особи, яка перебувала у шлюбі з іншою особою, вчинення заради публічного інтересу (правосуддя) дій, які можуть обмежити права й свободи колишнього чоловіка чи дружини (його/її приватний інтерес). На нашу думку, виглядає сумнівною моральність примушування таким чином до виконання свого громадянського обов'язку.

У КК Данії у п. 1 § 125 передбачене покарання для особи, котра з метою приховати будь-яку іншу особу від кримінального переслідування за злочин або від покарання приховує її, допомагає їй у втечі або проводить її як будь-кого іншого, а також руйнує, змінює або переміщує об'єкти, важливі для державного розслідування, або знищує сліди злочину. Водночас, у пункті 2 цього ж параграфу міститься імунітетний припис щодо свідоцького імунітету: «Будь-яка особа, яка вчиняє будь-яке з діянь, зазначених у п. (1) вище, з метою сховатися або приховати себе чи будь-кого зі своїх близьких родичів від кримінального переслідування чи покарання, не підлягає покаранню» [6].

У порівняльно-правовому дослідженні не слід обмежуватися лише законодавством держав ЄС. Увагу привертають і кримінально-правові акти інших європейських держав.

Так, згідно із ст. 5 КК найстарішої республіки в світі – Республіки Сан-Марино дія цього кодексу поширюється на будь-кого, хто вчинив злочин на території держави, окрім випадків, встановлених у міжнародних конвенціях, що є прихованим визнанням дії дипломатичного імунітету. Окрім того, у ст. 187 цього КК «Некараність образ, що містяться в поданих письмових документах або у виступах, виголошених перед Верховною Генеральною Радою» не підлягають покаранню образи, що містяться в письмових документах або у виступах, виголошених членами Верховної Генеральної Ради (парламенту цієї республіки – А.Б.) на засіданні Ради, і що стосуються аргументів, які становлять спільний інтерес під час дебатів або включені до порядку денного. Крім того, ст. 362 «Пособництво» передбачає, що особа, за винятком випадку сукупності злочинів, яка допомагає будь-кому ухилитися від офіційного розслідування або гарантувати настання наслідків чи отримання особистої вигоди від скоєного злочину, підлягає покаранню у вигляді тюремного ув'язнення або позбавлення політичних прав другого ступеня. Водночас, не підлягає покаранню родич за висхідною або низхідною лінією і особа, яка допомагає своєму родичу ухилитися від розшуку [7].

КК Республіки Грузія у ст. 4 (про дію кримінального закону щодо злочинів, скоєних на території Грузії) передбачає (ч. 4): якщо злочин вчинено на території

Грузії дипломатичними представниками іноземних держав, а також іншими особами, які користуються дипломатичним імунітетом, питання про їхню кримінальну відповідальність вирішується в порядку, передбаченому міжнародним правом. Як бачимо, і в цьому законі вжито категорію «дипломатичний імунітет».

Привертає увагу наявність у грузинському КК норм про зупинення перебігу строків давності злочину та строків давності обвинувального вироку на час, у який особа захищена імунітетом (ч. 6 ст. 71, ч. 5 ст. 76 КК Грузії) [8]. Ці норми та встановлений ними принцип є досить логічним та водночас не поширеним. Тож, з урахуванням вже існуючого іноземного законотворчого досвіду, може бути внесено пропозицію про доповнення ст. ст. 49 КК та 80 КК України аналогічними приписами для тих видів імунітетів, які не виключають кримінальної відповідальності (перш за все для дипломатичного). Це, зокрема, дозволить запобігти використанню імунітетів як засобу уникнення кримінальної відповідальності, коли особа умисно «прикривається» від досяжності для кримінальної юстиції імунітетом, одержаним у зв'язку зі статусом.

В деяких КК зарубіжних держав було виявлено приписи, які близькі до імунітетних, оскільки надають особі гарантії виключення кримінальної відповідальності за певні дії у зв'язку із її статусом.

Так, згідно з КК Королівства Іспанія (п. 7 ст. 21) не підлягає кримінальній відповідальності особа, яка діяла, виконуючи свій обов'язок, або законно здійснюючи своє право або посадові обов'язки [9, с. 21–22]. У ст. 34 КК Аргентини передбачено: не підлягає кримінальній відповідальності той, хто діяв, виконуючи свій обов'язок, виконуючи повноваження або законно використовував своє право [10]. Закон про кримінальне право Ізраїлю у ч. 3 ст. 122, яка передбачає кримінальну відповідальність за службу громадянина Ізраїлю в іноземних збройних силах, а також за його вербування в іноземні збройні сили, містить норму про виключення кримінальної відповідальності за такі діяння, якщо його вчинено за дозволом за законом або угодою Ізраїлю та іншою державою чи міжнародною установою або організацією, або згідно з дозволом, виданим від імені уряду, виданого на ім'я такої особи чи на таке діяння [11]. З певною долею умовності такі приписи можна віднести до кримінально-правових положень, що регулюють імунітет свідка.

Проте в деяких іноземних положеннях КК, відсутня норма регулювання імунітету свідка. Так, у КК Королівства Нідерланди [12], в КК Франції [13], в КК Естонської Республіки [14] не передбачено приписів, які регулюють кримінально-правові аспекти дипломатичного імунітету. Втім, навряд чи це означає, що в цих європейських державах заперечується фактор імунітету як елемента правового статусу певної особи у сфері кримінально-правових відносин. По-перше, як суб'єкти міжнародного права та члени ООН ці держави сумлінно виконують норми міжнародного права, зокрема й ті, що містяться в міжнародних договорах про дипломатичні й консульські зносини (у тому числі

й щодо дипломатичного/консульського імунітету). По-друге, у Конституціях Франції та Естонії передбачено імунітет президента та депутатів національного парламенту [15, с. 100–103].

Отже, на відміну від КК України, у низці кримінально-правових актів зарубіжних держав непоодинокими є випадки позначення безпосередньо в кримінальному законі поняттям «імунітет» вилучення певного кола осіб зі сфери дії національної кримінальної юстиції. Найчастіше в кодифікованих кримінально-правових актах інших держав урегульовано (як і в КК України) дію імунітету свідка на підставі наявності родинного зв'язку та дипломатичний імунітет. Водночас, для удосконалення КК України перспективним є звернення уваги на досвід забезпечення кримінально-правового регулювання імунітету біженця (КК Литви), парламентського імунітету (КК ФРН), приписів, які запобігають зловживанням імунітетами (зупинення перебігу строку давності кримінального правопорушення на час, доки особа наділена імунітетом, який унеможливорює застосування до неї заходів кримінально-правового впливу (КК Грузії)

Список використаних джерел

1. Criminal Code (Strafgesetzbuch, StGB). URL: <https://germanlawarchive.iuscomp.org/?p=752>. (дата звернення: 01.07.2025).
2. Про статус народного депутата України : Закон України від 17.11.1992 № 2790-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2790-12#Text> (дата звернення: 01.07.2025).
3. Бегунц А.О. Імунітети в кримінальному праві деяких країн Європейського Союзу та України (порівняльний аналіз) // Кримінальна політика Європейського Союзу та України: проблеми інтеграції / Збірник тез науково-практичної інтернет-конференції (28 листопада 2022 року, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, юридичний факультет). Харків, ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. С. 28–32.
4. Austria Penal Code (Strafgesetzbuch – StGB). URL: <https://www.refworld.org/docid/3ae6b5bf0.html>. (дата звернення: 01.07.2025).
5. Belgium Code Penal 1867. URL: <https://icj2.wpenginepowered.com/wp-content/uploads/2013/06/Belgium-CodePenal-1867-fre.pdf>. (дата звернення: 01.07.2025).
6. Danish Criminal Code. URL: <https://www.globalwps.org/data/DNK/files/Danish%20Criminal%20Code.pdf>. (дата звернення: 01.07.2025).
7. San Marino Criminal and penal law. URL: https://www.ilo.org/dyn/natlex/natlex4.detail?p_lang=en&p_isn=70792&p_count=y=SMR&p_count=158&p_classification=01.04&p_classcount=8. (дата звернення: 01.01.2025).

-
8. Criminal Code of Georgia. URL: <https://matsne.gov.ge/en/document/view/16426?publication=247>. (дата звернення: 01.07.2025).
 9. Станіч В. С. Кримінальний кодекс Королівства Іспанія / під ред. В. Л. Менчинського. Переклад на українську мову О. В. Лішевської. К.: ОБК, 2016. 284 с.
 10. Penal Code of the Argentine Nation. URL: <https://observatoriolegislativecele.com/en/Criminal-Code-of-the-Argentine-RepublicLaw11179/> (дата звернення: 01.07.2025).
 11. Закон про кримінальне право Ізраїлю. URL: <https://library.khpg.org/files/docs/1375279180.pdf>. (дата звернення: 01.07.2025).
 12. Penal Code of the Netherlands. URL: https://sherloc.unodc.org/cld/document/nld/1881/penal_code_of_the_netherlands.html. (дата звернення: 01.07.2025).
 13. French penal code. URL: https://www.equalrightstrust.org/ertdocumentbank/french_penal_code_33.pdf. (дата звернення: 01.07.2025).
 14. The Penal Code of Estonia. URL: <https://www.riigiteataja.ee/en/eli/522012015002/consolide>. (дата звернення: 01.07.2025).
 15. Хавронюк М. І. Кримінальне законодавство України та інших держав континентальної Європи: порівняльний аналіз, проблеми гармонізації: монографія. Київ: Юрисконсульт, 2006. 1048 с.

Section: Management, Public Administration and Administration

DIGITAL EDUCATION AS A STRATEGIC IMPERATIVE: GLOBAL MODELS AND UKRAINIAN EXPERIENCE

Luhova Viktoriia

PhD in Economics, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0001-9584-2259>

Department of Social Economics

Martianova Maryna

PhD in Economics, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-2624-0964>

Department of Enterprise Economics
and Business Organization

Luhovyi Bohdan

Second-year undergraduate student

Department of Cybersecurity
and Information Technologies

Andriienko Anna

Second-year undergraduate student

Department of Enterprise Economics
and Business Organization

Simon Kuznets Kharkiv National
University of Economics, Ukraine

The 21st century has witnessed the digital transformation of nearly every sector of society, and education has been no exception. The emergence of information and communication technologies has fundamentally altered how knowledge is created, shared, and accessed. Educational institutions worldwide have increasingly adopted digital tools to enhance teaching and learning processes, ensuring greater flexibility, personalization, and scalability. This shift aligns with broader trends in globalization, technological innovation, and the evolving demands of knowledge economies.

The global transition to online learning was significantly accelerated by the COVID-19 pandemic, which forced an estimated 1.6 billion students in over 190 countries to move to remote learning models in 2020 alone (UNESCO, 2020). This unprecedented disruption exposed both the potential and the vulnerabilities of online education systems. While some institutions swiftly transitioned to digital platforms, others struggled due to infrastructural or pedagogical unpreparedness. Researchers such as Tony Bates (2021) and Michael Fullan (2020) have emphasized the pandemic's

role as a catalyst for systemic change, highlighting the need for sustainable, resilient, and equitable education systems.

In the case of Ukraine, the global health crisis was soon followed by an even more profound national emergency – the full-scale Russian invasion that began on February 24, 2022. As of July 2025, the war continues to inflict deep and widespread damage: higher education institutions have been physically destroyed or forced to relocate, millions of students and faculty have become internally displaced or refugees, and entire academic communities face prolonged uncertainty. Traditional, classroom-based education has become inaccessible for large segments of the population, especially in frontline or occupied regions.

In this context, online education has emerged not as a temporary measure but as a strategic instrument of national survival, social support, and long-term recovery. For millions of displaced students, teachers, and researchers, digital platforms have become the primary means of academic continuity and intellectual resilience. E-learning has enabled Ukrainian students to continue their education from bomb shelters, refugee camps, and across international borders – often in collaboration with global partners.

Importantly, this transition must be examined not only as an emergency response but as part of a broader modernization effort. As Ukraine seeks European integration and post-war reconstruction, investment in digital education infrastructure and pedagogical innovation is essential for building a globally competitive, inclusive, and future-oriented higher education system. This article examines international best practices in online learning, analyzes the wartime experiences of Ukrainian universities, and highlights the unique role of Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (KhNEU) as a leading example of institutional resilience and digital transformation.

In the 21st century, top-tier universities worldwide have positioned themselves at the forefront of educational digitalization. Institutions such as Harvard University, Stanford University, Massachusetts Institute of Technology (MIT), University of Oxford, and University of Cambridge have not only integrated e-learning but also pioneered innovations in digital pedagogy, massive open online courses (MOOCs), and open-access academic platforms (Bates, 2021).

MIT's OpenCourseWare project, launched in 2002, currently provides over 2,500 free courses, including full syllabi, lecture notes, assignments, and exams across disciplines such as engineering, economics, and computer science (MIT OCW, 2025). These materials are freely accessible to learners globally, democratizing elite education. Similarly, platforms like Coursera (<https://www.coursera.org>), edX (<https://www.edx.org>), and FutureLearn (<https://www.futurelearn.com>) host MOOCs developed by leading global universities, enabling millions of students worldwide to acquire new skills, gain professional certifications, or earn accredited degrees online (Siemens, 2005; Downes, 2008).

The Open University (UK) provides a compelling model of fully accredited distance education designed specifically for working adults and non-traditional

students. Their curriculum design emphasizes accessibility, inclusivity, and life-long learning, with over 170,000 enrolled students annually (Open University, 2025).

In parallel with these global developments, Ukraine's higher education system has undergone a rapid, necessity-driven digital transformation due to the war that began in 2022. Despite extreme infrastructural and security challenges, many Ukrainian universities have maintained continuity in education by leveraging digital tools and platforms.

A leading example of such institutional resilience is the Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (KhNEU). Located in Kharkiv, a frontline city subjected to sustained military aggression and shelling, KhNEU has not only sustained its academic functions but has become a model of digital adaptability in crisis settings.

KhNEU has built and successfully deployed its proprietary Personal Learning System (PLS) accessible via <https://pns.hneu.edu.ua>. The platform functions as a comprehensive digital learning ecosystem and includes:

- asynchronous and synchronous learning modules across all faculties;
- video lectures integrated with real-time conferencing via zoom;
- automated testing environments and digital grading systems;
- centralized access to reading lists, course syllabi, and learning analytics dashboards;
- cloud-based storage, digital office hours, and academic counseling tools.

During periods of blackouts, shelling, and forced displacement, KhNEU students have continued attending classes from shelters and temporary locations. The institution's strategic shift to microlearning, flipped classroom models, and project-based online collaboration has supported active learning, even in conditions of psychological distress and infrastructural collapse.

The success of this system can be attributed to KhNEU's collaboration with the Ministry of Digital Transformation of Ukraine, particularly through the Diia.Osvita (Education) initiative (Diia.Osvita, 2025), and participation in Erasmus+ digital mobility programs. These partnerships have facilitated access to international e-learning resources, training for faculty, and funding for infrastructure enhancement (Ministry of Education and Science of Ukraine, 2023).

Other Ukrainian institutions, including National University of Kyiv-Mohyla Academy and Lviv Polytechnic, have adopted hybrid learning models that combine Moodle-based course delivery with synchronous video lectures and decentralized resource libraries. However, KhNEU distinguishes itself by offering an advanced, personalized, and resilient digital learning infrastructure, with user-centered interface design and secure server hosting-even during cybersecurity attacks or local energy shortages.

Importantly, such cases reinforce the assertion that online education is not simply a temporary substitute during emergencies but a strategic component of national educational policy and post-war recovery. As Ukraine aligns with European Union educational standards and the Digital Education Action Plan (2021–2027) (European Commission, 2020), institutions like KhNEU serve as critical testbeds for scalable, inclusive, and future-ready education models.

References

1. Bates, T. (2021). Teaching in a Digital Age: Guidelines for Designing Teaching and Learning (2nd ed.). Tony Bates Associates. <https://pressbooks.bccampus.ca/teachinginadigitalagev2/>
2. Diia.Osvita (2025). <https://osvita.diia.gov.ua>
3. Downes, S. (2008). The Role of the Educator. Connectivism.ca. <https://www.downes.ca/post/46423>
4. European Commission. (2020). Digital Education Action Plan (2021–2027). <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education>
5. MIT OpenCourseWare. (2025). MIT OCW. Retrieved June 10, 2025, from <https://ocw.mit.edu>
6. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2023). Recommendations for Distance and Blended Learning During Wartime. <https://mon.gov.ua>
7. Open University. (2025). Distance and Online Learning. <https://www.open.ac.uk>
8. Siemens, G. (2005). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, 2(1), 3–10. http://itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm
9. Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics. (2025). Personal Learning System (PLS). <https://pns.hneu.edu.ua>
10. UNESCO. (2020). Education: From disruption to recovery. <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse>

АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ ПОЛІТИКИ СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНОГО РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙНИ, ЩО ЇЇ РОЗВ'ЯЗАЛА РОСІЯ

Мазур Олександр

доктор філософії з галузі знань
«Публічне управління та адміністрування»
Кафедра адміністративно-правових
дисциплін та публічного управління
Дніпровський державний
університет внутрішніх справ

В умовах російсько-української війни реалізація державної політики у соціально-гуманітарній сфері стикається з викликами, які вимагають переосмислення традиційних підходів до її впровадження. Війна не лише руйнує інфраструктуру, а й дестабілізує соціальні інститути, поглиблює проблему належного фінансування культурних заходів та впливає на освітній простір.

Проте саме в таких умовах публічне управління може стати ключовим інструментом адаптації, реформування та відновлення. Так, вчені О. Титаренко та В. Холод розглядають публічне управління в контексті освітнього простору під час війни, що її розв'язала росія проти України. Зокрема, робиться акцент на реформуванні, наданні адміністративних послуг і взаємодію влади та суспільства в умовах війни [4]. За таких обставин, на перший план виходить потреба в активній взаємодії влади і суспільства, а саме це є вкрай важливим для належного публічного управління.

В контексті впливу війни на суспільство, то він має явно негативний характер на соціальні структури, які є складовою сучасного суспільства і мають безпосередній вплив на громадянську взаємодію. Війна створила безпрецедентний тиск на соціальні послуги, освіту, культуру та систему соціального захисту.

Тому публічне управління має забезпечити діалог між владою та суспільством, зокрема через громадські ради та платформи для обговорення реформ. Це допомагає формувати довіру та зменшує ризики соціальної напруги. Наприклад, дослідження О. Титаренко та М. Холод підкреслюють важливість участі громадян у прийнятті рішень, особливо у контексті відновлення регіонів [4].

Війна прискорила процес цифровізації державних послуг, що дозволяє ефективніше взаємодіяти з громадянами, особливо з тими, хто перебуває у зоні бойових дій або тимчасово окупованих територіях. Досвід України в цьому контексті може стати моделлю для інших країн, які стикаються з аналогічними викликами [4].

Як визначає І. Криворучко, то в умовах воєнного стану ключовим завданням публічного управління в Україні у соціально-гуманітарній сфері має стати налагодження комунікації між органами влади та громадськістю для вирішення соціально значимих питань та реалізації існуючих соціально-гуманітарних програм, спрямованих на підвищення рівня доходів, якості життя та добробуту населення [1].

У свою чергу, прикладом конкретних заходів у рамках публічного управління є завдання проекту Концепції реалізації державної політики у сфері професійної освіти до 2027 року [2], який включає підготовку публічних службовців, здатних працювати в умовах невизначеності, а також залучення міжнародних експертів для обміну досвідом.

Продовження війни має все більш негативний вплив на соціально-гуманітарну сферу, що зумовлює потребу використання органами виконавчої влади новітніх інструментів публічного управління, які повинні бути достатньо ефективними в таких складних умовах воєнного стану. Наприклад, ними може стати якісна дистанційна освіта за міжнародними стандартами та ширше залучення громадянського суспільства, зокрема до прийняття рішень освітнього характеру.

Масові переміщення населення, руйнування шкіл і університетів, а також психологічні травми, вимагають системного реагування на них з боку держави. Це пов'язано, також з тим, що освітній простір України зіткнувся з потребою забезпечення безпеки навчального процесу, інтеграції внутрішньопереміщених осіб та підтримки інтелектуального потенціалу молоді. Наприклад, адміністративні послуги в умовах війни мусять бути переорієнтовані на оперативне реагування, зокрема через цифрові платформи, що дозволяють зменшити бюрократичні бар'єри [3; 4].

Слід зазначити, що подолання вищезазначених викликів може відбутися через удосконалення діючої законодавчої бази, підвищення ефективності державної служби та залучення міжнародної допомоги для відновлення соціальної інфраструктури. При цьому виконавча влада має забезпечити прозорість розподілу ресурсів, щоб допомога досягала найвразливіших груп населення [3; 4] та була спрямована на важливі культурні ініціативи.

Війна в Україні ставить перед публічним управлінням завдання, які виходять за межі традиційних функцій. Проте й відкриває можливості для інновацій, реформ та зміцнення взаємодії між державою і громадянами. Інтеграція соціальних та гуманітарних аспектів у стратегії розвитку, використання цифрових технологій і міжнародної підтримки дозволять Україні не лише подолати наслідки агресії, а й створити основи для сталого відновлення.

Для подолання наслідків війни необхідно поєднувати короткострокові заходи з довгостроковими стратегіями. Крім того, важливо враховувати досвід інших країн, які переживали аналогічні війни, адаптуючи їхні практики до українських реалій.

Не менш важливим є збереження культурної спадщини та підтримка мистецьких ініціатив, які сприяють соціальній консолідації. Включення гуманітарних аспектів у публічне управління допомагає формувати стійкість суспільства до подальших викликів.

Список використаних джерел

1. Криворучко І. В. Публічне управління в умовах війни: виклики та перспективи. Теорія та практика державного управління. 2023. Вип. 2 (77). С. 38–53. URL : <https://doi.org/10.26565/1727-6667-2023-2-03> (дата звернення: 15.05.2025).
2. Проект Концепції державної політики у сфері професійної освіти до 2027 року. Кабінет Міністрів України. Київ, 2022. URL : <https://www.kmu.gov.ua/concept-pro-osvitu> (дата звернення: 15.05.2025).
3. Титаренко О., Холод М. Громадська участь у реформуванні соціальної сфери: український контекст. Вісник соціальних досліджень. 2023. № 2(18). С. 34–45.
4. Титаренко Л., Холод М. Публічне управління в контексті соціально-гуманітарного розвитку освітнього простору (в умовах війни). Теоретичні та прикладні питання державотворення. №27. С. 61-70. URL : <https://doi.org/10.35432/tisb272022276800> (дата звернення: 15.05.2025).

Section: Mechanics and Electrical Engineering

PROSPECTS AND FEATURES OF THE APPLICATION OF INTEGRAL EQUATIONS IN ELECTRICAL ENGINEERING PROBLEMS

Sytnyk Oleksandr

Dr. Sc., Professor

Klyuchka Kostyantyn

PhD., Associate Professor

Protasov Serhii

PhD., Associate Professor

Department of electrical engineering's systems
Cherkasy state technological university, Ukraine

Due to progress in the fields of electrical engineering and power engineering, there is a constant complication of problems related to the analysis and design of electrical devices. This necessitates the improvement of modern methods of mathematical modeling, numerical analysis and computer calculation of electrical circuits. Problems related to the study of dynamic processes in such circuits remain particularly difficult from an analytical point of view.

A typical example, common in practical applications, is electrical circuits with a complex structure, which contain elements with both lumped and distributed parameters. Such structures are an integral part of many modern electrical and electronic systems, which imposes increased requirements on their models, in particular, the need to use non-traditional approaches to modeling that can take into account the heterogeneity and complexity of such circuits.

In addition, in cases where the initial information for calculation or design is presented in the form of experimentally obtained dynamic characteristics (for example, transient or impulse functions), traditional parametric models built on the basis of differential equations in some cases turn out to be insufficiently effective. Under such conditions, the most appropriate is the use of non-parametric models that are formed directly on the basis of dynamic characteristics. Such models include, in particular, mathematical structures in the form of integral operators or integral equations.

The classical approach to the construction of algorithms and software for the analysis of transient processes in electrical circuits is based on the numerical implementation of systems of differential equations. This approach is the basis of most modern universal and specialized serial application software packages that provide the ability to perform the corresponding calculations.

Despite the high degree of development and widespread implementation of numerical methods implemented in the specified software, they have a number of

qualitative limitations. In particular, difficulties arise when solving problems related to complex electrical circuits of large dimensions, systems with impulse disturbances, as well as circuits with a variable structure. These features significantly complicate the application of traditional algorithms in specific engineering problems and require the development of alternative methodological approaches.

One of the promising directions for overcoming these difficulties is the use of computational algorithms built on the basis of non-traditional dynamic models presented in the form of integral or integro-differential dependencies. Such models are analytically equivalent to classical systems of differential equations, but are implemented by fundamentally different numerical methods that take into account the specific features of nonparametric descriptions. The numerical methods used within this approach have a pronounced specificity and are able to provide high efficiency in solving problems with atypical characteristics - in particular, in cases of variable topology, impulse effects or high dimensionality of electrical circuits. It is worth noting that although the areas of application of traditional and alternative methods may partially overlap, they differ significantly in the principles of model construction and approaches to numerical implementation.

In addition to traditional problems related to the analysis of dynamic processes in systems known by their structure, considerable attention is paid to the class of problems in which the study of dynamics is carried out without prior knowledge of the laws of the functioning of objects. These include, in particular, inverse problems of analysis – identification, synthesis of control systems, diagnostics of the state of electrical and electronic circuits, etc.

A significant contribution to the development of the methodology for the analysis of dynamic systems was made by the formalized interpretation of their properties through the concept of aftereffects, as well as the further development of the structural approach to research. This contributed to the introduction of integral operators as an effective mathematical tool for describing the elements and structures of systems in general. As a result, integral equations have been widely used in solving a wide range of problems related to the modeling of dynamic objects and systems of various natures.

Integral calculation methods are characterized by a number of important advantages, including the compactness and convenience of the mathematical formalism for describing electrical circuits, high versatility of models, and increased stability of the numerical implementation of integral relations [1]. One of the key properties of such methods is the ability to smooth errors in experimental data, which is especially important when using empirical information [2].

Within the framework of the integral approach, the relationship between input influences and output reactions of the system is given by integral operators. In this case, their kernels play a dual role: on the one hand, they fully determine the internal characteristics of the corresponding mathematical model, and on the other hand, they are interpreted as the reactions of the system to typical input signals, which gives them direct physical and engineering significance [3].

One of the promising directions of such expansion is the development of specialized methods and algorithms for numerical analysis of transient processes in electrical circuits, built on the basis of dynamic models in the form of integral equations. The implementation of these approaches can significantly increase the accuracy and flexibility of modeling complex electrical systems, especially in conditions of limited a priori information about their parameters and structure.

In the general case, the behavior of an arbitrary electrical circuit can be formalized in the form of a system of integral equations of the Volterra-Uriason type

$$y_i(t) + \sum_{j=1}^n \int_{t_0}^t H_{ij} [t, s, y_j(s)] ds = \sum_{q=1}^m \int_{t_0}^t G_{iq} [t, s, f_q(s)] ds, \quad (1)$$

$y_i(t) (i = \overline{1}, \overline{n})$ unknown quantities (currents, voltages); $f_q(t) (q = \overline{1}, \overline{m})$ – functions depending on external sources and initial conditions; H_{ij} i G_{iq} , – transforming characteristics of elements.

For linear electric circuits, the corresponding dynamic properties are described using the system of Volterra linear integral equations, which is a simplification of the general nonlinear formulation given in expression (1).

$$y_i(t) + \sum_{j=1}^n \int_{t_0}^t H_{ij}(t, s) y_j(s) ds = \sum_{q=1}^m \int_{t_0}^t G_{iq}(t, s) f_q(s) ds, \quad (2)$$

the kernels $H_{ij}(t, s)$ i $G_{iq}(t, s)$ have the meaning of weight functions.

Analysis of existing applied software indicates an obvious lack of tools capable of providing effective modeling of a wide range of electrical circuits, the dynamics of which are described by integral and integro-differential equations. This situation emphasizes the relevance and scientific and practical significance of the task of expanding the functionality of existing open software packages.

References

1. Verlan A. F. Integral equations: methods, algorithms, programs. / A. F. Verlan, S. S. Sizikov – K.: Naukova Dumka, 1986. – 543 p.
2. Verlan A. F. Method of integral equations in the problem of identification of parameters of electrical circuits / A. F. Verlan, K. N. Klyuchka // Bulletin of Cherkasy State Technological University, 2011. – No. 1. – P. 55-58.
3. Verlan A. F. Method of identification of electrical circuits based on integral dynamic models. / A. F. Verlan, O. O. Sytnik, K. M. Klyuchka // Proceedings of the third international scientific and technical conference "Modeling in electrical engineering, electronics and lighting engineering MEES'2010", Kyiv. 2010. – P. 24-26.

Section: Medicine

CHARACTERISTICS OF CERTAIN RADIOLOGICAL SIGNS OF PAGET'S DISEASE OF BONE

Sukhonosov Roman

Ph.D., Associate Professor

Department of Human Anatomy, Clinical Anatomy, and Operative Surgery

Nadozirna Sofiia

Student, 2nd Medical Faculty

Hladush Marharyta

Student, 2nd Medical Faculty

Halycha Mariia

Student, 2nd Medical Faculty

Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

Relevance: Paget's disease of bone, or deforming osteitis, is a chronic skeletal disorder characterized by the disruption of the normal process of bone remodeling. This pathological process leads to excessive destruction of old bone tissue and its replacement by structurally abnormal newly formed bone. One of the key diagnostic tools for the disease is radiological examination, which allows for the detection of characteristic changes in the structure and shape of affected bones.

The aim of the study: To examine the main radiological signs of Paget's disease of bone (deforming osteitis), which are important for timely detection, differential diagnosis, and further monitoring of the disease's progression.

Materials and methods: *Theoretical:* review and analysis of scientific and methodological literature. *Practical:* own research.

Results and conclusions: The progression of Paget's disease, based on radiological and pathological features, can be divided into different stages, namely:

- initial osteolytic;
- active osteoblastic;
- final inactive.

This division allows the observation of a range of changes in the affected bone. The initial changes are visible at the boundary between normal and altered bone, they are clearly seen and positioned more obliquely than transversely, forming a V-shaped line. The previously existing bone, under the influence of resorption, is replaced by fine honeycomb-like structures composed of thin trabeculae, and in long bones, mild endosteal bone formation occurs.

Localized radiolucent areas in the skull bones in patients with Paget's disease are known as "osteoporosis circumscripta" and represent the resorptive stage of the process with loss of both the inner and outer tables along with the intermediate spongy bone in

well-demarcated areas, most often in the frontal and occipital lobes. The process extends across the cranial suture lines.

In the area affected during the active osteoblastic stage of the disease, the bone contours increase in size due to the expansion of compact bone on both endosteal and periosteal surfaces. Sometimes, cancellous bone forms abundantly on the periosteal surface; this "pumice bone" (so called due to its structure) is sometimes mistaken for a malignant lesion. This newly formed periosteal bone tissue usually does not exceed 1 cm in thickness, occupies large areas of the affected bone surface, and is fairly easy to diagnose. Doubts about whether this periosteal proliferation is a manifestation of Paget's disease or osteosarcoma are resolved through biopsy.

Later, after involvement of a particular bone, Paget's disease reaches the inactive stage, during which radiological features differ somewhat from those observed at the terminal phase of the active osteoblastic stage.

There are specific terms used to describe the radiological signs of Paget's disease in different bones. In the vertebral bodies, the already mentioned osteolytic phase can be observed, manifesting as local mechanical insufficiency and compression fractures; however, after many years of reconstruction processes within the affected bone, its central part becomes less dense, while the edges, i.e., the upper and lower margins of the vertebral body, become denser and form a sclerotic rectangle, resembling a "picture frame." Sometimes, the vertebrae shrink vertically, and the intervertebral discs bulge upward and downward, creating a resemblance to a "fish tail." The presence of different stages of the process in various regions of the skull explains the formation of sclerotic radiodense shadows mixed with radiolucent bands or even large porous areas and a moderate diffuse radiodensity of the "pumice bone." As a result, an appearance resembling cotton is observed. The same appearance will be seen on radiographs of affected iliac pelvic bones.

During radioisotope scintillation scanning for the clinical evaluation of Paget's disease, only about 65% of the lesions detected on scans were visible during radiographic examination. Scintillation methods detect early damage, whereas standalone radiographic studies revealed only old sclerotic "burned-out" foci of the disease.

Thus, the following can be observed:

- Thickening of bone trabeculae (coarse trabecular remodeling), visualized as a mosaic structure with thickened trabeculae, most typical for pelvic bones, femur, and vertebrae;
- Hyperostosis of the bone (increased density), bones appear significantly denser on radiographs, especially in late stages. A "cotton wool appearance" is often noted in the skull;
- Enlargement of bones, affected bones become thicker, longer, or deformed, with a bowing of long tubular bones;

-
- Localized deformity and architectural disruption of bone, alteration of normal structure – appearance of hyper- or hypotrophic areas, accompanied by pain and reduced functionality;
 - Signs of microfractures or secondary osteoarthritis, with possible coexistence of degenerative changes in joints.

Section: Oil and Gas Technologies, Engineering and Thermal Power Engineering

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ПАВОДКОВИХ ЯВИЩ В ПРИКАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ В ЗОНІ РОЗТАШУВАННЯ НАФТОГАЗОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Карпаш Максим

д.т.н., професор

кафедра архітектури та будівництва

Заклад вищої освіти "Університет Короля Данила"

Олійник Андрій

д.т.н., професор

Костишин Любов

к.ф.-м.н.

кафедра інформаційних технологій

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Ключові слова: обробка результатів гідроспостережень, метод експертних оцінок, методи прогнозування, математичне моделювання.

На першому етапі досліджень проводилась обробка експериментальних даних спостережень на відповідних постах параметрів, що характеризують даний регіон з точки зору паводкової небезпеки, методом ковзаючого середнього надано прогнози стосовно розвитку можливих паводків, методом експертних оцінок [1] виявлено та проранжовано потенційно небезпечні регіони, в яких функціонують підприємства НГК (нафтогазового комплексу).

Другий етап присвячений математичному моделюванню паводкових явищ. При цьому вивчаються можливості описання реальних об'єктів та процесів з використанням систем звичайних диференціальних рівнянь, серед яких виділяється клас лінійних систем зі сталими коефіцієнтами [1,2]. Розглядається наступна модель: нехай $y_1(t)$ – рівень паводкових вод, $y_2(t)$ – кількісна характеристика здатності поглинання паводкових вод (проникність ґрунтового середовища, рівень зелених насаджень, гідротехнічне забезпечення тощо), $y_3(t)$ – кількісна характеристика зміни кількості паводкових вод та опадів. При цьому слід зазначити, що в указаній системі присутні дві функції від часу – одна з них $F_1(t)$ характеризує інтенсивність опадів в регіоні та $F_2(t)$ характеризує інтенсивність капіталовкладень на протипаводкові заходи [2,3]

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dt} = k_1 y_1(t) - k_2 y_2(t) + k_3 y_3(t), \\ \frac{dy_2}{dt} = -k_4 y_3(t) - k_5 y_1(t) + F_2(t), \\ \frac{dy_3}{dt} = F_1(t) - k_6 y_3(t), \end{cases} \quad (1)$$

з початковими умовами

$$y_1(t) = 0.2, y_2(t) = 1.0, y_3(t) = 0.8. \quad (2)$$

Перше з рівнянь системи (1) встановлює той факт, що швидкість зміни рівня паводкових вод залежить від наступних факторів:

- від початкового рівня води в річці;
- від кількості опадів в регіоні;
- від здатності ґрунтів поглинати воду, що надходить ззовні.

Друге рівняння системи встановлює, що здатність до поглинання наслідків паводку залежить, точніше, її швидкість, залежить від таких факторів:

- від інтенсивності опадів;
- від рівня паводкових вод;
- від коштів, що виділяються на заходи по боротьбі з паводками.

Третє рівняння системи встановлює, що швидкість надходження опадів в регіон залежить від експериментально визначеної функції інтенсивності опадів та самого рівня опадів, який не може безкінечно зростати.

Функції $F_1(t)$ та $F_2(t)$ задаються наступним чином:

$F_1(t) = c_1/(c_2 + c_3(t - t_0)^2)$ - функція, яка характеризує швидкість зміни опадів та надходження паводком води

$F_2(t)$ – модельна функція, що характеризує витрати на протипаводкові заходи. На першому етапі вважається сталою, 0.2 – 0.6.

Система типу (1) є певним розширенням відомої моделі типу «хижак – жертва». Запропоновано алгоритми знаходження коефіцієнтів системи (1) методом експертних оцінок, причому при моделюванні системи (1) встановлено додаткові умови на її коефіцієнти з точки зору одержання асимптотично стійких розв'язків. Введення нелінійних складових в систему (1) дозволяє одержати розв'язки, які точніше відображають суть явищ та процесів, що моделюються.

Практичні розрахунки проводились з використанням чисельних схем методу Рунге-Куты четвертого порядку точності для систем звичайних диференціальних рівнянь.

Список використаних джерел

1. Дубовой В.М., Квегний Р.Н, Михальов О.І., Усов А.В. Моделювання та оптимізація систем: підручник - Вінниця, ПП «Едельвейс», 2017. - 804 ст.
2. Flood development process forecasting ased on water resources statistical data. / Mandryk O., Oliynyk A., Mykhailyuk R., Feshanych L. (2021) Grassroots Journal of Natural Resources, 4(2): 65-76 DOI:<https://doi.org/10.33002/nr2581.6853.040502>
3. Використання апарату звичайних диференціальних рівнянь при моделюванні екологічних та економічних систем./А.П.Олійник, Л.І.Фешанич - Нафта і газ. Наука: освіта - виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку: Матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Дрогобич, 10 – 11 листопада 2020 року) – Дрогобич, ТзОВ «Трек – ЛТД», 2020, ст.. 53 – 56.

Section: Pedagogy, Philology and Linguistics

ІНШОМОВНА ОСВІТА МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ: ІСТОРИЧНИЙ АСПЕКТ

Терлецька Любов

Кандидат педагогічних наук, старший викладач

Кафедра іноземних мов і методик їх навчання

Факультет педагогічної освіти

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Україна

Навчання іноземних мов у початковій школі завжди перебувало у фокусі науково-педагогічної спільноти, оскільки в цьому навчальному кластері концентрується декілька важливих аспектів: освітній, соціокультурний і людино-орієнтований. Сегмент вивчення іноземних мов позиціонується в освітній парадигмі як специфічна сфера навчальної активності, яка потребує синергії педагогічних, психологічних, методичних, організаційних і віднедавна інформаційно-цифрових характеристик [2]. Коли ж питання звужується до організації навчання іноземної мови для дітей молодшого шкільного віку, то проблема набуває фундаментального характеру, оскільки в цей період навчальної активності закладаються основи іншомовної компетентності, які мають системний характер, а не стосуються лише знання іноземної мови. Вивчення іноземної мови в початковій школі не обмежується лінійним виміром оволодіння іноземною мовою, а передбачає формування в учня здатності сприймати, засвоювати і транслювати інформацію іноземною мовою. Тому в сучасній освітній парадигмі процес навчання іноземних мов поступово втрачає домінування класичного іншомовного виміру, розширюючись до лінгво-соціокультурного змісту. Це передбачає формування поряд із фундаментальним кластером знання іноземної мови гнучкого компонента – використання іншомовної компетентності. Зазначається, що ці настанови актуалізуються вже на початковому етапі навчання іноземних мов у початковій школі задля цілісності сприйняття учнями концепції вивчення іншої мови (а з нею іншої культури й іншого інформаційного поля). Такі настанови є підґрунтям для розвитку полілінгвістичного середовища [3].

Очевидно, що сучасна модель навчання іноземних мов потребує змін у системі підготовки вчителів іноземної мови на всіх рівнях освіти. Передовсім варто актуалізувати це питання для майбутніх учителів іноземної початкової школи. Стратегія підготовки педагогічних фахівців, які викладатимуть іноземну мову для учнів молодшого шкільного віку, разом із фундаментальними навчальними вимірами має враховувати всі сучасні тренди соціокультурного життя. Статус іноземної мови для освітнього простору перетворюється із засобу комунікації в міждисциплінарну активність із залученням знання мови та її

інтеграцією до сфер суспільної активності. Тому стандарти вищої освіти за напрямками викладання іноземних мов у початковій школі оновлюються й доповнюються новими елементами й алгоритмами педагогічної майстерності.

Динамічність сучасного суспільного розвитку передбачає трансформацію освітнього простору, який інтегрує міждисциплінарний навчальний арсенал, а саме: нові формати організації навчального процесу; інноваційні технології навчання іноземних мов; актуальний навчально-інформаційний контент; ментально-психологічні характеристики. Раніше вчитель іноземної мови в початковій школі концентрував у педагогічній майстерності всі необхідні інструменти для організації навчальної активності. Нині навчання цієї шкільної дисципліни асоціюється з умінням керувати процесом набуття іншомовних компетенцій. Наразі повністю змінюється передовсім функціональна парадигма навчання іноземних мов, яка передбачає необхідність набуття майбутнім педагогом навичок професійної активності в різноманітних форматах освітньої активності [1]. Інноваційні процеси міжнародного досвіду навчання іноземної мови поступово впроваджуються в українському освітньому середовищі. Радянсько-український період другої половини XX століття й часи соціокультурної турбулентності 1990-х років залишили неоднозначну спадщину в системі навчання іноземної мови. З одного боку, традиційно сильні позиції зберігали навчально-методичні принципи навчання іноземних мов, які ґрунтувалися на класичній граматично-лексичній парадигмі. Водночас актуалізувалися нові підходи до вивчення іноземних мов, що стали основою педагогічної трансформації цієї шкільної дисципліни.

Мовна політика складається зі світоглядно-ідеологічних настанов та практично-орієнтованих стандартів, які регулюють функціонування мовної активності в суспільстві. Принципи цієї політики застосовуються не лише до державної чи офіційної мови, але й до всіх мов, які фактично використовуються в будь-якому форматі. Іноземні мови формують важливий кластер мовної політики в державі та суспільстві. Вони інтегруються практично до всіх сфер суспільної діяльності, проте, освіта виступає майданчиком, де мовна політика формує впорядковані алгоритми позиціонування лінгвокультурних елементів. В освітній галузі вибудовується цільова структура іншомовного середовища, в якому кожній мові відводиться своя частка активності. Водночас, формат розвитку суспільства визначає рівень впливу на розвиток мовного середовища та параметри вільного функціонування мови в суспільстві.

Список використаних джерел

1. Гнатик К., Фодор К. Особливості застосування сучасних підходів у вивченні іноземних мов. Інноваційна педагогіка. 2023. № 59. С. 113–116.
2. Задунайська Ю. Формування професійної компетентності вчителя іноземної мови початкової школи. Проблеми підготовки сучасного вчителя. 2015. № 11. С. 105–110.

3. Кміть О. Методика навчання англійської мови у початковій школі: Конспект лекцій для студентів спеціальності 013 Початкова освіта, спеціалізації Іноземна мова (англійська), освітній ступінь-магістр. Чернігів: ЧНПУ, 2017. 117 с.
4. Кузенко О., Мацук Л. Професіограма сучасного вчителя початкових класів у руслі впровадження концепції Нової української школи. Освітній простір України. 2018. № 13. С. 160–166.

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ ЩОДО ПРОЦЕСІВ ГАЗООБМІНУ У ЛЕГЕНЯХ ТА ТКАНИНАХ НА ОСНОВІ РОЗГЛЯДУ БУДОВИ ГЕМОГЛОБІНУ ТА ЙОГО СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ: БІООРГАНІЧНА І БІОЛОГІЧНА ХІМІЯ ДЛЯ ЗАГАЛЬНОКЛІНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Чернюх Оксана Григорівна

к.мед.н., доцент кафедри біоорганічної і
біологічної хімії і клінічної біохімії

Буковинського державного медичного університету
м. Чернівці

Анотація. Сучасний освітній простір – це багатокомпонентна система класичних методів навчання, інтерактивних технологій з використанням ресурсів штучного інтелекту, метою якої є не тільки покращення процесу здобуття знань шляхом їх поглиблення та візуалізації, а й формування чіткої каркасної структури систематизації знань. Це дозволить структурувати величезний об'єм знань, з чіткою ієрархією та підпорядкуванням елементів як в межах одного предмету так і в групі споріднених дисциплін У роботі наведено приклад формування причинно-наслідкових зв'язків як ключ до розуміння взаємодії будови складних структурних компонентів та їхнього функціонування у живому організмі. На численних прикладах проаналізовано нерозривний зв'язок між теоретичними та клінічними дисциплінами, які у єдиній взаємодії формують клінічне мислення та будують компетентнісну та конкурентоспроможну освіту. Процес характеризується складним поетапним механізмом використання різноманітних знань не тільки в межах курсу біоорганічної і біологічної хімії, а й інших дисциплін для побудови єдиної професійної системи знань. Розвиток абстрактного та аналітичного мислення, формування відповіді на базі горизонтальної ієрархії знань у складі різних тем одного предмету або аналогічних у форматі інших дисциплін та вертикальної ієрархії, як прикладу поступового поглиблення знань, досягнення їх генерації на основі теоретичного та емпіричного підходів, систематизації та використання на

практиці. Для унаочнення розглянуто приклад щодо функціональних особливостей гемоглобіну для забезпечення дихальної функції крові, що безпосередньо пов'язано з хімічною будовою цього складного білка та є ключовим елементом у роботі гемоглобінової буферної системи крові для розуміння важливих питань кислотно-основного балансу організму.

Ключові слова: компетентнісний підхід, гемоглобін, теоретичні предмети, клінічне мислення, аналітичне мислення, узагальнення знань.

Введення. Компетентнісний підхід у навчанні формує єдину структуру знань, тобто границі між теоретичними та практичними предметами зазнають змін із формуванням єдиного освітнього простору. Студент і викладач, кожний зі свого напрямку роботи та функціонального забезпечення учбового процесу, усвідомлюють важливість засвоєння та використання теоретичних дисциплін медичного профілю у розвитку клінічного мислення та професійного зростання. Зрозуміло, що викладач створює такі умови навчання, коли у підсумках, висновках та наочних прикладах теоретичних тем показано їхнє практичне віддзеркалення та використання у сучасній медичній практиці. Це, у свою чергу, підвищує зацікавленість та мотивацію студента до процесу навчання як під час занять, так і в індивідуальній роботі. Процес цей багатогранний та кропіткий, адже такий компетентнісний підхід формується за допомогою не однієї єдиної теми і може тривати впродовж тривалого часу, включаючи міжпредметні взаємодії.

Метою за завданням дослідження є структуризація знань від простих елементів до складних компонентів у структурі органів та систем організму, що дозволяє говорити про динамічну біохімію, як важливий предмет розуміння молекулярної організації живих систем та функціонування цілісного організму. Окрім того, важливо зробити навчальний процес цікавим, стимулювати мислення, будувати алгоритмічні та причинно-наслідкові зв'язки.

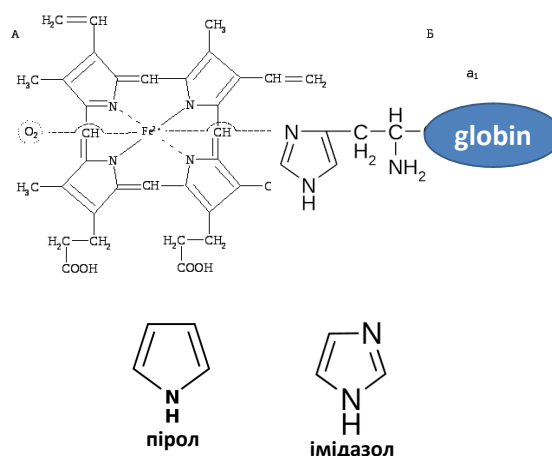
Результати дослідження та їх обговорення. Розглянемо на прикладі вивчення гемоглобіну прикладне застосування теоретичних знань для практичної медицини та для взаємозв'язку з іншими предметами теоретичного напрямку медицини із застосуванням різних методичних підходів (теоретичного, евристичного, аналітичного та ін.) та їх генерації і синтезу між собою.

Гемоглобін відноситься до білків з найскладнішою четвертинною структурою, його концентрація у крові дорослих осіб сягає меж 120-160 г/л. Для порівняння: вміст загального білка складає лише 60-85 г/л, до складу якого входить багато гетерогенних фракцій (альбумін та різні типи глобулінів). Таке аналітичне порівняння дає розуміння важливості гемоглобіну для функціонування організму і стимулює зацікавлення слухацької аудиторії до подальшого навчання та поглибленого вивчення структури цього білка.

Під час вивчення першого модулю дисципліни «Біоорганічна і біологічна хімія» на занятті приуроченому гетероциклічним сполукам програма курсу надає інформацію, що тетрапірольне кільце у центрі з атомом заліза, формує структуру

гему – небілкову частину гемоглобіну та інших важливих гемопротеїнів. Отже, пірольне кільце є компонентом побудови гему.

Ще одним важливим п'ятичленним гетероциклом з двома гетероатомами є імідазол, що входить до складу амінокислоти гістидину. Саме імідазольне кільце гістидину є ланкою поєднання в одне ціле гему (небілкової частини) та глобіну (білкової частини) цього складного білка. Тобто, у складі гемоглобіну атом заліза має шість координаційних зв'язків, п'ять з яких пов'язані з двома видами п'ятичленних гетероциклів, які мають подібну хімічну будову (мал.1).



Мал.1. Пірольні та імідазольне кільце у структурі молекули гемоглобіну.

Розуміння цієї складної будови відкриває наступну сходинку для вивчення транспортних форм гемоглобіну та впливу різних чинників на спорідненість гемоглобіну до кисню. Ці питання перекликаються із темами нормальної фізіології, що формують тісний міждисциплінарний зв'язок, що покращує комплексне сприйняття матеріалу.

Сполуки окси- та дезоксигемоглобіну (FO_2Hb та FHb відповідно) є кислотами, але оксигемоглобін є сильнішою кислотою, ніж дезокси-. Адже оксигемоглобін є донором протонів (H^+) у той час, як дезокси-, навпаки, взаємодіє з ними та вилучає їх з середовища і відбувається це завдяки «вільному азоту» імідазольного кільця гістидину. Таким чином, будується асоціативний ряд взаємодії хімічної будови та функціональних особливостей гемоглобіну, студент формує внутрішньопредметні зв'язки між темами для аналітичного розуміння транспорту газів крові.

Молекулярні механізми приєднання (у тканинах) та вивільнення протонів (у легенях), концентрація вуглекислого газу впливають на спорідненість гемоглобіну до кисню і називають це ефектом Бора (за кооперативним механізмом приєднання кисню). З іншого боку, вміст кисню вибірково впливає на здатність гемоглобіну поєднуватись з CO_2 та H^+ і називається цей процес ефектом Холдейна.

У тканинах з оксигемоглобіну вивільнюється кисень, гемоглобін стає слабкою кислотою і завдяки високому парціальному тиску вуглекислого газу

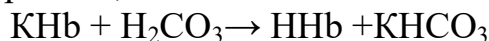
pCO₂ формується карбаміногемоглобін (FCO₂Hb), що складає 20% від загальної її кількості. Варто зауважити, що вугільна кислота добре розчинна у воді, але лише близько 10% буде перебувати у такому стані. І переважна її кількість, а саме 70% – це бікарбонатні іони (NaHCO₃ та KHCO₃).

Якщо кисень транспортується завдяки вільному шостому координаційному зв'язку атома заліза, п'ять взаємодіють з пірольними кільцями та імідазольним, то у транспорті вуглекислого газу все набагато різноманітніше та складніше. H₂CO₃ поєднується з вільними аміногрупами кожного білкового ланцюга.



Ця реакція можлива і для інших білків плазми крові, але коли ми нагадаємо студентській аудиторії про кількість гемоглобіну, про що ми говорили на початку, то буде зрозумілим, що це основний білок для утворення карбаміноформи. Окрім того, ця реакція відбувається надзвичайно швидко, без участі ферменту та проміжного утворення H₂CO₃.

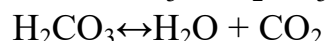
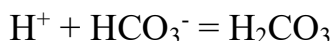
Вуглекислота здатна взаємодіяти з більш слабкими кислотами, а саме з натрієвими солями у позаклітинному середовищі та калієвими солями у середині клітин. У хребетних, як правило, з калієвими солями гемоглобіну в еритроцитах).



Використання рівнянь дає змогу асоціювати фізіологічні та біохімічні процеси з формуванням різноманітних сполук, що впливають на кислотно-основний баланс людського організму. Студенти мають змогу пригадати предмет медичної хімії й використати резерв залишкових знань за цією темою.

Чому ж транспорт вуглекислоти відбувається набагато складніше, ніж кисню. Справа в тому, гемоглобінова буферна система працює в парі з бікарбонатною, що забезпечує лужний резерв організму.

У тканинах на кожні чотири вивільнені молекули кисню приєднується два протони, що є важливим для забезпечення буферної ємності крові. У легенях відбувається обернений процес: до гемоглобіну приєднується кисень, вивільнюються протони, які поєднуються з бікарбонатним аніоном. Утворена вугільна кислота каталізується карбангідразом з вивільненням при диханні вуглекислого газу.



Завдяки використанню рівнянь дисоціації, утворенню бікарбонатних солей, катіонів та аніонів будується розуміння газообміну на молекулярному рівні, що є важливими для механізму кооперативного насичення гемоглобіну киснем. Усе це відтворюється у фізіологічних процесах дихання та біохімічних процесах плазми крові та всередині еритроцитів.

Висновки. Надалі ці механізми будуть важливими для забезпечення буферної ємності крові та регуляції кислотно-лужного балансу організму при вивченні внутрішньої медицини, нефрології, невідкладних станів, анестезіології та реаніматології. Таким чином, низка теоретичних предметів з медичної хімії,

нормальної фізіології, патофізіології, біоорганічної і біологічної хімії та клінічної біохімії закладає фундамент розуміння механізмів газообміну у легенях та тканинах, регламентує знання щодо функціонування основних буферних систем організму. Розгляд споріднених тем у розрізі різних предметів дозволяє покращити засвоєння знань, детально розглянути певні процеси та реакції, що покращує результати навчального процесу та формує професіонала здатного до багатогранного аналізу обраної теми.

Список використаних джерел

1. Ciaccio, C., Coletta, A., & Coletta, M. (2022). Role of hemoglobin structural-functional relationships in oxygen transport. *Molecular Aspects of Medicine*, 84, 101022. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2021.101022>
2. Cao, M., Wang, G., He, H., Yue, R., Zhao, Y., Pan, L., & Huang, X. (2021). Hemoglobin-based oxygen carriers: potential applications in solid organ preservation. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 760215. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.760215>
3. Slatinskaya, O. V., Luneva, O. G., Deev, L. I., Zaripov, P. I., & Maksimov, G. V. (2021). The hemoglobin conformation in erythrocytes at different levels of oxygen partial pressure. *Biophysics*, 66(5), 797-803. <https://link.springer.com/article/10.1134/S0006350921050225>
4. Шевряков, М. В. (2021). Буферні системи крові (лекція). *Природничий альманах (біологічні науки)*, (30), 121-135. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2524-0838/2021-30-12>

APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES DURING THE INTEGRATED LESSON «I AM EXPLORING THE WORLD»

Bershadskaya Kateryna

student of group 21-PO

Educational and Research Institute of Pedagogy and Psychology

Supervisor:

Mozul Iryna

PhD in Pedagogy, Associate Professor

Department of Theory and Methods of Primary Education

Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University

Keywords: New Ukrainian School, primary education, learning, educational process, innovative technologies, pedagogical innovations, integrated course «I Explore the World».

In the current context of education reform in Ukraine, the integrated course «I Explore the World» plays an important role in forming a holistic picture of the world

for younger students. This course combines knowledge from various educational fields - natural, technological, social, civic, and health - and implements an activity-based approach, in which a student does not just learn knowledge but becomes an active researcher and creator. One of the key conditions for the effective teaching of this course is the introduction of innovative technologies that meet the requirements of the New Ukrainian School (NUS) and global trends in education.

According to the Concept of the New Ukrainian School (approved by Order of the Ministry of Education and Science No. 924 of 13.07.2017) and the State Standard of Primary Education (2018), one of the tasks of modern primary education is to develop key competencies in students, including the ability to think critically, work with information, interact in a team, and use digital technologies. In this context, innovative teaching methods contribute to the creation of a child-centered, interactive, and competency-based educational space.

Modern teaching tools are being actively modernized. If earlier teachers used to work mainly with chalk and blackboard, today they have interactive panels, tablets, digital laboratories, virtual and augmented reality, online platforms, and mobile applications at their disposal. Important tools of the digital environment are LearningApps, Padlet, Canva, Wordwall, PhET, Google Earth, Genially, Kahoot, Mentimeter, Jamboard, etc.

In the I Explore the World course, these tools open up new opportunities for interactive and research activities. For example, when studying the topic «Phenomena of Nature» students can view virtual models of atmospheric processes using augmented reality mobile applications such as Quiver. In the process of mastering the topic «Water cycle in nature», it is worth using simulations on the PhET platform, which allows you to model the phenomena of evaporation, condensation, and precipitation. After viewing the video, primary school students express their associations using the «word cloud» in the Mentimeter service.

Topics from the sections on society, culture, or career guidance are well complemented by project work. For example, during the topic «Occupations» students create presentations in Canva or Google Slides using photos, audio recordings, and QR codes. Group tasks can be implemented using Padlet or Jamboard, where children publish the results of their own research: «My hometown», «Environmental problems», etc.

The modern elementary school also integrates a STEAM approach that combines science, technology, engineering, art, and math. When studying soil properties, students conduct experiments on growing plants, record changes in photo diaries, create growth graphs in Google Docs or Excel, and build mini-models in the classroom. This is not only educational, but also develops the skills of a researcher, analyst, and designer.

In the context of martial law and distance or blended learning, digital tools have become critical. Teachers organize online classes with Zoom, Google Meet, use virtual whiteboards and interactive exercises to ensure a full-fledged educational process. All of this is supported by the provisions of the «Methodological Recommendations for Assessing the Learning Outcomes of Students in Grades 1-4» (letter of the Ministry of

Education and Science No. 1/9-676 of 29.09.2021), which states the need to create an inclusive, adaptive and digital learning environment.

Innovative technologies also contribute to the introduction of formative assessment elements - students independently assess their progress, perform self-analysis in digital form, for example, in the form of a survey or Google Forms questionnaire. This develops responsibility, self-organization, and self-reflection.

The use of innovative approaches is fully in line with the principles of the European Digital Competence Framework for Education (DigCompEdu), which emphasizes the development of digital pedagogy, critical literacy, the ability to work with digital tools and engage children in creative work with information.

Thus, the integrated course «I Explore the World» creates ample opportunities for the implementation of interdisciplinary connections, active use of digital technologies, development of key competencies and formation of a modern personality capable of navigating the world of change. The teacher in the NUS is not a carrier of ready-made knowledge, but a facilitator, mentor, organizer of cognitive activity, who uses innovative technologies to maximize the potential of each student of primary education.

References

1. Биков В. Ю., Шишкіна М. П. Хмароорієнтоване освітнє середовище загальноосвітнього навчального закладу : наук.-метод. посіб. Київ : ІТЗН НАПН України, 2019. 124 с.
2. Вознюк О. В. Інноваційні освітні технології в початковій школі : навч.-метод. посіб. Тернопіль : Мандрівець, 2020. 132 с.
3. Державний стандарт початкової освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 21 лютого 2018 р. № 87. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D0%BF#Text>
4. Крамаренко С. С., Семеріков С. О. Цифрові інструменти в початковій освіті: огляд платформ і сервісів. Інформаційні технології і засоби навчання. 2021. № 2 (82). С. 45–55.
5. Лісова Н. В. Інтегроване навчання в початковій школі : сучасний підхід. Київ : Освіта України, 2021. 96 с.
6. Методичні рекомендації щодо оцінювання результатів навчання учнів 1–4 класів : лист МОН України від 29.09.2021 № 1/9-676. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennya-metodichnih-rekomendacij-shodo-ocinyuvannya-rezultativ-navchannya-uchniv-1-4-klasiv-zakladiv-zagalnoyi-serednoyi-osviti>
7. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
8. Redecker C., Punie Y. DigCompEdu: European Framework for the Digital Competence of Educators. Joint Research Centre, European Commission, 2017. URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466>

Section: Philosophy

СУЧАСНЕ РОЗУМІННЯ ПОНЯТТЯ «ЗНАННЯ» ТА НАПРЯМКИ ЙОГО МОЖЛИВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Старікова Галина

к. філос. н., доцент

Кафедра філософії

Харківський національний університет радіоелектроніки

Розвиток науки та цивілізації періодично приводить до необхідності перегляду, уточнення або навіть заміни окремих концепцій, теоретичних поглядів та постулатів. В сучасній епістемології, на наш погляд, склалася ситуація, яка вимагає перегляду, внесення уточнень та доповнень в розуміння базового для цього розділу філософії поняття – поняття «знання». Поняття «знання» традиційно і перш за все пов'язують із специфічно-людським типом знання – понятійним, абстрактно-логічним, вербальним і усвідомленим. «Знання – це форма духовного засвоєння результатів пізнання, процесу відображення дійсності, що характеризується усвідомленням їх істинності. Важливою рисою знання є його усвідомленість та здатність впливати на діяльність людини» – приблизно так формулюється це поняття у більшості сучасних філософських словників. На таке розуміння знання спиралися філософи та науковці як у минулому, так і в сучасній гносеології та епістемології. Але к середині ХХ століття сформувалася й дещо інша когнітивна концепція, яка заслуговує на більш глибокий аналіз.

В теоретичній думці Західної цивілізації базовим, фундаментальним і принциповим стало наступне бачення людської когнітивності: раціональне, понятійне, абстрактно-логічне пізнання вважалося (частіш за все, і досі вважається) найвищим рівнем пізнання для живої істоти, найдосконалішим і найефективнішим способом отримання і переробки інформації. Всі інші пізнавальні здібності розглядалися як примітивні, тваринні, такі, що повинні й можуть лише допомагати раціональному пізнанню, але ж ніяк не конкурувати з ним. Взагалі-то такі когнітивні процеси досліджувалися виключно як тваринні, до людини вони не повинні були мати жодного відношення.

Ситуація почала кардинально змінюватися після розробки З. Фрейдом теорії неусвідомлених процесів, в якій було доведено значну роль, що її відіграють позасвідомі психічні чинники. Звісно, що у Фрейда та його послідовників мова йшла не про пізнавальні дії людини, а, навпаки, про її підсвідоме емоційне життя. Але розвиток та вдосконалення вчення про підсвідоме поступово, неусвідомлено для самих дослідників, призвів до появи

концепцій, що розглядали окремі неусвідомлені компоненти з точки зору їх когнітивних функцій. Мова йде, перш за все, про концепцію неявних знань – «tacit knowledge», – запропоновану М. Полані [1]. Він визначає неявне знання як знання, що є у людини, але людина не здатна сформулювати його, втілити в слова-поняття. Саме тому воно і отримало назву «tacit», тобто «безсловесне» знання. Воно найтіснішим чином пов'язано з власним досвідом особистості, практичними навичками та інтуїцією, отримується виключно у практичній діяльності, переважно не усвідомлюється та не може бути усвідомленим. Тому його складно передати іншим людям, тобто у такого знання відсутня одна з основних функцій людського знання – фіксація та передача досвіду з покоління в покоління, збереження знань в культурі тощо. Таке розуміння знання стало джерелом суттєвих суперечностей, оскільки для наукового і філософського співтовариства було не тільки несподіванкою, але й просто неможливим існування знання поза словом і свідомістю. Однак подальші дослідження цієї проблематики довели, що Полані мав рацію і у людини, окрім усвідомленого понятійного знання, присутні різні варіанти знання неусвідомленого. Згодом було описано досить багато різновидів такого неявного знання [2].

Можна запропонувати ще одну низку міркувань щодо неповноти визначення поняття «знання» в сучасній філософії. Ці міркування спираються на простий логічний аналіз запропонованих в науковій та епістемологічній літературі визначень знання. За визначенням, знання є результатом пізнавальної активності суб'єкта в процесі взаємодії з навколишнім світом, тобто отримана інформація не просто фіксується, а відразу ж інтерпретується людиною. Ця інтерпретація не випадкова й не довільна, вона має мету і навіть «над-мету», яка полягає у пошуку сутності речей, процесів та взагалі об'єктивної реальності в цілому. Знання, що отримано в результаті такої інтерпретації, людина, по-перше, намагається максимально формалізувати і, по-друге, ця формалізована інформація сприймається і впевнено розглядається як абсолютно адекватне відображення дійсності, як те, що відповідає реальності. Тобто це вже не безпосередня інформація від органів відчуття або приладів, а оброблена, логічно проаналізована, чітко й стисло сформульована у вигляді понять «вторинна» інформація, яку ми і називаємо словом «знання».

Але ми, частіш за все, не враховуємо, що наша впевненість в достовірності як отриманих даних, так і «інтерпретованих знань» ґрунтується виключно на часткових, завжди неповних та суб'єктивних аргументах, навіть якщо це суто наукові аргументи. Існує як мінімум один безперечний доказ цієї неповноти – у формальній логіці давно вже дійшли до висновку (з яким начебто погоджуються всі науковці), що висновки за неповною індукцією носять виключно і тільки ймовірнісний характер. А оскільки всі без виключення наукові теорії та концепції, так чи інакше, базувались і базуються на емпіричному матеріалі, то й прикінцеві їх формулювання, наприклад, закон всесвітнього тяжіння, теж мають ймовірнісний характер, а отже, є за визначенням неповними і недосконалими.

Тому і наше знання про реальність завжди лишається неповним та неточним. Епістемологічний аналіз також показує, що сучасне визначення поняття «знання» можна вважати недостатньо коректним з точки зору логічної чіткості й досконалості. Це визначення нагадує опис певного об'єкту, перелік якихось його характеристик, що виглядають скоріш зовнішніми по відношенню до сутності феномена. Складається враження, що визначення формулюється відносно сприйняття та використання людиною, її відношення та оцінок, а не з позиції пошуку сутнісних особливостей знання як специфічного типу інформації.

Наступний аргумент на користь перегляду сутності поняття «знання» пов'язаний з тим, що ми звикли розглядати знання як феномен, притаманний виключно людині, й повністю відмовляємо тваринам в можливості мати таку інформацію, яку можна було б назвати знанням. Але, якщо подивитися на буття тварин, їх способи обробки інформації, реагування на зміни у навколишньому середовищі, на складну й іноді непередбачувану для нас поведінку, можна припустити, що і вони мають певні й навіть досить розгалужені «знання» про навколишній світ, правила і принципи його побудови та функціонування та про правильні, адекватні й ефективні способи реакції на процеси у цьому світі. У тварин також існує своя «картина світу», звісно ж, неповна, (часткова,) фрагментарна, різна у різних видів, але така, що включає до себе хоча б частково істинну інформацію, яка відповідає дійсності. Просто ця картина складається не із слів, як у людини (хоча і у людини до картини світу входять далеко не тільки вербалізована та усвідомлена інформація), а з образів, певних уявлень тощо, складність і точність яких залежить від рівня розвитку нервової системи даного виду тварин: один тип уявлень, скоріш навіть, відчуттів, наприклад, у риб, інший – у комах, зовсім інший – у вищих приматів чи ссавців.

Слід підкреслити, що за своєю сутністю інтерпретація зовнішньої інформації або інформації від органів чуття, яку здійснює будь-яка жива істота, принципово не відрізняється від процесу, який здійснює людина. Головна мета, як було сказано, – це адекватне «розуміння» процесів, що відбуваються у навколишньому середовищі, для найбільш адекватної та ефективної реакції на них. Інтерпретація, тобто обробка інформації за певними правилами, здійснюється на будь-якому тваринному рівні, просто у людини кінцевою формою інтерпретації вважається поняття, а тварині достатньо образу, уявлення й навіть відчуття.

Наведені міркування наводять на думку про те, що класичне, звичне для всіх визначення знання потребує перегляду, уточнення і доповнення. Можливо, необхідно ввести додаткове поняття для позначення інформації, яка поступає в когнітивну систему живої істоти ззовні, переробляється на доступному для даного виду живих істот рівні, певним чином інтерпретується цією системою і впливає або може впливати на поведінку/зміну поведінки живих істот. В такому випадку специфічно людське знання можна буде розглядати як певну частину такої інформації. Запропоновані міркування доводять, що перегляд базових

понять епістемології, зокрема, поняття «знання», є актуальним для сучасної філософії.

Список використаних джерел

1. Polanyi M. Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy / M. Polanyi M. – University of Chicago Press, 1958. – 215 p.
2. Старікова Г.Г. Сучасні підходи до розробки типології неявних знань / Г. Старікова // Дослідження з історії і філософії науки і техніки. – 2023. – 32, № 1. – С. 19-27.

Section: Physical and Mathematical Sciences

ПРОСТОРОВО-ОБ'ЄМНА МОДЕЛЬ КОГЕРЕНТНОГО КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ СПЛУТАНИМИ ФОТОНАМИ: ВІД ГІПОТЕЗИ ДО ВЕРИФІКАЦІЇ

Стринадко Мирослав

к.ф.м.н., доцент

Рябий Павло

к.ф.м.н., асистент

Бурковець Дмитро

к.ф.м.н., доцент

Кафедра кореляційної оптики

Заяц Роман

Аспірант

Кафедра радіотехніки та інформаційної безпеки

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна

Анотація. У роботі запропоновано гіпотезу про існування фізично реального когерентного каналу, що утворюється під час генерації сплутаних фотонів і забезпечує просторово-часову узгодженість результатів вимірювань. Такий канал трактується як просторово-об'ємна фазова структура, здатна зберігати когерентний зв'язок між фотонами навіть після їх просторового розділення. На основі аналізу експериментів типу Белла висунуто припущення, що узгодженість результатів є проявом динамічної конфігурації середовища або фонові топології простору. Проведено чисельне моделювання деградації когерентності під дією шумів, фазових збурень і часових затримок. Запропоновано низку експериментальних підходів до перевірки гіпотези, зокрема шляхом вивчення стабільності кореляцій при змінних просторових, часових та середовищних параметрах.

Ключові слова: квантова сплутаність, когерентний канал, експерименти Белла, просторово-часова когерентність, фазова структура, причинність, фізична інтерпретація.

Введення. Квантова сплутаність — один із ключових і водночас найпарадоксальніших феноменів сучасної фізики. Згідно зі стандартною інтерпретацією, система сплутаних частинок не допускає поділу на окремі визначені стани; спостереження одного об'єкта миттєво визначає стан іншого — незалежно від відстані між ними (Everett, 1957 [7]; Zeilinger, 1999 [6]). Хоча формалізм квантової механіки з високою точністю передбачає результати експериментів типу Белла (Aspect et al., 1982 [2]; Hensen et al., 2015 [3]), питання фізичної природи такої “миттєвої взаємодії” між сплутаними фотонами

залишається відкритим. Чи є вона лише математичним артефактом опису, чи, можливо, проявом ще не виявленої структури простору чи поля, яке забезпечує збереження когерентності між частинками після їх генерації?

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є формулювання фізично обґрунтованої гіпотези щодо квантової сплутаності як результату існування просторово-часового когерентного каналу між фотонами, а також виявлення експериментальних наслідків, які б дозволили її емпіричну перевірку.

Основні задачі дослідження: провести критичний аналіз класичних експериментів типу Белла (зокрема [2], [3]) з позиції причинно-просторової структури зв'язку між сплутаними об'єктами; визначити ключові параметри когерентного каналу: тривалість існування когерентного зв'язку, просторову топологію, чутливість до збурень середовища; розробити чисельну модель деградації когерентності, що відображає вплив зовнішніх факторів на збереження квантових кореляцій; порівняти результати моделювання з відомими експериментальними даними, а також із передбаченнями стандартної інтерпретації; сформулювати пропозиції щодо нових експериментів, здатних перевірити фізичну природу когерентного каналу та відокремити її від чисто формального опису квантової сплутаності.

Результати дослідження і їх обговорення.

Фізична гіпотеза каналу когерентності. У рамках нашої роботи запропоновано інтерпретаційну гіпотезу, згідно з якою при генерації пари сплутаних фотонів формується фізично значуща — хоча й не фотонна — структура, яку умовно можна назвати каналом когерентності. Цей канал не переносить енергію чи класичну інформацію, але забезпечує узгоджене (когерентне) поведіння квантових станів частинок при їх просторовому рознесенні та незалежному вимірюванні. Іншими словами, попри відсутність прямої взаємодії або обміну сигналами, квантові стани двох частинок залишаються пов'язаними через спільну фазову структуру.

Традиційні пояснення квантової сплутаності базуються на формалізмі хвильової функції та постулаті колапсу стану (або, наприклад, на припущенні нелокальної еволюції хвильового пакета). Натомість наша модель виходить із припущення, що існує реальна фізична структура простору (або вакууму), яка зберігає когерентний зв'язок між частинками після їх спільної генерації. Такий канал когерентності можна інтерпретувати як:

- топологічне «зчеплення» фазових контурів у конфігураційному просторі (невидимий вузол, що пов'язує фази двох квантових об'єктів);
- когерентне збудження середовища (вакууму), подібне за природою до ефекту Казимира (коли вакуум проявляє себе через колективний вплив на квантові об'єкти);
- інформаційну структурну функцію простору, що несе глобальну «пам'ять» про спільний стан частинок і забезпечує його збереження.

Запропонована гіпотеза дозволяє трактувати сплутаність не як «миттєву дію на відстані», а як взаємозалежність через структуровану фазову взаємодію, збережену в просторі та часі. Іншими словами, кореляція результатів вимірювань виникає не завдяки обміну сигналами між частинками, а завдяки наявності спільної для них фазової оболонки.

На відміну від, скажімо, інтерпретації багатосвітів (Many-Worlds) чи суто модельно-математичних підходів, запропонована гіпотеза має такі переваги:

- **Узгодженість із квантовою теорією.** Вона не суперечить формалізму квантової механіки і відповідає всім експериментально підтвердженим передбаченням (статистичним результатам вимірювань). При цьому вводиться додатковий фізичний зміст явища сплутаності.

- **Емпірична обґрунтованість.** Гіпотеза допускає перевірку через експеримент: можна моделювати поведінку каналу, навмисно його збурювати, змінювати умови та спостерігати, як це вплине на кореляції. Це принципова відмінність від інтерпретацій, які розглядають сплутаність лише як математичну властивість – наш підхід робить акцент на фізичній реальності процесу, що дає можливість його тестувати.

- **Причинно-локальна сумісність.** Канал когерентності відновлює причинно-локальну структуру опису: усі фундаментальні процеси (взаємодії) відбуваються локально, і немає потреби припускати надсвітлові впливи чи миттєвий «обвал» стану на відстані. Нелокальні кореляції постають як наслідок прихованої структури простору, але не порушують принципів причинності.

Просторово-часова реконцептуалізація експериментів Аспе, Цайлінгера та Генсена. Класичні експериментальні дослідження квантової сплутаності – зокрема, роботи під керівництвом Алена Аспе (1982) [2], Антона Цайлінгера (1998) [6] та Бастіана Генсена (2015) [3] – відіграли фундаментальну роль у перевірці нелокальних квантових кореляцій і спростуванні моделей із локальними прихованими змінними. Ці експерименти базувалися на тестуванні нерівностей Белла і були спроектовані так, щоб детектори та вибір налаштувань вимірювання були ізольовані у межах таких просторово-часових областей, які виключають класичний обмін інформацією (тобто події вимірювань розділені просторово і відбуваються швидше, ніж світло могло б передати сигнал від однієї до іншої) [9]. Результати цих дослідів підтвердили порушення нерівностей Белла (тим самим демонструючи несумісність локального реалізму з квантовими явищами) і не залишили шансів на пояснення спостережуваних кореляцій за допомогою суто класичних механізмів.

Втім, у рамках запропонованої гіпотези фізичного когерентного каналу ці результати можна переосмислити з іншої перспективи – не як свідчення миттєвої передачі інформації на відстані, а як прояв просторово-часової узгодженості в межах топологічної структури когерентного з'єднання між частинками.

Експеримент Аспе (1982): часові інтервали та топологія каналу. У досліді Аспе та співробітників сплутані фотони утворювалися в атомарній

декаєвій схемі, а для вибору базису вимірювання застосовувалися високошвидкісні акустооптичні переключачелі. Це дозволяло динамічно змінювати орієнтацію поляризаторів буквально під час польоту фотонів [9]. Вибір базису вимірювання на кожній станції проводився настільки швидко, що події вибору на обох детекторах були розділені просторово-часово (просторово на ~ 13 м і в часі на наносекундних масштабах), унеможливаючи будь-який субсвітловий обмін сигналами між ними. Ключові параметри експерименту: відстань між детекторами становила ≈ 13 м (час польоту фотона ~ 43 нс); час перемикання поляризаційного аналізатора – порядку 10–20 нс [10]. Таким чином, орієнтація поляризатора могла змінитися на проміжку часу, меншому за час прольоту фотона від джерела до детектора, тобто локальні умови вимірювання змінювалися, поки фотон ще був у дорозі.

Важливо зазначити, що момент перемикання поляризатора може частково накладатися на період транзити фотона. Інакше кажучи, умови вимірювання модифікуються ще до того, як квантовий стан буде остаточно зафіксовано детектором. З точки зору гіпотези когерентного каналу, це означає, що зміна локальних умов «вбудовується» у фазову структуру каналу когерентності ще до завершення вимірювання. Когерентність між двома фотонами підтримується топологічною фазовою структурою каналу, і навіть після їх народження локальні дії (такі як пізнє перемикання базису) можуть впливати на конфігурацію цього каналу. Такий ефект, звісно, не є передачею сигналу в класичному розумінні (бо не несе енергії чи інформації), але він свідчить про динамічну взаємозалежність у межах «простору когерентності» – прихованого зв'язку, що об'єднує частинки.

Експерименти із запізним вибором (Цайлінгер, 1998; Генсен, 2015). У подальшому розвитку експериментів із перевірки нерівностей Белла особливу увагу було приділено так званим протоколам із запізним вибором (delayed-choice). Серед них можна відзначити роботи під керівництвом Антона Цайлінгера (1998) та Бастіана Генсена (2015), які ввели додаткові обмеження для усунення будь-якої можливості класичного впливу між частинами установки [9,11]. У цих досліджах реалізовано два ключові сценарії:

- **Переплутування через обмін (entanglement swapping).** Сплутаність утворюється між двома фотонами, які не тільки не взаємодіяли безпосередньо, але й навіть не існували одночасно у спільному стані до моменту певної взаємодії. Схема така: спочатку генеруються дві незалежні сплутані пари (фотони А–В та С–D). Потім один фотон із першої пари (скажімо, В) і один фотон із другої пари (С) спрямовуються на спільний вимір – виконується так зване вимірювання Белла над цією проміжною парою. В результаті цього «обміну» сплутаність ретроспективно встановлюється між двома іншими фотонами (А та D), які ніколи не взаємодіяли і можуть бути розділені як завгодно у просторі. Фактично, вимірювання на проміжній парі проєктує систему в стан, де фотони А і D опиняються сплутаними, хоча до цього вони не були корельовані.

• **Відкладений вибір типу вимірювання (delayed-choice entanglement).** В цьому сценарії вибір того, як вимірювати сплутану систему, здійснюється після того, як один із двох фотонів уже детектований. Наприклад, можна заздалегідь налаштувати схему так, що другий фотон може бути виміряний або спільно з іншим (на предмет перевірки їхнього біллівського стану), або окремо, але рішення про це приймається лише після реєстрації першого фотона. Такий «запізнілий» вибір унеможливорює пояснення кореляцій якимось прихованим класичним сигналом, адже спосіб вимірювання другого фотона визначається занадто пізно, щоб інформація про це могла вплинути на першого. У знаменитому експерименті 2015 року (TU Delft) вибір базису дійсно здійснювався за допомогою швидких випадкових генераторів уже після генерації сплутаної пари, і детектори були рознесені на 1,3 км – в цих умовах жоден сигнал не міг з'єднати події в межах конуса причинності [12].

Традиційна квантова інтерпретація результатів. У стандартній (копенгагенській або операціоналістській) інтерпретації квантової теорії приймається, що квантовий стан системи не є об'єктивно визначеним до моменту вимірювання. Результат спостереження «народжується» в процесі вимірювання і залежить від усієї конфігурації експериментальної установки. Таким чином, випадковість у виборі базису чи просторова і часова рознесеність подій не створюють парадоксу: до вимірювання система не має певного стану, а після вимірювання кореляції просто відображають статистичні властивості єдиного нероздільного квантового об'єкту «частинки + прилад». Фізичний зміст має лише статистика великої кількості реалізацій експерименту, а не причинно детермінований зв'язок між окремими вимірюваннями.

Тому ефекти «запізненого вибору» у таких експериментах традиційно інтерпретуються як відображення глобальної неподільності квантової системи та експериментального середовища. Немає потреби вводити якийсь фізичний зв'язок між частинами установки: кореляції постають як прояв того, що дві частинки до вимірювання утворювали єдину систему, і результат на одному детекторі просто визначає відповідний результат на іншому згідно зі спільною хвильовою функцією. Ніяких сигналів між детекторами при цьому не передається – в рамках цієї інтерпретації це і не потрібно, оскільки до вимірювання не було окремих незалежних станів частинок.

Тлумачення в межах гіпотези фізичного каналу когерентності. З точки зору альтернативної гіпотези когерентного каналу, квантова сплутаність – це не абстрактна математична властивість вектора стану, а наслідок реального (хоч і нефізичного в звичному сенсі) зв'язку між частинками. Після утворення пари частинок виникає когерентний канал, який зберігається протягом обмеженого часу та в межах певної просторово-часової структури. Цей канал не обов'язково є прямою «ниткою», натягнутою між точками – швидше його можна уявити як топологічно розподілену фазову оболонку, що охоплює обидві частинки. Властивості каналу (його конфігурація) можуть змінюватися під впливом

зовнішніх умов – наприклад, від вибору базису чи навіть від затримки вимірювання.

У цьому підході:

• **Entanglement swapping (переплутування через обмін)** трактується як динамічне переплетення когерентних каналів. Вимірювання на допоміжній парі (фотони В–С) фактично «перекомутує» фазову структуру каналів так, що узгодженість станів встановлюється між двома іншими фотонами (А та D). Важливо, що ця узгодженість не створюється наново в момент вимірювання – вона вже існувала потенційно, але в іншій конфігурації. Результат вимірювання лише відбирає той варіант фазового зв'язку, в якому А та D виявляються когерентно зв'язані (іншими словами, прояв кореляції – це наслідок реконфігурації поля когерентності, що вже є в системі, а не «миттєве народження» нового зв'язку).

• **Delayed-choice entanglement (відкладений вибір сплутаності)** інтерпретується не як порушення причинності, а як наслідок того, що структура когерентного каналу ще не «закрилася» до моменту остаточного вимірювання. Якщо середовище дозволяє зберегти когерентність (тобто канал не деградував завчасно), то вибір базису, здійснений пізніше, все ще може вплинути на конфігурацію кореляцій. Обидві частинки залишаються зв'язаними через фазову оболонку, доки вона існує, тому навіть після реєстрації однієї з них друга ще «відчуває» той самий канал. Зовнішній спостерігач, який збирав би дані з обох детекторів по завершенні експерименту, побачив би, що результати узгоджуються так, наче вибір базису вплинув на віддалений результат заднім числом. Але в нашій моделі це не вимога надсвітлового впливу – просто до моменту вибору базису канал когерентності все ще підтримував зв'язок між частинками.

Ця інтерпретація загалом не порушує причинності, оскільки не передбачає жодної передачі енергії чи інформації з надсвітловою швидкістю. Натомість питання про «нелокальність» переноситься з площини сигналів у площину структурної властивості простору. Канал когерентності можна розглядати як аналог потенціалу в ефекті Ааронова–Бома: він сам по собі не переносить енергію або імпульс, але змінює фазові співвідношення в системі глобально, навіть за відсутності локальної взаємодії [13]. Як відомо, в ефекті Ааронова–Бома електрон, що проходить поза областю з магнітним полем, все одно набуває зсуву фази завдяки наявності векторного потенціалу – тобто вплив поля реалізується через фазу, без прямої сили на частинку. Аналогічно і в нашій гіпотезі: сплутані частинки можуть бути просторово розділені, але залишаються фазово «зчепленими» через спільну для них структуровану фазову оболонку.

Повторимо, гіпотеза когерентного каналу дозволяє обійтися без звернення до «містичних» некласичних понять на кшталт миттєвого колапсу хвильової функції чи загадкового «привиду» на відстані. Замість цього вводиться цілком фізично осмислена, хоч і незвична, структура, яку можна піддати моделюванню,

підконтрольному порушенню (наприклад, шляхом додавання фазового шуму) та експериментальній перевірці. Це створює передумови для розробки нових експериментальних тестів і, потенційно, нових технологічних застосувань – таких як кероване збереження або навпаки навмисне руйнування когерентності (наприклад, для захисту чи, навпаки, декогерентції квантових каналів зв'язку).

Експериментальна перевірка гіпотези когерентного каналу: можливі завдання.

Експериментальна перевірка ідеї про фізичний канал когерентності може включати низку завдань, спрямованих на вивчення просторово-часової структури корельованого зв'язку та впливу зовнішніх умов на його збереження. Серед перспективних напрямків можна виділити такі:

- **Дослідження впливу середовища між джерелом та детекторами.** Пропонується систематично змінювати фізичні параметри середовища на шляху сплутаних фотонів – наприклад, склад і тиск газу, температуру, рівень іонізації тощо – і вимірювати, чи позначається це на стабільності квантових кореляцій. Якщо канал когерентності має фізичну природу, то зміни в середовищі (вакуумі) між двома точками можуть впливати на збереження сплутаності. Виявлення навіть слабкої залежності статистики результатів від параметрів середовища стало б важливим підтвердженням гіпотези.

- **Аналіз топологічної чутливості каналу.** Ще один підхід – спробувати штучно модифікувати геометрію простору між точками вимірювання і подивитися, як це вплине на кореляції. Практично це може означати введення на шляху фотонів різних фазових модуляторів, вставок із плазми або фоторефрактивних матеріалів, створення контрольованих градієнтів показника заломлення тощо. Після кожної такої модифікації слід аналізувати статистику спільних вимірювань. Якщо канал когерентності справді існує, то суттєві зміни просторової конфігурації між детекторами (або додання сильної турбулентності, фазового шуму) мали б призвести до помітної деградації кореляцій.

- **Вивчення часової стабільності когерентного зв'язку.** Тут йдеться про експерименти, де між подіями на двох детекторах навмисно вводиться контрольована затримка. Приміром, можна реалізувати схему, коли один фотон реєструється одразу, а другий «чекає» деякий час (від наносекунд до мікросекунд і більше) до свого вимірювання або до вибору базису для нього. Змінюючи цю затримку Δt , можна дослідити, як довго зберігається когерентність каналу – тобто визначити час життя каналу $T_{\text{ког}}$. Якщо кореляції поступово слабшатимуть зі збільшенням Δt , це вказуватиме на скінченну тривалість існування фізичного зв'язку між частинками після їх народження.

- **Перевірка ефектів динамічної перебудови каналу.** Цей підхід передбачає дії після реєстрації одного з фотонів. Наприклад, одразу після того, як перший фотон виявлено детектором, у просторі між детекторами можна ініціювати короткочасне збурення (імпульс електромагнітного поля, акустичний удар тощо), а потім виміряти другий фотон. Якщо гіпотетичний канал ще існує в

цей момент, таке збурення могло б його порушити – що проявиться у зміні статистики результату вимірювання другого фотона. Це був би дуже показовий (хоч і технічно складний) тест: наявність впливу підтвердила б реальність каналу когерентності, тоді як відсутність будь-якої реакції на збурення залишила б гіпотезу під сумнівом.

• **Порівняння з моделями без когерентного каналу.** Нарешті, важливо проводити контрольні експерименти: побудувати ідентичну експериментальну схему, але за можливості фізично розірвати чи максимально зашумити потенційний когерентний зв'язок. Наприклад, можна вставити між двома станціями вимірювання спеціальне обладнання, яке б руйнувало фазові зв'язки (скажімо, сильний декогерентний фільтр). Якщо в такій схемі статистика кореляцій залишиться незмінною порівняно з нормальною (без фільтра), то це свідчатиме проти існування каналу. Якщо ж будуть виявлені відмінності (наприклад, менша величина порушення нерівностей Белла або підвищення шуму), то це може вказувати на роль середовища між детекторами.

Ці завдання не лише окреслюють шлях до верифікації гіпотези когерентного каналу, але й дозволяють краще зрозуміти потенційну роль просторово-часових структур у формуванні квантових кореляцій. Успішна реалізація бодай деяких із зазначених експериментів дала б змогу або підтвердити, або спростувати наявність фізичного зв'язку, що лежить в основі квантової сплутаності, та кількісно оцінити його властивості.

Моделювання та аналіз деградації каналу когерентності. Теоретична мотивація та загальний підхід. Якщо припустити існування фізичного каналу когерентності, тоді просторово-рознесені квантові кореляції слід розглядати не як результат миттєвої нелокальної взаємодії, а як прояв фонові просторово-часової структури, яка має скінченний час життя та високу чутливість до збурень. Для дослідження стійкості такого каналу ми побудували чисельну модель, що дозволяє відстежувати зміни кореляцій між парними результатами спостережень залежно від різних факторів, зокрема:

• Часова затримка між подіями (Δt). Модель дозволяє варіювати момент реєстрації одного фотона відносно іншого. Це еквівалентно експерименту з відкладеним вибором часу вимірювання і дає змогу з'ясувати, як впливає розрив у часі на величину кореляцій.

• Фазові збурення середовища. Ми вводимо стохастичні флуктуації фази, що моделюють шум або нестабільність у середовищі (наприклад, теплові флуктуації, випадкові зміни показника заломлення тощо). Це допомагає оцінити чутливість каналу до зовнішніх впливів, яку ми позначаємо параметром θ (ефективний поріг фазової декогерентності).

• Асиметричні умови у каналах А та В. В реальних умовах два детектори або два «плеча» експерименту можуть мати трохи різні властивості (втрати, шум, ефективність детекторів тощо). Ми моделюємо такі асиметрії, щоб зрозуміти, як

вони впливають на кореляції, і вводимо параметр, що характеризує топологічну або середовищну асиметрію каналу.

Модель генерує N пар бінарно корельованих змінних $A_i, B_i \in \{-1, +1\}$ (що відповідають двом можливим результатам вимірювання на двох детекторах), після чого в ці дані вноситься контрольована «доза» випадкових порушень. Ці порушення імітують деградацію когерентного зв'язку: наприклад, несинхронні реєстрації через затримку Δt , випадкові фазові зсуви, додатковий шум у одному з каналів тощо. Далі обчислюється коефіцієнт кореляції між значеннями A_i та B_i для різних налаштувань (різних Δt , рівнів шуму тощо). У межах вивчення когерентних властивостей світлових полів і їхньої чутливості до фазових збурень, важливо враховувати також результати досліджень, присвячених оптичній діагностиці за допомогою методів поляриметрії та фазового аналізу, зокрема в біомедичному та поверхнево-чутливому контексті [14–17].

Аналіз та результати. Очікується, що в разі наявності фізичного когерентного каналу кореляція A – B буде поступово знижуватися зі збільшенням Δt (через скінченний час життя каналу $T_{\text{ког}}$, а також зі збільшенням рівня шуму (через чутливість каналу θ до фазових збурень). Асиметричні умови можуть призводити до появи систематичних зсувів або різних швидкостей деградації в двох «плечах». Ми вводимо параметр η , що відбиває загальний вплив шуму середовища на кореляції. Всі ці параметри наразі вводяться феноменологічно (тобто підбираються, щоб узгодити модель із експериментальними даними), але в перспективі вони можуть бути пов'язані з конкретними фізичними процесами.

Попередні результати моделювання демонструють, що при відсутності деградації (нульові затримки і збурення) модель відтворює ідеальні квантові кореляції, сумісні з максимумом порушення нерівностей Белла. В міру збільшення Δt або шуму кореляція зменшується – подібно до того, як реальні експерименти демонструють зникнення сплутаності під дією декогеренції. Цей підхід дозволяє інтерпретувати втрату квантових кореляцій кількісно в термінах «розмивання» когерентного каналу. Знаючи параметри $T_{\text{ког}}$, θ , η , можна, наприклад, прогнозувати максимальну відстань чи час, протягом яких сплутаний стан може зберігатися (що збігається з практичними задачами квантової криптографії – наприклад, оцінити, на якій довжині оптичного каналу ще можливі квантові кореляції і при якому шумі вони зникають).

Порівняння гіпотези когерентного каналу з традиційною інтерпретацією. Гіпотеза фізичного когерентного каналу не заперечує математичний апарат квантової механіки, але пропонує альтернативний погляд на механізм виникнення кореляцій між результатами вимірювань у заплутаних системах. Замість того щоб вважати квантову сплутаність «магічною» властивістю хвильової функції, ця гіпотеза трактує її як прояв структурованої фізичної взаємодії, локалізованої у просторі та обмеженої в часі. Це дозволяє виділити низку теоретичних та прикладних переваг такої інтерпретації:

• **Фізична інтерпретованість.** Гіпотеза надає сплутаності просторово-часову «картинку». Канал когерентності можна уявити як своєрідний міст між частинками, що нагадує відомі явища хвильової фізики. Наприклад, як і в інтерферометрі Маха–Цендера, де дві розділені світлові хвилі дають узгоджений інтерференційний результат лише за умови сталості їх фаз, дві розділені частинки дають узгоджені вимірювання, бо між ними існує певна фазова прив'язка. Таке трактування робить квантові кореляції більш інтуїтивно зрозумілими, «заземлюючи» їх у термінах, ближчих до класичної фізики (фаза, топологія простору, збудження вакууму тощо), а не суто абстрактних хвильових функцій.

• **Емпірична перевіріність.** На відміну від інтерпретацій, що розглядають сплутаність лише як математичний розв'язок рівнянь, наша модель містить параметри з конкретним фізичним змістом – такі як час життя когерентного каналу $T_{\text{ког}}$, чутливість до збурень θ , топологічна асиметрія тощо. Це відкриває можливість прямої експериментальної перевірки. Варіюючи зовнішні умови (вводячи контрольовані фазові зсуви, часові затримки, додатковий шум) і порівнюючи отриману статистику з передбаченнями моделі, можна підтвердити або спростувати наявність каналу, а у разі підтвердження – уточнити його параметри. Наприклад, далекі експерименти (до 144 км і навіть 1200 км через супутник) показали, що сам по собі великий простір між частинками не знищує квантових кореляцій [9]. Це опосередковано вказує, що вакуум на таких відстанях не вносить достатньо шуму, аби декогерувати стан, тобто канал (якщо він є) може простягатися на сотні кілометрів без руйнування – важлива емпірична підказка для моделі.

• **Пояснення деградації когерентності.** У традиційній мові квантової теорії зниження або зникнення сплутаності зазвичай пояснюється абстрактним терміном «декогеренція», без надання механізму, чому вона стається (окрім загальних слів про взаємодію з довкіллям). Гіпотеза когерентного каналу пропонує конкретний механізм: кореляції згасають через фізичне послаблення або руйнування каналу під дією зовнішніх факторів. Це подібно до того, як, скажімо, погіршення якості оптоволоконного каналу зв'язку призводить до втрат сигналу. Такий підхід дозволяє кількісно моделювати втрати сплутаності. Ми можемо оцінити, при якому рівні шуму або після якого часу зв'язок між частинками стає недостатнім для порушення нерівностей Белла – і ці оцінки можна напряму зіставляти з даними квантових криптосистем чи квантових пам'ятей, що працюють у реальних умовах.

• **Збереження причинності та локальності.** В межах гіпотези усі взаємодії залишаються локальними, а причинно-наслідкові зв'язки – непорушеними. Те, що в статистиці результатів виглядає як «нелокальність», тут пояснюється існуванням фонові структури (каналу), яка заздалегідь пов'язує об'єкти. Уявімо дві події, розділені відстанню, які виявляються корельованими. Замість того, щоб казати «перша подія миттєво вплинула на другу», наша інтерпретація каже:

обидві події мають спільне джерело – структурований вакуумний зв’язок, і саме він гарантує, що результати узгоджені, не вимагаючи жодної комунікації між точками в момент вимірювання. Таким чином, Ейнштейнівське «spooky action at a distance» замінюється на цілком «нешпукову» дію близького поля – просто це поле незвичайне, топологічно розподілене між двома точками.

• **Практична застосовність у квантових технологіях.** Якщо розглядати сплутаність як реальний канал (хай навіть нефізичний у звичайному розумінні), це може дати нові інсайти для розробки квантових пристроїв. Наприклад, знаючи параметри стійкості каналу, можна оптимізувати середовище для передачі квантової інформації: обирати такі матеріали чи умови, що мінімізують фазовий шум. Модель деградації каналу допоможе визначати критичні рівні шуму, за якими квантовий зв’язок розривається, і тим самим задавати вимоги до квантових приймачів/передавачів. У галузі квантових комунікацій гіпотеза може надихнути на нові протоколи, де збереження фазової когерентності відіграє ключову роль. Також, розуміння просторової природи когерентності може сприяти створенню структурно стабільних схем квантових обчислень, стійких до локальних декогеруючих впливів, або ж навпаки – технологій навмисного «розриву» каналу (наприклад, для безпечного розмикання квантового з’єднання після передачі інформації).

Підсумовуючи, гіпотеза когерентного каналу пропонує концептуальне розширення традиційного погляду на квантову сплутаність, залишаючись при цьому узгодженою з усіма експериментально підтвердженими фактами. Вона надає новий підхід до формулювання фізичних моделей квантових кореляцій і розширює потенціал прикладного аналізу. Головне ж – ця гіпотеза забезпечує основу для розробки нових експериментальних перевірок та технологічних застосувань у сфері квантових комунікацій, де контроль і розуміння когерентності є вирішальними. Ключовим наступним кроком має стати постановка і реалізація експериментів, здатних виявити передбачені ефекти каналу когерентності або, в разі їх відсутності, звужити область застосовності або похитнути цю гіпотезу. Таким чином, наука зможе зробити ще один крок до розкриття глибинної природи квантових зв’язків.

Висновки. Прагматично-фізична інтерпретація сплутаності: Гіпотеза про існування фізичного каналу когерентності між сплутаними фотонами пропонує прагматичну, матеріальну інтерпретацію квантової сплутаності. Цей підхід узгоджується з результатами відомих експериментів (наприклад, експериментальні перевірки на основі теореми Белла підтвердили передбачення квантової механіки) і не суперечить їм. Водночас така гіпотеза дозволяє уникнути введення в модель концепції миттєвого, нелокального колапсу хвильової функції, яка традиційно розглядається в інтерпретаціях на кшталт копенгагенської.

Міст між квантовим формалізмом і класичною причинністю: Запропоновані моделі та напрями досліджень відкривають перспективи для нових експериментів, покликаних заповнити інтерпретаційний розрив між

формалізмом квантової теорії та причинно-просторовими уявленнями класичної фізики. Іншими словами, ці дослідження спрямовані на узгодження контрінтуїтивних квантових явищ із інтуїтивними принципами локальності та причинності реального світу. Зокрема, добре відомо, що квантові кореляції, передбачені теорією, зовсім не узгоджуються з уявленнями про очевидну локальність класичного світу. Нові експерименти, побудовані на основі фізичного каналу когерентності, можуть допомогти подолати цю розбіжність, надавши причинно-просторове пояснення квантовим ефектам без порушення принципів теорії відносності. Таким чином, реалізація запропонованих підходів здатна зблизити абстрактний математичний формалізм квантової механіки з наочними категоріями простору, часу та причинності, характерними для класичної фізики.

Список використаних джерел

1. Ma, X., Yuan, X., Cao, Z., Qi, B., & Zhang, Z. (2016). Quantum random number generation. *Quantum Information*, 2, 16021. <https://doi.org/10.1038/npjqi.2016.21>
2. Aspect, A., Dalibard, J., & Roger, G. (1982). Experimental test of Bell's inequalities using time-varying analyzers. *Physical Review Letters*, 49(25), 1804–1807. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.49.1804>
3. Hensen, B., et al. (2015). Loophole-free Bell inequality violation using electron spins separated by 1.3 kilometres. *Nature*, 526(7575), 682–686. <https://doi.org/10.1038/nature15759>
4. Ma, X., Zeilinger, A., et al. (2016). Quantum entanglement. *Nature Physics*, 12(5), 384–387. <https://doi.org/10.1038/nphys3675>
5. Weihs, G., Jennewein, T., Simon, C., Weinfurter, H., & Zeilinger, A. (1998). Violation of Bell's inequality under strict Einstein locality conditions. *Physical Review Letters*, 81(23), 5039–5043. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.81.5039>
6. Zeilinger, A. (1999). Experiment and the foundations of quantum physics. *Reviews of Modern Physics*, 71(S2), S288–S297. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.71.S288>
7. Hugh Everett III (1957). "Relative State" Formulation of Quantum Mechanics. *Reviews of Modern Physics*, 29(3), 454–462. DOI:10.1103/RevModPhys.29.454
8. DeWitt, B. S., & Graham, N. (eds.). (1973). *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*. Princeton University Press.
9. Norsen, T. (2020). Bell's Theorem. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2020 Edition). Stanford University. <https://plato.stanford.edu/entries/bell-theorem/>.
10. Zeilinger, A. (2005). The message of the quantum? arXiv. <https://arxiv.org/abs/quant-ph/0402001>.
11. The Kavli Foundation. (2015, October 21). Loophole-free Bell test at TU Delft crowns 80 years of debate about the nature of reality.

<https://www.kavlifoundation.org/news/loophole-free-bell-test-tu-delft-crowns-80-years-old-debate-nature-reality-einsteins>

12. Giustina, M., Versteegh, M. A. M., Wengerowsky, S., Handsteiner, J., Hochrainer, A., Phelan, K., ... & Zeilinger, A. (2015). Significant-Loophole-Free Test of Bell's Theorem with Entangled Photons. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1508.05949>
13. Aharonov, Y., & Bohm, D. (1959). Significance of electromagnetic potentials in the quantum theory. *Physical Review*, 115(3), 485–491. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.115.485>
14. Angelsky, O. V., Ushenko, A. G., & Ushenko, Y. G. (2007). 2-D Stokes polarimetry of biospeckle tissues images in pre-clinic diagnostics of their pre-cancer states. *Journal of Holography and Speckle*, 2(1), 26–33.
15. Angelsky, O. V., & Maksimyak, P. P. (1992). Optical diagnostics of slightly rough surfaces. *Applied Optics*, 31(1), 140–143. <https://doi.org/10.1364/AO.31.000140>
16. Ushenko, Y. A., Bachynsky, V. T., Vanchulyak, O. Y., Dubolazov, A. V., & Ushenko, A. G. (2016). Jones-matrix mapping of complex degree of mutual anisotropy of birefringent protein networks during the differentiation of myocardium necrotic changes. *Applied Optics*, 55(12), B113–B119. <https://doi.org/10.1364/AO.55.00B113>
17. Angelsky, O. V., Ushenko, A. G., Zenkova, C. Y., Felde, C. V., Bogatyryova, H. V., et al. (2012). Optical measurements: Polarization and coherence of light fields. INTECH Open Access Publisher. <https://doi.org/10.5772/39217>.

Section: Physical Culture and Sports

РОЛЬ ГЕНДЕРНОЇ ІДЕНТИЧНОСТІ У СТРУКТУРІ САМООЦІНКИ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ ЮНАКІВ І ДІВЧАТ СТАРШИХ КЛАСІВ

Базилюк Дем'ян Сергійович

викладач

Долженко Людмила Павлівна

кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент

Кафедра теорії і методика фізичного виховання

Національний університет фізичного виховання і спорту України,

Україна

У сучасних умовах формування здорового способу життя та стимулювання мотивації до фізичної активності є пріоритетними завданнями освітньої політики, особливо на рівні старшої школи, де відбувається інтенсивне становлення світоглядних орієнтацій молоді. Важливу роль у цьому процесі відіграє гендерна ідентичність – складне психосоціальне явище, що суттєво впливає на мотиваційні настанови учнів щодо участі у фізичній культурі [4].

З огляду на те, що типи гендерної ідентичності (маскулінність, фемінність, андрогінність) по-різному корелюють зі ставленням до фізичної активності, особливої актуальності набуває дослідження мотиваційних чинників, пов'язаних із цими проявами. Це питання стає ще більш значущим у контексті євроінтеграційного курсу України та впровадження принципів гендерної рівності в освітній сфері [1; 3; 4].

Попри те, що гендерний підхід в освіті вже був предметом уваги вітчизняних дослідників (І. Іванова, О. Цокур, Л. Кобелянська, Т. Круцевич, О. Марченко, М. Дедух), вплив гендерної ідентичності на мотивацію старшокласників до фізичних занять досі залишається недостатньо висвітленим. Іноземні науковці (Т. Ryan, Y. Poirier, P. Kolip, B. Schmidh) також акцентують увагу на необхідності адаптації програм фізичного виховання з урахуванням гендерних особливостей учнів.

Оцінка власного фізичного розвитку відіграє важливу роль у формуванні емоційного стану підлітків, впливає на їхню соціальну поведінку, здатність до адаптації в колективі та рівень мотивації до фізичної активності. Водночас спостерігається стійка тенденція до зниження зацікавленості старшокласників у заняттях фізичною культурою, що супроводжується погіршенням стану здоров'я, зменшенням рівня рухової активності та викривленням сприйняття власних фізичних можливостей [1].

Особливої значущості ця проблема набуває у контексті різноманітних типів гендерної ідентичності (маскулінної, фемінної, андрогінної), яка є внутрішнім переживанням особистістю своєї належності до певної статі. У підлітковому віці

гендерна ідентичність істотно впливає на становлення самооцінки, зокрема у сфері сприйняття власного тіла, фізичних якостей і зовнішнього вигляду. Вивчення взаємозв'язку між типами гендерної ідентичності та самооцінкою рівня фізичного розвитку є актуальною науковою проблемою, розв'язання якої сприятиме формуванню інклюзивного та чутливого до індивідуальних відмінностей освітнього середовища.

З огляду на це було проведено дослідження, у якому взяли участь 150 учнів (75 хлопців і 75 дівчат) 10-11 класів, що навчаються у ліцеях №14, №17 і №43 міста Києва. Опитування проводилося протягом 2024–2025 років в умовах повномасштабної війни в Україні.

Для визначення психологічного типу гендерної ідентичності використано методику Сандри Бем «Маскулінність – фемінінність», яка дала змогу класифікувати респондентів за маскулінним, фемінним або андрогінним типом гендерної ідентичності й проаналізувати його вплив на самооцінку фізичного розвитку [5].

У межах дослідження встановлено, що серед учнів обох статей домінує андрогінний тип гендерної ідентичності: 88,0% опитаних дівчат та 89,3% опитаних хлопців продемонстрували андрогінні характеристики, крім того, маскулінний тип зафіксовано у 10,7% хлопців та у 5,3% дівчат, а фемінні риси виявлено лише у 6,7% дівчат, а серед хлопців фемінний тип не зафіксовано (0%) (табл. 1).

Таблиця 1 – Розподіл старшокласників за психологічним типом гендерної ідентичності (n=150)

Стать	Кількість осіб	IS Маскулінного типу		IS Андрогінного типу		IS Фемінного типу	
		n	%	n	%	n	%
Хлопці	75	8	10,7	67	89,3	0	0
Дівчата	75	4	5,3	66	88,0	5	6,7

Для з'ясування особливостей самооцінки фізичного розвитку юнаків і дівчат старших класів із різними типами гендерної ідентичності було використано модифікований тест «Самоопис фізичного розвитку», що дав змогу виявити відмінності у самооцінці фізичного розвитку учнів та учениць 10-11 класів залежно від типу їхньої гендерної ідентичності.

Аналіз отриманих даних засвідчив, що маскулінні хлопці мали вищу самооцінку за показниками здоров'я (84,6%), фізичної активності (78,8%), сили (79,2%) та спортивних здібностей (74,7%), що свідчить про орієнтацію на традиційно «сильні» фізичні якості, водночас андрогінні хлопці, хоч і демонструють трохи нижчі показники фізичних якостей, мають вищу загальну самооцінку (74,1%) та кращу оцінку глобального фізичного «Я» (68,0%), що вказує на більш збалансоване тілесне самосприйняття, крім того, фемінного типу серед хлопців не зафіксовано, що унеможливорює здійснення порівняльного аналізу (табл. 2)

Таблиця 2 – Середнє значення показників тесту «Самоопис фізичного розвитку» хлопців 10-11 класів (% від максимального балу, n = 75)

Показники фізичного розвитку, (максимальна кількість балів за цим показником)	Хлопці (n=75)					
	IS Маскулінного типу (n=8)			IS Андрогінного типу (n=67)		
	$\bar{x}$	S	%	$\bar{x}$	S	%
Здоров'я (48 балів)	40,6	6,3	84,6	37,3	8,0	77,7
Координація рухів (36 балів)	26,8	7,0	74,3	27,2	4,6	75,6
Фізична активність (36 балів)	28,4	6,7	78,8	24,5	5,8	68,0
Стрункість тіла (36 балів)	28,9	4,9	80,2	28,2	6,6	78,3
Спортивні здібності (36 балів)	26,9	7,5	74,7	25,1	5,6	69,7
Глобальне фізичне «Я» (36 балів)	23,9	8,4	66,3	24,5	7,0	68,0
Зовнішній вигляд (36 балів)	25,3	8,6	70,1	25,5	5,7	70,8
Сила (36 балів)	28,5	5,0	79,2	26,7	6,3	74,0
Гнучкість (36 балів)	25,1	11,6	69,8	25,1	5,9	69,8
Витривалість (36 балів)	23,4	10,5	64,9	22,6	6,1	62,9
Загальна самооцінка (48 балів)	33,8	7,6	70,3	35,6	6,6	74,1

Серед дівчат було виявлено три типи гендерної ідентичності: маскулінний, андрогінний і фемінний, що дало змогу простежити відмінності в самооцінці фізичного розвитку залежно від типу гендерної ідентичності, а саме: фемінні дівчата лідирують у сферах, пов'язаних із зовнішністю: стрункість тіла (91,1%), зовнішній вигляд (91,1%) і глобальне фізичне «Я» (88,9%), що свідчить про орієнтацію на естетичні стандарти, водночас андрогінні дівчата мають найвищу самооцінку стану здоров'я (75,4%) та фізичної активності (67,1%), демонструючи гармонійне ставлення до свого тіла, а маскулінні дівчата виявили найвищі показники загальної самооцінки (85,4%), сили (76,4%) та витривалості (62,5%), що відображає впевненість у власних фізичних можливостях (табл. 3).

Таблиця 3 – Середнє значення показників тесту «Самоопис фізичного розвитку» дівчат 10-11 класів (% від максимального балу, n = 75)

Показники фізичного розвитку, (максимальна кількість балів за цим показником)	Дівчата (n=75)								
	IS Маскулінного типу (n=4)			IS Андрогінного типу (n=66)			IS Фемінного типу (n=5)		
	$\bar{x}$	S	%	$\bar{x}$	S	%	$\bar{x}$	S	%
Здоров'я (48 балів)	35,3	8,3	73,4	36,2	8,3	75,4	34,6	7,6	72,1
Координація рухів (36 балів)	25,5	9,7	70,8	27,3	6,0	75,8	29,6	3,4	82,2
Фізична активність (36 балів)	21,8	4,2	60,4	24,2	7,2	67,1	23,2	9,6	64,4
Стрункість тіла (36 балів)	31,3	5,2	86,8	28,9	7,8	80,2	32,8	4,3	91,1
Спортивні здібності (36 балів)	24,5	1,9	68,1	25,3	7,1	70,4	26,2	6,2	72,8
Глобальне фізичне «Я» (36 балів)	28,5	3,7	79,2	26,9	7,5	74,6	32	2,0	88,9
Зовнішній вигляд (36 балів)	31,3	5,9	86,8	27,9	8,0	77,5	32,8	3,3	91,1
Сила (36 балів)	27,5	3,7	76,4	25,9	6,2	71,9	25,6	5,8	71,1
Гнучкість (36 балів)	25,8	1,5	71,5	25,5	7,1	70,8	25,2	7,2	70,0
Витривалість (36 балів)	22,5	5,4	62,5	20,9	8,1	58,0	22,2	5,7	61,7
Загальна самооцінка (48 балів)	41,0	1,4	85,4	39,3	8,9	81,9	39,2	4,9	81,7

Порівняння хлопців і дівчат показало, що дівчата приділяють більше уваги зовнішньому вигляду та стрункості тіла, тоді як хлопці акцентують на аспектах здоров'я, фізичної сили та спортивних якостей. Крім того, відсоткові показники у дівчат загалом вищі, що може свідчити про більшу чутливість до свого фізичного «Я».

Отже, тип гендерної ідентичності значною мірою впливає на самооцінку фізичного розвитку. Більшість учнів мають андрогінний тип, який поєднує маскулінні та фемінні риси і асоціюється з більш гармонійним тілесним самосприйняттям.

Підсумовуючи, андрогінні дівчата демонструють найвищі показники здоров'я й фізичної активності, водночас андрогінні хлопці мають вищу загальну самооцінку і сприйняття фізичного «Я», а маскулінні учні та учениці – високі оцінки сили, витривалості, спортивних здібностей, тоді як фемінні дівчата орієнтуються на зовнішність, координацію та естетику, а фемінний тип серед хлопців не зафіксовано, що може відображати соціальні установки або обмеження у самовираженні в умовах сучасної школи.

Виявлені відмінності підтверджують потребу в гендерному підході до фізичного виховання з урахуванням типу гендерної ідентичності. Це дасть змогу створити більш комфортне, підтримувальне та ефективне освітнє середовище для старшокласників.

Список використаних джерел

1. Дєдх М. О. Гендерний підхід до формування індивідуальної фізичної культури учнівської молоді у процесі фізичного виховання: дис. ... д-ра філос.: 017. Національний університет фізичного виховання і спорту України. Київ. 2021. 280 с.
2. Дутчак М. В., Бричук М. С., Холодова О. С. Особливості самооцінки фізичної підготовленості, здоров'я сільських та міських підлітків. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини. 2024. Вип. 29, №3. С. 145–152.
3. Круцевич Т. Ю. Врахування гендерного підходу в процесі занять з фізичного виховання учнівської молоді. Молодий вчений. 2017. № 3.1. С. 180-183.
4. Круцевич Т., Марченко О., Імас Т. Проблема гендеру у фізичному вихованні дітей, підлітків і молоді. Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві. 2015. №3(31). С. 144-146.
5. Bem S. L. Gender schema theory and its implications for child development: Raising gender – schematic children in a gender – schematic society. Journal of women in culture and society. 1983. Vol. 8(4). P. 65-78.

Section: Psychology

FORMS OF TEENAGE AGGRESSIVE BEHAVIOR AND WAYS TO OVERCOME IT

Chystovska Yuliia

Doctor of Psychological Sciences, Professor,
Head of the Psychology Department,

Martovytsky Maksym

master's degree student of the Psychology Department
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine

The study of teenage aggressive behavior in the context of war in Ukraine is of high importance — both for preserving the mental health of young people and for maintaining the overall stability of society. The relevance of this research topic is also underscored by the recent increase in youth- and adolescent-related crimes.

The study of adolescent aggressive behavior has been reflected in the works of national psychologists [4] as well as foreign ones [2; 7]. Researchers with practical experience were engaged in solving these issues, who studied and offered the results in numerous publications [3; 5; 6; 7].

The problem of aggressive behavior among adolescents during wartime is highly relevant for Ukrainian society and acts as a psychological trauma factor. Firstly, adolescents are the most vulnerable group to psychological changes. Secondly, in wartime conditions, they may lose their sense of safety and stability, face the loss of loved ones, and experience drastic changes in their way of life. This often provokes aggression as a form of self-protection or a way to release internal tension.

Another problem is the risk of developing deviant behaviour, as aggressive adolescents' behaviour can be the beginning of more serious deviations: delinquency, drug addiction, violence. Studying the problem allows us to identify such tendencies in time and stop the development of negative scenarios.

Another important factor is that adolescents are the future adults who will rebuild the country after the war. Their psycho-emotional state will directly influence the kind of citizens and leaders they will become, so their psychological state is important in shaping the future of civil society.

It's highly important is the need to adapt the education system and psychological assistance. Without studying the causes and forms of aggression, it is impossible develop school policies, support systems, curricula and rehabilitation programmes effectively.

Increased levels of adolescents' aggression is often manifested in the form of bullying, home violence or suicidal thoughts. Research of this problem can prevent tragedies, so all efforts should be directed at preventing violence in the family and at school.

Thus, in wartime conditions, the study of adolescents' aggressive behavior is not only a scientific need but also a social necessity. Such study contributes to developing the psycho-emotional well-being of youth and plays a key role in preventing future social crises.

It is during adolescence that character and other personality traits are mostly developed. This period is marked by a transition from a childhood under adult care to growing independence, a shift from familiar school routines to other forms of social activity, and intense hormonal changes in the body — all of which make adolescents particularly vulnerable and susceptible to negative environmental influences.

The existing theories of aggression offer various explanations for the causes, mechanisms, and issues related to human aggressive behavior [1; 4; 6; 8]. There are also numerous modifications and variations of these approaches. Scientific evidence, to some extent, supports all major theories of aggression, which highlights the multidimensional nature of aggression itself. In adolescents, aggressive behavior can be manifested in different forms — both overt and covert. It is important to understand these expressions in order to identify the problem in time and provide appropriate support.

Based on psychological research and clinical observations researchers and practitioners [7; 8] define the following **forms of teenage aggression**: physical aggression is direct bodily harm or threats (hitting, kicking, punching; destroying property; intimidating physically); verbal aggression is using words to harm or intimidate (insults, name-calling, swearing; yelling or screaming; verbal threats or humiliation); indirect (relational) aggression is covert ways to damage someone socially (spreading rumors; excluding others (social isolation); manipulating friendships or trust); emotional/psychological aggression, which is aimed at hurting feelings or mental state (gaslighting or emotional manipulation; making someone feel worthless or insecure; persistent teasing or mocking); self-directed aggression (auto-aggression) is aggression turned inward (self-harming behavior (cutting, burning); risk-taking (e.g., reckless driving); suicidal thoughts or attempts); cyber aggression (cyberbullying) is digital form of aggression (harassment on social media; spreading hurtful content; sending threatening messages or images).

These forms often overlap, and teenagers may switch from one form to another depending on context, emotional state, or environment. Understanding these forms helps parents, teachers, and psychologists provide early intervention and support.

It is important to identify and solve this problem in time. In wartime conditions in Ukraine, there are several approaches to preventing\overcoming adolescents' aggressive behavior. These approaches are presented in figure 1: "Teenage Aggression in Wartime."

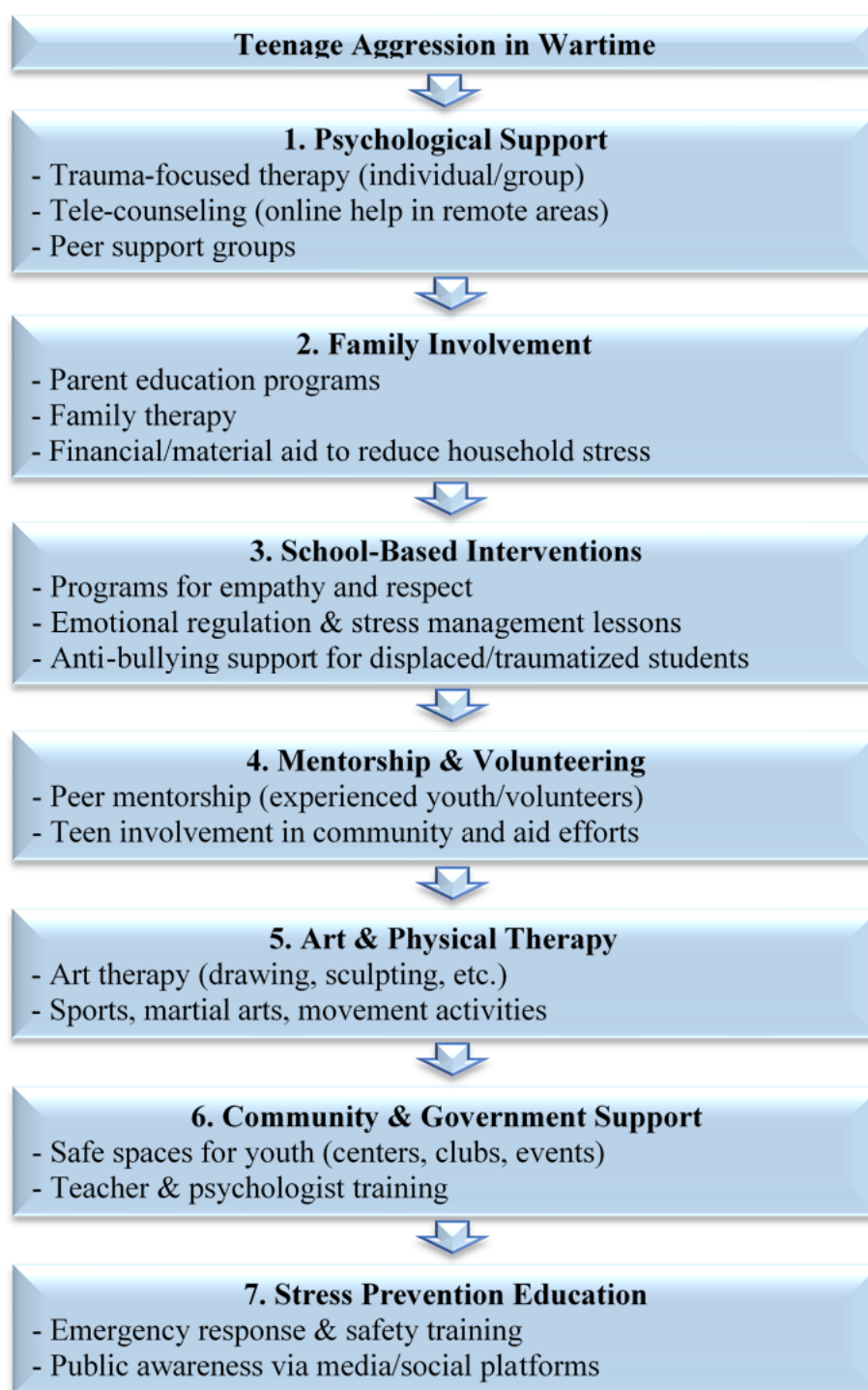


Fig.1. Teenage Aggression in Wartime

Combining therapy, family support, school programs, and community engagement provides the most effective results. Teens in wartime need stability, empathy, and clear guidance to manage emotional turmoil without turning to aggression.

Thus, the study of aggressive behaviour of adolescents in wartime Ukraine is both a scientific necessity and a social imperative. Understanding the features and nature of such behaviour is pressing for early identification and intervention. Effective

prevention and treatment require a multifaceted strategy that combines psychological therapy, family support, educational initiatives and community engagement. Providing adolescents with stability, empathy, and clear guidance is crucial to helping them cope with emotional distress without resorting to aggression. Supporting the psycho-emotional well-being of young people today will shape the future of Ukrainian society by nurturing resilient individuals who can make a positive contribution to post-war state rebuilding.

Keywords: adolescents' aggressive behavior, forms of aggression, ways of overcoming aggression

Resources

1. Berkowitz, L. (1993). *Aggression: Its causes, consequences, and control*. McGraw-Hill. 506 p
2. Coie, J., Terry, R., Lenox, K., Lochman, J., & Hyman, C. (1995). Childhood peer rejection and aggression as predictors of stable patterns of adolescent disorder. *Development and Psychopathology*, 7(4), 697–713. <https://doi.org/10.1017/S0954579400006799>
3. Goldstein, A. P., Glick, B., Gibbs J. (1998). *Aggression Replacement Training: A comprehensive intervention for aggressive youth*. Research Press. – 356 p
4. Ivanova, V. V. (2000). Manifestations of aggressiveness in adolescence. *Practical Psychology and Social Work*, (5), 5–16.
5. Konečni, V. J. (1984). Methodological issues in human aggression research. In R. M. Kaplan, V. J. Konečni, & R. W. Novaco (Eds.), *Aggression in children and youth* (pp. 1–43). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-0665-0_1
6. Kwizera, A. (2014). *Aggression and violence among young people: The causes and triggering forces of violence and aggressive behaviours among young people*. URL: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/278323>
7. Sturme, P. (2022). Assessment for treatment of violence and aggression. In *Violence and aggression: Integrating theory, research, and practice* (pp. 235–268). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-04386-4_10
8. Veroude, K., Zhang-James, Y., Fernández-Castillo, N., Bakker, M. J., Cormand, B., & Faraone, S. V. (2016). Genetics of aggressive behavior: An overview. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics*, 171(1), 3–43. <http://dx.doi.org/10.1002/ajmg.b.32364>

Section: Technical Sciences

ІНТЕГРАЛЬНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТУРБОМАШИН З УРАХУВАННЯМ ТЕПЛОВИХ І ВІБРАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ

Сторчак Олександр

аспірант

Кафедра суднових енергетичних установок і технічної експлуатації

Мельник Олексій

д.т.н., професор

Кафедра судноводіння і морської безпеки

Одеський національний морський університет, Україна

Вступ. Надійна експлуатація турбомашин у сучасних енергетичних і промислових системах вимагає точних, адаптивних інструментів моніторингу технічного стану. Зростання складності систем та інтенсивність навантажень зумовлюють потребу у створенні моделей, здатних враховувати сукупність деградаційних процесів у реальному часі.

Постановка проблеми. Більшість аварій турбін і роторних машин виникають унаслідок поступового погіршення стану ключових вузлів — зокрема, під впливом вібрацій, нерівномірного теплового навантаження та деформацій корпусу. В умовах промислової експлуатації традиційні системи техобслуговування за графіком поступово замінюються концепцією предиктивного обслуговування, що потребує точного математичного опису стану системи.

Існує необхідність у побудові математичної моделі, яка об'єднує ключові фізичні параметри деградації (вібрація, температура, тепловий прогин) в інтегральний індекс технічного стану $S(t)$. Така модель має дозволяти не лише поточну оцінку стану, а й прогнозування часу до відмови та визначення залишкового ресурсу.

Виклад основного матеріалу. Запропонована модель базується на лінійній часовій еволюції основних параметрів: миттєвої вібрації $v(t)$, середньої температури вузлів $T(t)$ і викривлення ротора $\delta(t)$, яке пов'язано з вертикальним температурним градієнтом. Ці змінні агрегуються у функцію стану $S(t)$, яка має вигляд:

$$S(t) = 1 - \alpha_v \frac{v(t)}{v_{\text{кр}}} - \alpha_T \frac{T(t)}{T_{\text{кр}}} - \alpha_\delta \frac{\delta(t)}{\delta_{\text{кр}}}, \quad (1)$$

де: $\delta(t) = k_{\Delta T} \cdot \Delta T(t)$, а $\Delta T(t) = \Delta T_0 + \beta_{\Delta T} \cdot t$. Значення α_i є ваговими коефіцієнтами, що сумуються до одиниці. Всі основні фізичні параметри

моделюються як функції часу, що дозволяє отримати аналітичну форму для $S(t)$, а також похідні - швидкість і прискорення деградації. $\alpha_i \in [0, 1]$, $\sum \alpha_i = 1$, а критичні значення визначають пороги безпечної експлуатації.

Результати моделювання показали, що функція $S(t)$ демонструє поступове зниження стану агрегату до порогового рівня $S = 0,6$, що відповідає моменту необхідного втручання. Найбільший вплив на динаміку деградації мають: тепловий прогин ротора (особливо при $\delta > 0,3$ мм), темп прогріву корпусу $\beta_{\Delta T}$, де значення вище 0.08 призводять до значного прискорення зносу, вібраційні навантаження - при $v > 4$ мм/с агрегат досягає критичного стану вже за 50–60 годин.

Висновки. Моделювання технічного стану турбомашин за допомогою інтегрального показника $S(t)$ дозволило об'єктивно оцінити динаміку деградації в реальних умовах експлуатації. Запропонована модель продемонструвала високу чутливість до основних факторів впливу, таких як амплітуда вібрації, градієнт температури і кривизна ротора. Зокрема, було встановлено, що:

1) Тепловий прогин ротора є критичним параметром, який суттєво впливає на зниження працездатності навіть за відносно невеликих деформацій. Це вказує на необхідність постійного моніторингу розподілу температури та геометричної стабільності компонентів ротора;

2) Темп прогріву корпусу ($\beta_{\Delta T}$) чинить лінійний, але потенційно небезпечний вплив на деградацію. Його підвищення вдвічі може скоротити залишковий ресурс у 2–3 рази, що є особливо важливим для запусків та зупинок агрегатів;

3) Вібраційні навантаження мають найшвидший ефект зносу. Досягнення амплітуди понад 4 мм/с призводить до стрімкого переходу в зону критичних значень стану за менш ніж 60 годин.

Важливо підкреслити, що функція $S(t)$, як індикатор поточного стану, дає змогу не лише діагностувати технічний стан у конкретний момент, а й прогнозувати момент досягнення критичних меж, обчислювати залишковий ресурс $R(t)$, а також оцінювати швидкість та прискорення деградації. Таким чином, модель може бути основою для реалізації адаптивних стратегій технічного обслуговування, які орієнтовані не на часові регламенти, а на фактичні показники зносу обладнання.

У перспективі, впровадження запропонованої моделі у складі діагностичних платформ дозволить підвищити надійність роботи турбомашин, зменшити аварійність, оптимізувати витрати на обслуговування й забезпечити безперервність критичних технологічних процесів.

Список використаних джерел

1. Kepekci, H., & Ezgi, C. (2024). Design and thermodynamic analysis of waste heat-driven liquid metal–water binary vapor power plant onboard ship. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(8), 1400. <https://doi.org/10.3390/jmse12081400>

2. Gokaraju, R. (2024). Decarbonizing electric grids with small modular reactors. *IEEE Electrification Magazine*, 12(1), 42–49. <https://doi.org/10.1109/MELE.2024.10786821>
3. Singh, O., & Kaushik, S. C. (2023). Thermal stress analysis and life prediction of steam turbine components in marine combined cycle power plants. *Marine Systems & Ocean Technology*, 18(2), 98–110. <https://doi.org/10.1007/s40868-023-00227-w>
4. Zhang, X., Li, J., & Wu, H. (2022). Transient thermal and mechanical stress analysis of marine steam turbine casing under variable load conditions. *Ocean Engineering*, 265, 112354. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.112354>
5. Лаппа, М.І., & Рисович, А.І. (1984). Методика діагностики теплового стану судових парових турбін. Труді Одеського інституту інженерів морського флоту, кафедра СЕУ. (Архів ОНМУ).

ANALYSIS OF METHODS FOR FORMING AN INFORMATION SYSTEM FOR USER ADMINISTRATION IN SOCIAL NETWORKS

Nazarov Oleksii

PhD, Associate Professor

Department of Software Engineering

Nazarova Natalija

Senior Lecturer

Department of Higher Mathematics

Zakharova Liubov

Master

Department of Software Engineering

Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine

Annotation: Object of research: methods of development and implementation of an information system for administering users in social networks. Purpose of work: development of an information system that allows administering users and content in social networks, increasing the efficiency of business process management and providing opportunities for collecting statistics and analytics. Research methods: analysis of modern CRM systems, comparative analysis of frameworks and development tools, business process modeling, testing and functional optimization.

Key words: administration, analytics, business processes, content, CRM system, database, information system.

Introductions. In today's digital environment, effectively administering user accounts on social media is essential to maintaining the stability and security of online platforms. As the volume of information grows and the need to respond quickly to changes in content increases, the demand for automated management systems that

minimize the time and resources spent on administration grows as well. Studying this topic is relevant in terms of increasing business process efficiency and improving digital community management.

This work aligns particularly in the areas of business process automation, information systems development, and digital data analysis. This research aims to improve information management mechanisms in social networks, aligning with the overall strategy of software engineering development. The goal is to develop an information system for user administration in social networks that ensures effective content management, business process automation, and statistical data collection.

To achieve this goal, the following tasks must be completed: analyze modern CRM systems and their advantages; study the principles of content and user management system functionality; explore the possibilities of using the Laravel framework and the SendGrid service; develop an administration panel for effective content and user management; implement a system of analytics and real-time reporting; implement a system for exporting statistics in CSV format; evaluate the economic efficiency of implementing.

Aim. The object of the research is the methodology and technologies for developing information systems for administering users in social networks. The subject of the study is the methods and tools used to create an information system for managing users on social networks.

The following research methods were used to achieve the study's aim: analyze modern CRM systems and compare their effectiveness; study of the principles of information system administration; modeling business processes and automating them; testing and optimizing the functionality of the developed system.

Elements of scientific novelty and/or implementation of innovations: an information system combining user administration, business process automation, and social media analytics has been developed; an improved approach to business process automation has been introduced through the use of real-time analytics and content management tools; the issues of effectively administering social networks using modern web technologies have been further developed.

Materials and methods. Companies involved in social network administration, CRM system developers, and online platform owners can practically use the results of the work. Implementing the proposed system reduces administration costs, increases content management efficiency, and improves user experience.

CRM stands for customer relationship management, meaning a customer relationship management system. This technology automates interaction processes, reduces mistakes, and contributes to sales efficiency. You can find more information about CRM in the article [1].

Although CRM cannot replace a sales manager, it can significantly speed up the process of closing deals and increase staff efficiency. CRM can be implemented as a website, desktop software installed on users' computers, or a mobile application for managing customer data from a smartphone.

Most often, CRM systems are implemented as websites. Article [2] states that a website's design and visual appeal are key elements that contribute to improving usability. Satisfied users spend more time in the system, helping to increase trust and customer retention. Therefore, it is important to continuously improve usability metrics in order to increase user satisfaction with the CRM. A user-friendly interface designed according to generally accepted standards increases comfort and promotes interaction and trust in the system.

With this in mind, the user and content management system operates according to the following principle:

User registration. The registration process takes place in stages. Even if the profile is incomplete, it still appears in the system. Access is granted once the initial stage is complete, and the rest of the information can be added later.

The first stage involves creating a basic profile, to which you can add a business account or store profile if necessary. The system automatically classifies users by status: incomplete registration, unverified account, or fully active profile.

The CRM dashboard lets you edit and delete accounts, contact users, help them complete their profiles, and resend verification requests. Detailed statistical reports and a data export function are also available for user analytics.

Interact with the platform. After registering, users can publish content, set preferences, leave comments, exchange messages, and create business accounts and stores via the control panel.

To ensure compliance with the platform's rules, all new publications, products, and stores are moderated. Once approved, the content becomes available to other users. Users can also edit their posts and receive recommendations for improvement.

User control panel: Users have access to a control panel that allows them to manage content, customize their profile, add products, and control business processes. Functions such as store administration, order tracking, and payment management are also available.

Promotion: The administrator controls user content and interaction, as well as promotes popularization. Popular publications, profiles, stores, and products can be displayed in recommendations and advertising banners based on view and preference analytics.

Now, let's consider the benefits of implementing CRM systems. Thanks to modern technology, companies can improve the level of personalized customer service and provide 24/7 support. CRM systems help companies centrally store customer information in special profiles, greatly simplifying the process of managing relationships.

Modern CRM solutions ensure that all key customer data, such as contacts, purchases, and interaction history, is stored in a single electronic profile. This makes it easy to track every stage of communication and improve service quality.

Because information is stored chronologically, managers can quickly access a customer's full interaction history. One important advantage of CRM is that it

centralizes data, eliminating the need for paper notes, notebooks, or spreadsheets. Simply entering a customer's name in the CRM provides access to all the necessary information about them.

Now, let's analyze the disadvantages of CRM. Despite its advantages, using a CRM system can be difficult. For example, it can be hard to integrate the system into a company's existing infrastructure. Staff must be trained, and business processes must be adapted to new conditions. The fact is that implementing such software is difficult. It is better to know about these difficulties in advance.

High price. High-quality software requires financial investments. The minimum monthly subscription cost for cloud CRM systems is 180 hryvnia per user. The total cost increases with an increase in the number of employees. You should also consider the cost of implementing and customizing the system. Many popular CRM platforms offer free versions, but their functionality is usually limited, which can reduce their expected efficiency.

Staff resistance. The first difficulty is that not everyone finds it easy to learn new software. For example, an accountant with extensive experience may have trouble adapting. However, if they have previously transitioned from using a calculator to working in Excel, then adapting to CRM will also be possible.

A more serious problem is managers' reluctance to use the system. Some employees may ignore data entry or deliberately distort information. After all, they used to work inefficiently, while CRM provides management with transparent control by showing the number of calls, closed tasks, and processed transactions in real time. Only a competent management approach can resolve this situation. You may need to change the staffing structure or explain to employees that using CRM improves business efficiency and their own work.

Low efficiency of CRM system implementation. Having a CRM system does not guarantee sales growth or attracting regular customers because: CRM cannot transform an inefficient employee into a highly qualified specialist; the system will not produce accurate reports if incomplete or incorrect data is entered into it; CRM will not remind you of a meeting with a client unless the meeting has been properly scheduled. In other words, if you use CRM incorrectly, do not expect a significant increase in profits. It is important to clearly define the goals of implementation and regularly optimize business processes.

For example, a CRM system will not automatically solve problems in the sales funnel. However, it will allow you to identify the stages at which the company loses the most customers, the managers who have difficulty handling objections, and the number of potential buyers who have not been called back. Analyzing this data helps adjust the strategy, improve the sales process and communication scripts, and ultimately increase revenue.

Now, let's evaluate the automation of business processes. CRM solutions allow you to organize customer data storage in a centralized database, making it easier to find

information. They also allow you to set up automatic communication via phone, email, and online chats, integrating all channels of interaction into one space.

Another important advantage of CRM is automating routine processes, which significantly increases work efficiency. For example: receiving requests from the website or email and assigning them to responsible employees; automatically creating tasks for managers according to sales stages; generation of documents based on templates with necessary client data; a well-established communication system via SMS or email newsletters; automated management of transactions and projects based on predefined scenarios.

Results and discussion. Now, let's discuss relevant and visual analytics. CRM systems are equipped with analytical tools that allow you to evaluate team performance in real time, analyze the results of marketing activities, and adjust your business strategy based on the obtained data. The economic impact of implementing CRM is significant. According to IBM, implementing CRM can increase a business's financial efficiency, providing an increase in revenue several times over expenses. Using CRM also improves conversion rates, enabling companies to attract customers more effectively. The numbers look promising, but it's unclear where they come from. Let's examine the magnitude of the impact of implementing a CRM system and how it is achieved.

The economic impact of implementing a CRM system is best assessed through real company case studies and industry research. That's why I turned to the specialized resource Progresia, which analyzed the experience of hundreds of companies and produced interesting statistics. According to him, implementing CRM systems has the following effects: increasing sales by 20% or more, improving conversion by 15-25%, reducing the time it takes to close a deal by 20-30%, and reducing customer failures by 10-20%. CRM increases staff productivity by 10-30%, speeds up service (response time for inquiries is reduced from 24 hours to 4 hours and for technical requests from 48 hours to 12 hours), and optimizes costs, reducing marketing costs by 20-30% and maintenance costs by 25-35%.

The cost of implementing CRM is recovered within three months at a minimum. If we use a company with a monthly turnover of 1 million as an example, then after introducing CRM, the expected additional profit will be between 80 and 180 thousand hryvnia per month. Why are the numbers growing? The main value of a CRM system lies not in the program itself but in how its functionality is used to automate business processes and improve operational efficiency.

Article [3] explains the opportunities that CRM provides to a company and its effect on work processes:

- A single database. The CRM system stores all customer and transaction information in one place. You will no longer lose clients because you failed to save their phone numbers or forgot to process new applications. All information is recorded in chronological order in the program, and you can find any letter or call recording in

two clicks. As a result, each client receives maximum attention, meaning they become more loyal and will contact you again.

- An optimized organizational structure. After implementing CRM, no employee will be able to shirk their responsibilities because an executor is assigned to each task, and a responsible manager is assigned to each client and transaction. You will get rid of pending cases for which no one is responsible forever. At any time, you can find out who is involved in a particular transaction and how things are going.

- Business process automation: With the help of a CRM system, you can eliminate routine tasks such as manually processing applications, updating customer information in the database, and re-drafting template documents. Automating processes allows you to focus on what's important: communicating with clients.

- Proven promotion methods. To properly promote products, you need to understand which customer communication channels are effective. With the introduction of CRM, you can more accurately track where customers are coming from and optimize your advertising and marketing budget. For example, CRM analytics showed that advertising posts on Instagram lead to more customers than on Facebook. You can then reallocate your advertising budget and invest more money in an Instagram campaign.

- Online analytics. CRM analytics generally make life much easier. There is no need to create huge Excel spreadsheets at the end of the month or request information in writing from department heads. You can simply open the CRM to see visual graphs and charts for all indicators. How many deals were closed per day? For what amount? How many new customers came in a week? How many calls did each manager make, and how many requests did they process? All of this information is collected on one screen.

- The staff is under control and ready for battle. CRM greatly simplifies training new employees – a new hire opens a deal card and immediately sees where their predecessor left off and what their next step should be. Ready-made scripts and checklists help them quickly adopt the company's standards.

- The system automatically notifies employees of their current tasks and relevant deadlines, ensuring that nothing important is overlooked. For example, it reminds employees to call clients back on time, prepare sales quotations, and renew contracts. Managers will not forget to contact clients when the time comes for repeat sales, meaning you will make a profit from them again.

- Let's look at some examples of the economic impact of implementing a CRM system. The practical experience of various companies proves that CRM systems positively impact the efficiency of business processes. Next, let's look at specific cases where companies improved their key performance indicators by implementing CRM.

- Mitsubishi dealership Solly Plus [4]. In an effort to improve interaction between managers and customers, the center implemented a CRM system. As a result, the duration of telephone sales decreased, as did the time needed to conclude contracts. This positively impacted the dealership's revenues, which increased from UAH 500,000 to UAH 11,200,000 per month.

- MBNA Europe Financial Company. Since implementing a CRM system in 1995, the company has achieved 75% annual profit growth. They invested in selecting potential customers, allowing them to retain 97% of profitable customers. MBNA Europe's customers use their cards 52% more than the industry average, and the average cost per transaction is 30% higher.

- Forrester Consulting conducted a Total Economic Impact study on behalf of M-Files. According to the study, M-Files customers achieved a 294% return on investment (ROI), employees gained an extra 53 minutes of free time daily, and companies increased their total profit by 1.8% within three years of implementing the CRM system.

An analysis of scientific and patent literature allows us to determine the current state of the art for solving the problem of user administration in social networks. It also enables us to outline existing technological approaches and identify the shortcomings of existing solutions. Domestic and foreign studies demonstrate a wide range of approaches to automating business processes, managing content, and collecting analytical data on social networks.

CRM systems that provide centralized management of user interaction and optimization of administrative processes are of great importance. In article [3] discusses modern CRM systems in entrepreneurship, which is relevant for user administration in social networks. Additionally, the article [4] discusses the functionality of analytical modules that can be integrated into administrative panels of social networks. Studying web technologies is key to creating effective information systems. Publication [5] thoroughly analyzes scripting languages for developing web applications, the foundation of flexible administrative systems. The official Laravel documentation contains information on using this framework to create scalable web applications, which is relevant to developing a user administration panel on social networks [6]. Additionally, email management and communication automation with users are important aspects. The SendGrid platform documentation describes methods for integrating email services into web applications, allowing for the automation of message sending to administrative system users [7]. Patent research also demonstrates significant achievements in user administration automation. For instance, Patent [8] presents a system that uses neural networks to automatically analyze user activity and identify unwanted content. Another patent [9] describes the automatic prediction of customer churn in service and subscription businesses using intelligent, real-time social media analysis.

Analyzing literature and patent sources allows us to identify current research areas and confirm the need for a comprehensive information system for user administration in social networks that uses modern web technologies and automation tools. Modern CRM systems are an integral part of business process automation and user administration in various industries, including social media. An analysis of domestic and foreign publications reveals different approaches to implementing CRM solutions, using them, and evaluating their efficiency.

Domestic experience with CRM development. Ukrainian CRM systems are

actively developing and adapting to the needs of small- and medium-sized businesses. The SendPulse article [10] provides an overview of eight CRM systems that optimize business processes and increase enterprise productivity. Analyzing the functionality and features of these solutions reveals trends in personalizing CRM systems according to business specifics.

Another review of Ukrainian CRM systems by OneService Consulting provides a detailed analysis of the ten most popular CRM platforms in the domestic market. The authors focus on automating customer management processes and integrating with other services, which is important for effectively administering social networks. According to Snov.io analytics, further development of CRM systems with enhanced artificial intelligence and user behavior analytics is expected by 2025. This indicates a general trend toward integrating CRM solutions with big data and AI analysis technologies, significantly impacting social media content management.

Foreign Experience with CRM Systems In an international context, CRM systems are essential components of marketing and analytical strategies. In its annual ranking, article [15] proved that using artificial intelligence in CRM can significantly increase personalization, though it requires substantial resources and technical training. Implementing CRM in small businesses versus large corporations: domestic publications show that Ukrainian CRM systems are mostly adapted for small businesses; international studies indicate that large corporations struggle with scaling CRM solutions and managing their customer bases. The PubMed Central study [14] analyzes the impact of CRM system quality on customer satisfaction. Using empirical data from online reviews, the authors demonstrate the relationship between CRM functionality and effectiveness in real-world applications.

A bibliometric analysis of scientific publications on CRM, as presented in a study by Taylor & Francis [15], allows us to evaluate the primary areas of scientific research in this field. The analysis focuses primarily on the impact of CRM on the automation of business processes, the personalization of customer interactions, and the use of CRM data for the advanced analysis of user behavior. Despite the extensive research on CRM systems, there are contradictions regarding their effectiveness and implementation methods. Centralized vs. Decentralized CRM Systems: Domestic CRM solutions mostly focus on centralized data storage and processing, which optimizes customer interaction (Snov.io [12]). International studies, particularly PubMed Central [14], emphasize adapting CRM systems to decentralized data models for flexibility and better personalization of customer interaction. Automation vs. personalization: CRM systems aim to simplify customer base management. However, there is a problem with insufficient personalization of the service, as mentioned by DestinationCRM [13].

This is due to the fragmentation of internal data management systems. Thus, analyzing literature and research papers reveals the strengths and limitations of modern CRM systems. The main contradictions lie in choosing between centralized and decentralized approaches, striking a balance between automation and personalization, and addressing the peculiarities of implementing CRM in companies of different sizes.

Further research is needed to determine the optimal methods for integrating CRM solutions into social networks and automated business systems.

Modern information systems for managing users on social networks struggle with effectively organizing content management, communication, and interaction analytics. Without a unified data processing model, it is difficult to automate business processes, integrate with other digital platforms, and ensure data security.

The scientific task is to study methods and algorithms for creating a flexible, scalable CRM system that allows for centralized management of users, content, and business activities within social networks. The scientific and technical objective of this study is to develop an information system architecture for managing users on social networks: a user management module that allows you to administer accounts, assign roles, and manage access rights; a business process automation system provides effective management of content, messages, and advertising campaigns; an analytical module that uses big data and machine learning technologies to predict user behavior and analyze content effectiveness; integration APIs that enable interaction with payment systems, marketing services.

The developed information system should be scalable and administrator-friendly. It should also be integrated with other services to improve social media performance, allowing for effective management of business processes, improved communication with customers, and automated marketing campaigns. This aligns with the fundamental principles outlined in [11], which emphasize the importance of businesses implementing systems that address their unique needs and can adapt to their growth. The study aims to create an efficient, automated CRM system for managing users and content on social networks. This system will allow for: centrally managing users, content, and their interactions; optimize business processes through automated task distribution algorithms; increase administrator efficiency through flexible access rights management; integrate the system with external platforms for analytics, marketing, and financial operations.

Conclusions. The system is expected to automate social media administrator work, increase content management efficiency, and improve user experience. During the study, the research object was identified and its advantages and disadvantages were thoroughly analyzed. Real examples of the economic impact of CRM system implementation in different companies are presented, including statistics from before and after integration. Based on facts and analytical research, it is evident that the user and content management system helps automate business processes, improve customer interaction, and minimize errors. The study identified the main aspects of the CRM system:

- 1) Research methodology. Methods of comparative analysis and statistical modeling were used to evaluate the effectiveness of implementing CRM systems in different companies.

- 2) The main research results are also presented. Real-life examples of the economic impact of CRM systems are provided, including pre- and post-integration

statistics. The study proves that the user and content management system helps automate business processes, improve customer interaction, and minimize errors.

3) Technical Implementation. To develop the CRM panel, PHP 7.3 was chosen as the main programming language, and the PhpStorm 2020 development environment and local Apache server were used. We used Composer to manage dependencies and npm to work with the front end. The database is implemented in MySQL 5.6, and debugging was performed using XDebug.

4) Functionality of the CRM panel. The developed CRM panel provides: managing user profiles; content moderation, including reviewing publications, editing, blocking, and appointing editors; user analytics and statistics with exportable data; support for business profiles, stores, sales, and product control; an email notification system for administrators, editors, and users.

5) Economic efficiency. Implementing CRM has significantly reduced processing time for customer requests, optimized staff performance, and increased managerial productivity. The CRM system contributes to the automation of business processes, positively impacting sales conversion and enterprise efficiency.

6) Possibilities of Use. The CRM system can be adapted to various business segments, including educational platforms, e-commerce, and corporate customer management systems. Due to its modularity, the system is easily scalable and integrates with other services.

7) Directions for Further Research. Further improvement of the CRM system may include: integration of artificial intelligence to automate request processing; improving analytical functions and personalizing reporting; use blockchain technology to improve transaction security; optimize work with a large load through microservice architecture.

References

1. Що таке CRM: визначення, типи та стратегії / Snov.io. – URL: <https://snov.io/glossary/ua/customer-relationship-management-crm-ua/>
2. CRM система: повний гід по вибору CRM для початківців / NetHunt. – URL: <https://nethunt.ua/blog/shcho-takie-crm-sistema-povnii-ghid-po-viboru-crm-dlia-pochatktivsiv/>
3. На що спроможні CRM-системи аналітики та звітності / Wezom. – URL: <https://wezom.com.ua/ua/blog/na-scho-spromozhni-crm-sistemi-analitiki-ta-zvitnosti>
4. Впровадження CRM-системи для збільшення продажів / S-Rocket. – URL: <https://s-rocket.com/articles/vprovadzhennya-crm-sistemi-dlya-zbilshennya-prodazhiv>
5. The Total Economic Impact Of M-Files / M-Files. – URL: <https://media.m-files.com/hubfs/TEI%20of%20M-Files%20Aug%202023.pdf?hsLang=en>
6. Офіційний сайт Laravel. – URL: <https://laravel.com/>
7. Документація платформи SendGrid / SendGrid Documentation. – URL: <https://sendgrid.com/docs/for-developers/sending-email/laravel/>
8. Автоматизована система аналізу активності користувачів: патент US 10123456B2. – URL: <https://patents.google.com/patent/US10123456B2>

9. Система та метод аналізу соціальних мереж для прогнозування відтоку клієнтів: патент US 20160253688 A1. – URL: <https://patents.google.com/patent/US20160253688A1/en>
10. CRM, розроблена в Україні / SendPulse. – URL: <https://sendpulse.com/ua/blog/crm-made-in-ukraine>
11. Огляд OneService Consulting: Топ-10 українських CRM-систем / OneService Consulting. – URL: <https://www.oneservice-consulting.com/top-10-ukrainskikh-crm-sistem>
12. Аналітика Snov.io: найкраще програмне забезпечення CRM для продажів / Snov.io. – URL: <https://snov.io/blog/ua/best-sales-crm-software-ua/>
13. Видання DestinationCRM: провідні компанії, тенденції та технології у сфері клієнтського сервісу, маркетингу та продажів. CRM Top 100 – 2024 / DestinationCRM. – URL: <https://www.destinationcrm.com/Articles/Editorial/Magazine-Features/The-Leading-Companies-and-Hottest-Trends-and-Technologies-in-Customer-Service-Marketing-and-Sales-The-2024-CRM-Top-100-164813.aspx>
14. Стаття в PMC / PubMed Central (PMC). – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10682139/>
15. Стаття в журналі Taylor & Francis / Taylor & Francis Online. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15332667.2025.2462884>

ANALYSIS OF METHODS FOR GENERATING 3D IMAGES FROM 2D IMAGES

Nazarov Oleksii

PhD, Associate Professor

Department of Software Engineering

Nazarova Natalija

Senior Lecturer

Department of Higher Mathematics

Parshykova Liana

Master

Department of Software Engineering

Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine

In today's digital world, processing and interpreting visual information plays a key role in many areas, including computer vision, medical imaging, gaming, augmented reality, and autonomous vehicles. One of the most pressing tasks is reconstructing the three-dimensional structure of a scene or object from two-dimensional images. This process restores spatial information usually lost when projecting the real world onto the image plane. Traditionally, generating 3D images required specialized equipment, such as stereo cameras, depth sensors, or laser scanners. However, in recent years, methods have emerged that enable the

reconstruction of three-dimensional objects using only 2D images. The introduction of deep neural networks, generative-competitive models, and neural radiance fields has notably enhanced recovery quality and adaptability to various conditions. Thanks to powerful computing resources, open datasets, and deep learning frameworks, models have been developed that can reconstruct full 3D objects based on one or more photographs. This opens up new prospects for automating processes, reducing the cost of creating 3D content, and expanding opportunities in related technologies.

The chosen topic is relevant due to the rapid development of artificial intelligence, the need to improve existing spatial reconstruction methods, and the demand for effective 3D image generation tools in many applied fields [1]. This paper aims to study, compare, and implement modern methods of generating 3D images from 2D data using machine learning technologies. To achieve this goal, the paper sets the following objectives: analyze scientific sources and existing approaches to 3D reconstruction; to review and classify modern methods of neural reconstruction of 3D structures; select appropriate tools and implement an experimental model; evaluate the effectiveness of the selected method using appropriate metrics. to draw conclusions about the feasibility of using the methods in applied tasks. The study focuses on generating three-dimensional images from two-dimensional input data. The study focuses on algorithmic and neural methods for 3D shape reconstruction. This work has both theoretical and practical value. It allows us to summarize modern approaches to 3D reconstruction and implement our own model for real-world applications. Visualization of spatial objects plays a key role in modern information technology. In particular, the ability to reconstruct the three-dimensional structure of an object based on one or more two-dimensional images opens up many opportunities for analyzing, modeling, and interacting with digital content. This subject area includes knowledge from computer vision, graphics, deep learning, and image processing.

Generating 3D images from 2D inputs belongs to the class of "inverse rendering" tasks, where the objective is to restore spatial information lost when projecting a scene onto a plane. The main difficulty is that depth and terrain information are lost during image acquisition and must be recovered analytically or by training models.

3D reconstruction is critical in many industries: augmented and virtual reality (creating interactive environments based on real-world images); medicine (building 3D models of internal organs based on images); autonomous systems (object recognition and navigation using cameras); cultural heritage (digital reconstruction of archaeological artifacts from archival photographs); computer graphics and game development (creating 3D models from photographs without manual modeling).

Two areas are actively developing within the subject area under study:

1. Traditional approaches based on geometric algorithms that use multi-camera systems or lighting analysis to recover 3D structures.
2. Deep learning-based methods model the relationship between 2D images and their 3D representations without requiring explicit geometric analysis. These methods

include convolutional neural networks, generative models, transformers, and implicit representation models.

Due to the constant growth of computing capabilities, access to large datasets, and active research in artificial intelligence, this field is extremely promising and relevant. Therefore, studying, classifying, and testing modern methods for generating 3D images from 2D inputs is an important scientific and practical task.

To understand the task, it is helpful to define some key terms:

- 2D image: A digital representation of a scene in a plane containing information about only the X and Y coordinates (height and width).
- 3D image (model): A digital representation of an object in three-dimensional space with X, Y, and Z coordinates.
- Depth is the distance from the camera to the object, which allows you to determine its position in space.
- Reconstruction is the process of restoring the geometry of an object based on its projection.

Methods for generating 3D images from 2D images are among the most relevant topics in computer vision, machine learning, and graphics. As technology advances, the demand for realistic and precise 3D models is increasing [2]. These models have applications in various fields, including medicine, architecture, entertainment, and more. This literature review focuses on studying existing methods, their limitations, trends, and prospects.

The main difficulty in conversion is that projecting a three-dimensional scene onto a plane loses depth information. This creates ambiguity: Several 3D objects can have the same 2D representation. Thus, high-quality reconstruction requires either additional images from different angles or a trained model that can "guess" the missing information [3].

There are several main approaches to generating 3D models in this field.

Let's consider traditional computer vision methods [4]:

- Stereo vision: calculating depth by comparing pairs of images taken from different viewpoints.
- Structure from Motion (SfM): Building a scene structure by analyzing changes in camera position.
- Shape from Shading (SfS): Reconstructing the shape of an object based on the analysis of light and shadows in an image.

These methods require either additional sensors or multiple images of the same object.

Now, let's consider methods based on deep learning:

- CNN (convolutional neural networks): Used to predict a depth map based on a single image.
- GAN (Generative Adversarial Networks): Capable of generating photorealistic 3D models from a single 2D input.

- Neural Radiance Fields (NeRF): A modern approach to creating continuous representations of objects in space.

These methods do not require stereo pairs and are highly adaptable to complex scenes.

The following popular tools are used for 3D image reconstruction:

- PyTorch and TensorFlow: frameworks for building and training neural networks.

- OpenCV and Open3D: Libraries for processing images and 3D models.

Blender and MeshLab are tools for visualizing, processing, and rendering 3D models.

Leading research institutes, such as Google Research, Meta AI, NVIDIA, Stanford, and MIT, are constantly developing new approaches to generating 3D scenes. Methods such as Pix2Vox, AtlasNet, DeepSDF, and Mip-NeRF demonstrate significant quality improvements, especially when the amount of input data is limited.

Current research areas: combining different types of input data; using transformers for spatial analysis; resource optimization for the real-time generation of 3D models; minimizing training data through few-shot learning.

This paper considers the problem of reconstructing three-dimensional structures of objects or scenes based on two-dimensional images. This task is highly complex due to the loss of spatial information when projecting a three-dimensional (3D) scene onto a two-dimensional (2D) plane, as well as the ambiguity of possible geometric interpretations.

Our work aims to study, compare, and implement modern machine learning approaches, particularly deep learning, for generating 3D images from 2D inputs.

To achieve this goal, the following intermediate tasks must be solved:

1. Analyze scientific literature and existing approaches (study the classification of 3D reconstruction methods; evaluate the effectiveness of traditional algorithms and modern neural network solutions).

2. Select and study current deep learning models (consider CNN, GAN, and NeRF architectures; identify the advantages and limitations of each approach).

3. Formulate requirements for the model/system (define the type of input data; select the target representation of the 3D result).

4. Implement the experimental model (build a prototype system based on the selected neural network; provide data processing and presentation in the appropriate format).

5. Select and prepare a dataset for training and testing (perform data processing, augmentation, and training set generation; use well-known datasets - ShapeNet, Pix3D, and CO3D).

6. Perform model training and validation (determine the reconstruction quality metrics - Chamfer Distance, IoU and PSNR; evaluate the accuracy, efficiency, and visual quality of the results).

7. Analyze the results and draw conclusions (compare the results with existing approaches; suggest possible improvements to the model).

Thus, the task statement includes theoretical analysis, practical implementation, and evaluation of the chosen approach to generating 3D images from 2D input data.

As part of the project, a comprehensive study of methods for generating three-dimensional images from two-dimensional inputs was conducted. The main results are as follows:

An analytical review of traditional and modern approaches to 3D reconstruction was conducted: SfM, SfS, stereo vision, convolutional neural networks, generative and implicit models.

The key advantages and disadvantages of each class of methods were identified, and criteria for comparison were formed.

An experimental neural network model based on an encoder-decoder architecture that can convert 2D images into 3D voxel representations was implemented.

The model was trained using real datasets (ShapeNet), and image preprocessing and hyperparameter tuning were performed.

The model was tested using the Chamfer Distance, IoU, and Accuracy@Threshold metrics. An IoU value of approximately 72.4% was achieved, indicating high-quality reconstruction.

The model's results were visualized and compared with those of other existing methods (AtlasNet, NeRF, and 3D-R2N2).

The results of this work can be applied to the following practical areas: automated creation of 3D models based on photos for e-commerce, AR/VR applications and game engines; development of educational platforms for learning computer vision and deep learning technologies; prototyping a visual analysis system for robotics or medical imaging; application of the model as a basic architecture for further research on generative approaches in 3D.

Further research could focus on the following areas of improvement: integration of vision transformers into 3D reconstruction; use implicit representations (NeRF, SDF) to improve detail; optimization of the model for real-time or mobile environments; scaling to more complex objects and scenes with textures; extension of functionality to multimodal inputs: 2D, depth, and text.

Список використаних джерел

1. Wang N. et al. Pixel2Mesh: Generating 3D Mesh Models from Single RGB Images. ECCV, 2018.
2. Tatarchenko M., Dosovitskiy A., Brox T. Multi-view 3D Models from Single Images with a Convolutional Network. International Conference on 3D Vision (3DV), 2017.
3. Використання 3D-графіки в різних галузях людської діяльності. – URL: <https://shaiu21.blogspot.com/>
4. Hartley R., Zisserman A. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press, 2003.

УНІВЕРСАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РІЗНОЇ ПРИРОДИ, ЩО ПРОТІКАЮТЬ НА РІЗНИХ МАСШТАБНИХ РІВНЯХ

Клименко Ігор

к.т.н., доцент

Кафедра фізики

Національний аерокосмічний університет

ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна

При дослідженні та експлуатації складних технічних, біологічних, фізичних та ін. систем аналізується велика кількість часових та просторових сигналів від різних по природі сенсорів, контролерів та каналів зв'язку. Ці сигнали відрізняються фізичним змістом, розмірністю, складністю форми та ін. При дії на сенсори, як джерела інформації, різноманітних стрес-чинників у їх відгуках починають проявлятися тонкі особливості функціональних характеристик. Вони створюють в інформаційних потоках просторово-часові неоднорідності, характер взаємодії між якими є технологічно чи біологічно успадкованим. Все це впливає на безпеку і надійність складних енергетичних, транспортних і ін. систем, а також на функціональний стан оператора, який приймає відповідальні рішення. Традиційно ці проблеми намагаються подолати шляхом відбору стресостійких сенсорів та операторів (диспетчерів, пілотів та ін.) та дублюванням джерел інформації (сенсорів і біосенсорів), що збільшує не визначеність та ускладнює моделювання і аналітику.

Створення мікроелектронних датчиків нового покоління обумовило стрімкий розвиток технологій і методів комп'ютерної аналітики. Однак зростає їх різноманітність створює системні проблеми при відборі джерел релевантної інформації, її аналізу, візуалізації та інтерпретації. В екстремальних умовах функціонування складних систем відбувається інформаційне пересичення, яке ставить під загрозу прийняття оптимальних рішень в режимі реального часу. Традиційні методи моделювання (структурне, математичне та ін.) функціонування сенсорів та інших джерел інформації в складних та не прогнозованих умовах сьогодні не можуть подолати проблему індивідуальності їх характеристик. Тому ресурс сенсорів, їх працездатність та коректність їх роботи в екстремальних умовах залишається слабо прогнозованими. Різноманітність моделей функціонування джерел інформації й їх засобів візуалізації та аналізу ускладнюють правила прийняття відповідальних рішень. Останні традиційно базуються на інтуїції та когнітивному сприйнятті сукупності інформаційних потоків різної природи, яке залежить психофізіологічного стану оператора. Весь цей комплекс проблем може бути розв'язаний за допомогою когнітивної методології, в рамках якої можна уніфікувати засоби обробки,

візуалізації та аналізу динаміки різних за природою інформаційних потоків, що відображають фізичні, біологічні, технологічні і інформаційні процеси.

В основі конвергентної методології лежить міждисциплінарний підхід до виявлення індивідуальності функціонування об'єктів живої і неживої природи [1]. Так, шляхом представлення сигналів у вигляді 3D-моделей в просторі динамічних подій можна візуалізувати динаміку інформаційного потоку, а також здійснити його природну декомпозицію у вигляді трьох сигнатур-патернів [2]. Їх можна порівнювати з природними патернами, а також використовувати при аналізі фундаментальні термодинамічні критерії. В роботах [3, 4] на прикладі сигналів напівпровідникових та біологічних сенсорів показано, що такий підхід є перспективним саме тому, що дозволяє візуалізувати динамічні та статистичні закономірності сигналів та аналізувати зв'язок між ними. Отже, параметрична візуалізація динаміки сигналу не просто дозволяє виявляти його тонку структуру, але й використовувати в аналітиці різні види ентропії (Больцмана, Колмогорова, Шенона та ін.), а також інтегративні показники динамічної упорядкованості складових і їх енергетичної збалансованості [5]. Запропонований підхід дозволяє по новому проаналізувати фізичні, біологічні та технологічні процеси. Зокрема, переглянути роль вплив узгодженості динаміки зміни зовнішніх чинників на характер перебудови структури взаємозв'язків між підсистемами, яка є реакцією протидії зміні цих чинників [4,5]. Параметричне 3D-моделювання дозволяє по новому поглянути на динаміку розвитку багатьох природних процесів, яким характерна певна циклічність у часі, чи просторі. Зокрема, аналізувати біоцикли та циклічність зміни кількості сонячних плям.

Список використаних джерел

1. V.P. Mygal, A.V. But, G.V. Mygal, I.A. Klimenko, «An Interdisciplinary Approach to Study Individuality in Biological and Physical Systems Functioning», *Scientific Reports*, 6, 2016, pp.387–391.
2. V.P. Migal, I.A. Klymenko, G.V. Migal, «Individuality of photoresponse dynamics of semiconductor sensors», *Functional Materials*, 24(2), 2017, pp.212-218.
3. V. Mygal; G. Mygal, «Problems of Digitized Information Flow Analysis: Cognitive Aspects», *Information & Security*, vol. 43, no. 2, 2019, pp.134-144.
4. V. P. Mygal, A. V. But, A. S. Phomin, I. A. Klimenko, «Geometrization of the Dynamic Structure of the Transient Photoresponse from Zinc Chalcogenides», *Semiconductors*, 49(5), 2015, pp.634–637.
5. V.P. Mygal, I.A. Klymenko, G.V. Mygal, «Influence of radiation heat transfer dynamics on crystal growth», *Functional Materials*, 25(3), 2018, pp.574-580.

INFLUENCE OF THE MORPHOLOGY OF THE EUTECTIC CONSTITUENT IN HIGH-SPEED STEEL ON ITS WEAR RESISTANCE

Chornoivanenko Kateryna

Ph.D., Associate Professor

Povzlo Yevhen

Department of Quality, standardization and metrology systems
Ukrainian State University of Science and Technologies

Introduction. The performance of cutting tools is determined by the processing conditions and the materials being machined, as well as by the properties of the tool material, which largely depend on the microstructure and substructure of the high-speed steels used for tool manufacturing. Widely used high-speed steels such as T1, M1, M2, among others, despite their high hardness and thermal resistance, do not always ensure sufficient productivity and wear resistance, particularly when machining difficult-to-cut materials. Therefore, improving the operational characteristics of high-speed steels through structural modification and, on this basis, developing cutting tools with enhanced wear resistance and productivity remains a pressing issue.

It is important to highlight the beneficial role of vanadium as a key alloying element in high-speed steels. Vanadium belongs to a group of elements that form hard, high-melting monocarbides in steels. The microhardness of VC carbides reaches approximately 24000 H μ . As a result, vanadium-alloyed steels demonstrate high hardness and excellent wear resistance [1...2]. Moreover, VC carbides exhibit significant solubility in austenite at elevated temperatures. Thus, steels with high vanadium and carbon contents, when subjected to appropriate heat treatment (quenching from high temperatures followed by tempering at ~550 °C), exhibit secondary hardening and thermal stability [3].

Materials and Methods. The study was conducted on samples of standard high-speed steels T1, M2, and T15, as well as two experimental alloys:

- Alloy No. 1: 1.0% C, 5.2% Mo, 3.9% V, 4.1% Cr, <0.4% Mn, <0.5% Si
- Alloy No. 2: 1.5% C, 4.9% Mo, 6.2% V, 4.0% Cr, <0.4% Mn, <0.5% Si

The experimental alloys were produced in a resistance furnace under an inert atmosphere using Armco iron. Phase and structural transformations were investigated using optical metallography.

Tool wear on the flank and rake faces of experimental cast cutting inserts was evaluated during the turning of high-strength cast iron under the following conditions: spindle speed – 400 rpm; depth of cut – 0.5 mm; feed rate – 0.22 mm/rev; principal clearance angle – 6°.

Results and Discussion. The structure of cast high-speed steels comprises a eutectic constituent and the decomposition products of austenite. Skeletal and fan-shaped eutectic morphologies are based on M₂C and M₆C carbides, while the eutectic

containing MC-type carbides forms as isolated inclusions within the austenitic matrix. In light of the scarcity of tungsten and molybdenum, it is considered advantageous to base the eutectic constituent of high-speed steels on MC-type carbides, primarily vanadium carbide (VC). However, in all high-speed steels, the eutectic composed of austenite and vanadium carbide typically crystallizes as large, isolated inclusions. It was shown that $\gamma + \text{VC}$ eutectic can also form in the shape of colonies with branched eutectic carbides, in which the cross-section of the carbide branches is significantly smaller than that of the isolated carbides. Large, isolated carbide inclusions are prone to chipping, thereby reducing the steel's wear resistance.

The microstructure of the eutectic constituent in the experimental alloys is presented in Fig. 1.

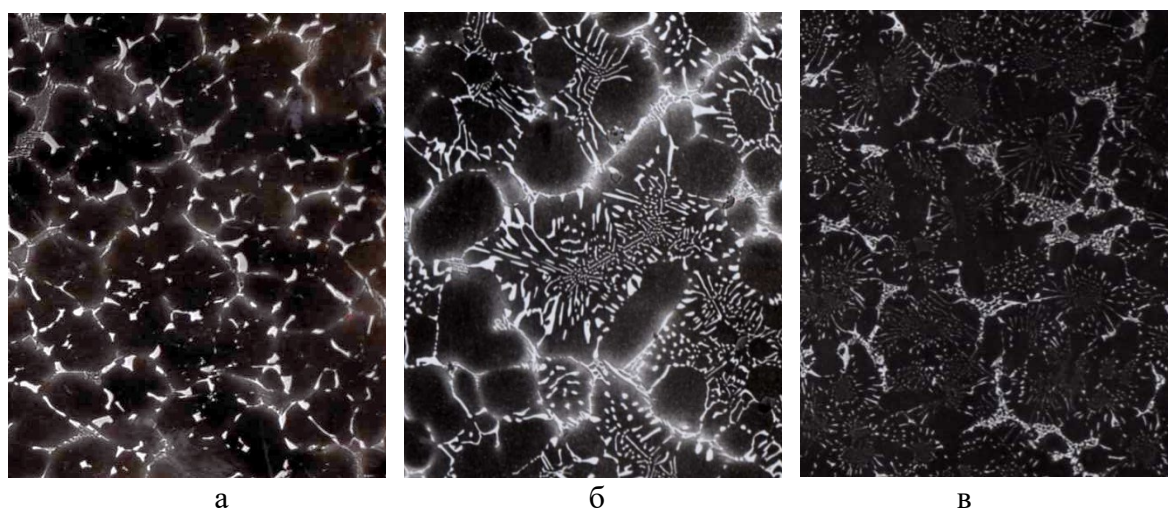


Fig. 1. Microstructure of the steel in as-cast condition:
 a – M2 steel, $\times 400$; b – Alloy No. 1, $\times 200$; c – Alloy No. 2, $\times 100$

The structure of cast high-speed steel R6M5 is represented by two types of eutectics and by austenite decomposition products (Fig. 1). One of the eutectics, located outside the dendritic branches, is based on M_2C carbide and exhibits a lamellar structure, with the interlamellar spaces filled with the second eutectic constituent — austenite. The $\gamma + \text{VC}$ eutectic is also found outside the dendritic branches, but it appears as isolated, equilibrium inclusions. Based on a review of the literature, it can be concluded that such a structure is suboptimal due to the low quantity and relatively large size of the eutectic carbides. It is evident that both eutectics form during the solidification of carbides and austenite from the melt, where the alloying element distribution is non-equilibrium due to segregation processes.

Figures 1b and 1c show the structures of the experimental lean-alloyed high-speed steels. It is evident that the ratio and morphology of the eutectic constituents differ from those in the cast structure of M2 steel. While the eutectic based on M_2C retains its lamellar morphology and typical location in the primary structure, the eutectic based on vanadium carbide displays significant differences. The eutectic vanadium carbide exhibits a finer and more branched morphology. Differences are also observed in the

contours of eutectic colonies. Additionally, the overall level of eutecticity increases. The volume fraction of the $\gamma + VC$ eutectic rises from Alloy No. 1 to Alloy No. 2, with a corresponding decrease in the amount of excess austenite.

It is well known that tool wear resistance is influenced by the structure and physicomachanical properties of both the workpiece material and the cutting part of the tool [2]. As shown in Table 1, during flank wear testing of cast cutting inserts made from the experimental steels while turning high-strength cast iron, Alloy No. 2 demonstrated the highest wear resistance, whereas T15 exhibited the lowest.

Table 1 – Wear resistance indicators of the experimental steels

Steel	Secondary hardness, HRC	Tool weight change, ΔP_1 , g	Workpiece weight change, ΔP_2 , g	$\Delta P_1 / \Delta P_2$, 10^{-4}	Cutting path length, m
T1	63	0,0376	4,3785	86	9
M2	63	0,0542	3,8249	142	4
T15	63	0,0838	3,0008	278	3,2
Alloy No. 1	62	0,0053	1,8925	28	12
Alloy No. 2	63,5	0,0042	2,2631	18	12,2

As evident from the presented data, despite the high content of alloying elements in T15 steel, Alloy No. 2 exhibits superior wear resistance due to the different morphology of vanadium eutectic carbides.

The study demonstrated (Fig. 2) that the specific wear rate of the experimental high-speed steel Alloy No. 2 is the lowest, which can be attributed to the highest volume fraction of the $\gamma + VC$ eutectic phase compared to the other steels.

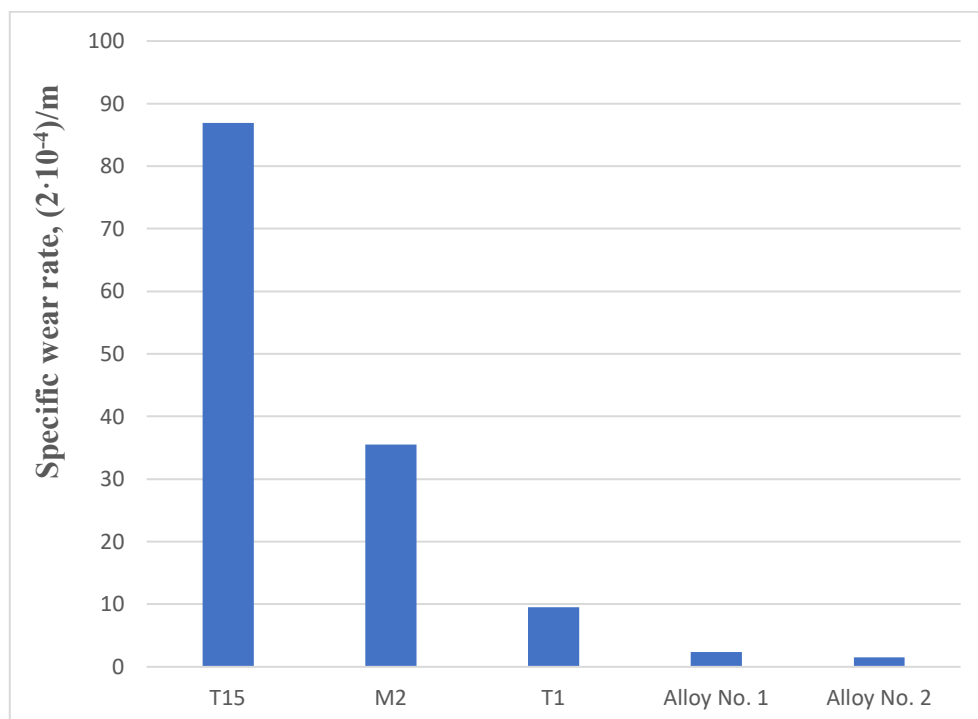


Fig. 2. Specific wear rate of the experimental high-speed steels

Conclusions. As demonstrated by the presented data, despite the high alloying element content in conventional high-speed steels, Alloy No. 2 exhibits superior wear resistance. It has been established that this improvement is due to the distinct morphology of vanadium eutectic carbides.

References

1. Shizhong Wei, Jinhua Zhu, Leujue Xu. (2005). Research on wear resistance of high speed steel with high vanadium content. *Materials Science and Engineering A*, 404:138 <https://doi.org/10.1016/j.msea.2005.05.062>
2. Euh, K., Lee, S. (2003). Correlation of microstructure with hardness and wear resistance of VC/steel surface-alloyed materials fabricated by high-energy electron-beam irradiation. *Metall Mater Trans A* 34:59 <https://doi.org/10.1007/s11661-003-0208-8>
3. Shizhong Wei, Jinhua Zhu, Leujue Xu. (2006). Effects of vanadium and carbon on microstructures and abrasive wear resistance of high speed steel. *Tribology International*, 9:641 <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2005.04.035>

Proceedings of the 1st International Scientific
and Practical Conference
"Scientific Progress: Theories, Applications and Global Impact"
July 14-16, 2025
Braga, Portugal

Organizing committee may not agree with the authors' point of view.
Authors are responsible for the correctness of the papers' text.

Contact details of the organizing committee:

European Open Science Space
E-mail: info@eoss-conf.com
URL: <https://www.eoss-conf.com/>

