

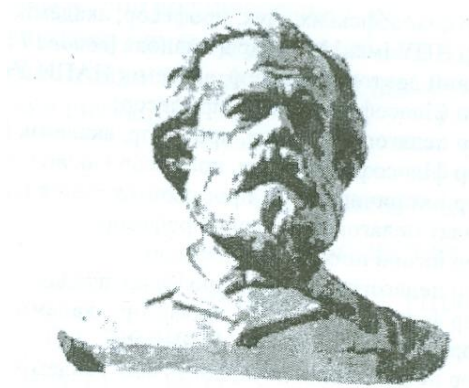
DOI 10.31392/UDU-nc.series2.2025.24(31)

ISSN 2411-8869

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

# НАУКОВИЙ ЧАСОПИС

УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА



*Серія 2*

КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНІ  
СИСТЕМИ НАВЧАННЯ

*Випуск 24 (31)*

Київ  
Видавництво УДУ імені Михайла Драгоманова  
2025

**Редакційний штат:**

**Галицький Олександр Вадимович** – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної та програмної інженерії факультету математики, інформатики та фізики Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Україна;

**Горошко Юрій Васильович** – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри інформатики і обчислювальної техніки, Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка, Україна;

**Макаренко Леся Леонідівна** – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри інформаційних систем і технологій факультету технологій та дизайну Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Україна;

**Малежик Петро Михайлович** – доктор педагогічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної та програмної інженерії факультету математики, інформатики та фізики Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Україна;

**Олексюк Василь Петрович** – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри інформатики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, Україна;

**Працьовитий Микола Вікторович** – доктор фізико-математичних наук, професор, декан фізико-математичного факультету Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Україна;

**Семеріков Сергій Олексійович** – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри інформатики та прикладної математики Криворізького державного педагогічного університету, Україна;

**Смирнова-Трибульська Євгенія Миколаївна** – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри гуманітарної освіти та наук педагогічної підтримки Сілезького університету, Польща;

**Торбін Григорій Мирославович** – доктор фізико-математичних наук, професор, проректор з наукової роботи Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Україна;

**Триус Юрій Васильович** – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук та системного аналізу Черкаського державного технологічного університету, Україна;

**Франчук Василь Михайлович** – доктор педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри комп'ютерної та програмної інженерії факультету математики, інформатики та фізики Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Україна (головний редактор видання), Україна;

**Франчук Наталія Петрівна** – кандидат педагогічних наук, доцент, старший дослідник, завідувач кафедри інноваційних технологій викладання загальноосвітніх дисциплін Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Україна;

**Чумак Микола Євгенійович** – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри інформаційних технологій і програмування Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Україна;

**Шевчук Борис Вікторович** – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних систем і технологій факультету технологій та дизайну Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Україна;

**Яшанов Сергій Микитович** – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних систем і технологій факультету технологій та дизайну Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Україна.

Н 34

НАУКОВИЙ ЧАСОПИС Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – Київ : Вид-во УДУ імені Михайла Драгоманова, 2025. – № 24 (31). – 177 с.

У збірнику розглядаються питання застосування інформаційно-комунікаційних технологій навчання (ІКТН) у практичній діяльності середніх та вищих навчальних закладів; аналізуються окремі програмні засоби навчального призначення, обговорюються проблеми становлення комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математики, фізики, інформатики та інших предметів у закладах освіти.

**Антонюк Дмитро Сергійович**,  
кандидат педагогічних наук, доцент,  
<sup>1</sup>доцент кафедри інженерії програмного забезпечення,  
Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна  
<sup>2</sup>докторант  
Інституту цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна,  
ORCID ID: 0000-0001-7496-3553  
*dmitry\_antonyuk@yahoo.com*

**Вакалюк Тетяна Анатоліївна**  
доктор педагогічних наук, професор,  
<sup>1</sup>завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення  
Державного університету «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна,  
<sup>2</sup>провідний науковий співробітник сектору мережних технологій і баз даних відділу  
відкритих освітньо-наукових інформаційних систем  
Інституту цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна,  
<sup>3</sup>професор кафедри інформатики та прикладної математики  
Криворізького державного педагогічного університету, м. Кривий Ріг, Україна  
ORCID ID 0000-0001-6825-4697  
*tetianavakaliuk@gmail.com*

## **ЦИФРОВІ ОСВІТНІ РЕСУРСИ ЕКОНОМІКО-УПРАВЛІНСЬКОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ МАГІСТРІВ ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ: ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ АПАРАТ ДОСЛІДЖЕННЯ**

**Анотація.** Цифрова трансформація освіти є ключовим напрямком досліджень у сучасній педагогічній науці, що зумовлено глибокими технологічними змінами в суспільстві та необхідністю модернізації освітніх систем. Стаття присвячена комплексному аналізу термінологічного апарату дослідження цифрових освітніх ресурсів в контексті економіко-управлінської підготовки майбутніх магістрів галузі інформаційних технологій. Дослідження розкриває сутність базових понять: цифрові технології, цифровізація освіти, цифрова трансформація освіти, цифрові освітні ресурси. Проаналізовано наукові підходи вітчизняних та зарубіжних дослідників до розуміння цих категорій, представлено їх комплексну характеристику з урахуванням сучасних тенденцій розвитку освітніх систем, зокрема в контексті вимог Індустрії 4.0 та цифрової економіки. Особливу увагу приділено визначенню поняття цифрових освітніх ресурсів економіко-управлінської підготовки майбутніх магістрів галузі ІТ. Розкрито їх інтегративну природу, в якій поєднується контент з економіки, менеджменту, проєктного управління та інформаційних технологій. Обґрунтовано, що такі ресурси є складним інструментом формування професійних компетентностей, який включає мультимедійні курси, симуляції бізнес-процесів, кейси з управління ІТ-проєктами, віртуальні тренажери прийняття управлінських рішень. Методологія дослідження базується на комплексному використанні теоретичних методів: аналізу, систематизації, порівняння та узагальнення наукових джерел. Застосовано міждисциплінарний підхід, що дозволив інтегрувати знання з педагогіки, економіки, менеджменту та інформаційних технологій. Результати дослідження розширюють наукові уявлення про цифрові освітні ресурси, їх роль у професійній підготовці майбутніх ІТ-фахівців та окреслюють перспективи подальших досліджень у сфері цифровізації освіти.

**Ключові слова:** цифрові освітні ресурси, економіко-управлінська підготовка, галузь ІТ, майбутні магістри.

**Вступ.** Наразі процес цифровізації освіти в Україні перебуває в активній фазі трансформації, хоча й стикається з певними викликами. В умовах пандемії значно прискорився розвиток цифрових освітніх платформ та створення електронного освітнього контенту, особливо у закладах вищої освіти. Освітні установи активно впроваджують системи управління навчанням, розробляють інтерактивні навчальні матеріали та освоюють нові форми викладання з використанням цифрових інструментів.

Заклади вищої освіти демонструють інтенсивніший прогрес у цифровій трансформації – вони розширюють доступ до мережі Інтернет, створюють цифрові навчальні середовища та

впроваджують елементи змішаного навчання. Викладачі поступово підвищують свої цифрові компетентності, опановують нові технології та адаптують методики навчання до вимог цифрового освітнього простору.

Незважаючи на значну кількість викликів різної природи, процес цифровізації освіти в Україні демонструє позитивну динаміку та поступово наближається до сучасних світових стандартів цифрової освіти.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Цифрові освітні ресурси як об'єкт дослідження розглядали в своїх працях багато науковців. Так, у науковій роботі [5] проаналізовано різні наукові погляди щодо визначення ключових параметрів та необхідних вимог до освітнього середовища, побудованого з використанням хмарних технологій. Особливу увагу дослідниця приділила виокремленню специфічних характеристик такого середовища, які є важливими для ефективної підготовки студентів з інформатики на бакалаврському рівні.

А. А. Дробін [11] розробив класифікацію цифрових освітніх ресурсів, зосередившись на їх практичному цільовому призначенні. За результатами цього дослідження можна систематизувати різні типи ресурсів та їх застосування. О. В. Семеніхіна та ін. [24] провели кількісний аналіз відкритих цифрових освітніх ресурсів у галузі інформаційних технологій (ІТ), що дає розуміння поточного стану забезпеченості цифровими ресурсами.

Н. С. Воронова [7] проаналізувала теорію і практику використання цифрових освітніх ресурсів у зарубіжній освіті, що дозволяє врахувати міжнародний досвід.

Л. В. Куцак, І. С. Крамаренко, Е. П. Сірик [15] досліджували специфіку використання цифрових освітніх ресурсів в умовах військової агресії, що є особливо актуальним для сучасного українського контексту. В. Пушишева [22] вивчала особливості використання цифрових технологій у вищій освіті в умовах війни.

А. Ткачов, Н. Ткачова, Т. Щєбликіна [26] запропонували авторську модель організації самостійної навчальної діяльності здобувачів вищої педагогічної освіти з використанням цифрових технологій. Н. Манойленко, С. Кононенко, Н. Крамаренко [18] досліджували процеси цифровізації освітнього процесу в умовах дистанційного навчання, зосередившись на специфіці закладів вищої освіти.

Як зазначено у [19], ефективність цифровізації освіти напряму залежить від рівня цифрової грамотності майбутніх фахівців та якості їх професійної підготовки з урахуванням сучасних вимог суспільства.

**Метою написання статті** є уточнення та узагальнення основних понять дослідження.

**Методологія.** Під час роботи над даним дослідженням було застосовано такі методи: теоретичний аналіз, термінологічний аналіз, узагальнення, систематизація, порівняльний аналіз.

*Теоретичний аналіз* передбачав вивчення наукової літератури з проблем цифровізації освіти. Було здійснено порівняння та узагальнення наукових підходів до визначення ключових понять, систематизовано наукові погляди щодо цифрових освітніх ресурсів через контент-аналіз наукових джерел.

*Термінологічний аналіз* був спрямований на уточнення понятійного апарату дослідження. Особлива увага приділялась дефініюванню базових категорій: цифрові технології, цифровізація освіти, цифрова трансформація освіти, цифрові освітні ресурси. Важливим завданням було встановлення взаємозв'язків між науковими поняттями.

Використання методів *узагальнення та систематизації* дозволили згрупувати наукові підходи до розуміння цифрових освітніх ресурсів, виокремити спільні та відмінні характеристики у наукових трактуваннях, сформувані інтегроване визначення досліджуваних понять.

*Порівняльний аналіз* передбачав зіставлення різних наукових підходів, виявлення спільних та відмінних рис у трактуванні цифрових освітніх ресурсів, порівняння наукових концепцій цифровізації освіти.

**Подання основного матеріалу.** Для подальшого дослідження необхідно провести аналіз термінологічно-понятійного апарату дослідження. Для цього доцільно звернутись до таких понять як цифрові технології, цифровізація освіти, цифрова трансформація освіти, цифрові освітні ресурси, майбутні магістри галузі інформаційних технологій, проектування, економіко-управлінська підготовка тощо.

Цифрові технології – це комплексний технологічний інструментарій, що включає електронний спосіб опрацювання та передачі даних за допомогою цифрових сигналів і знаків кодування, які використовуються в комп'ютерній техніці та технологіях. Це не просто технічні засоби, а цілісна система, використання якої забезпечує процес кодування, візуалізації та передачі різних видів даних [1].

В освітньому контексті цифрові технології виступають як сучасні інформаційно-комунікаційні технології, хмарні сервіси та технічні засоби організації цифрового опрацювання навчальних матеріалів. Вони спрямовані на опанування новими засобами пошуку, застосування та трансформації навчальних або наукових відомостей з використанням комп'ютерної техніки, Інтернету, аудіо та відеотехніки [1].

Важливою характеристикою цифрових технологій є забезпечення студентоцентричного навчання, адаптація до особливих освітніх потреб та здібностей, урахування індивідуальних можливостей та інтересів учасників освітнього процесу. Їх використання сприяє формуванню особливого цифрового середовища в закладах освіти, інтенсифікують комунікативні зв'язки суб'єктів навчального процесу та доповнюють безпосереднє спілкування через сучасні засоби навчання [1].

Інші науковці розуміють цифрові технології як комплексний інструмент модернізації та підвищення якості освітнього процесу. Вони розглядають їх як сучасні технологічні засоби, що забезпечують індивідуалізацію навчання, адаптацію до здібностей і можливостей учасників освітнього процесу, розвиток їх самостійності та творчості, а також доступ до нових джерел даних [8].

В освітньому контексті цифрові технології виступають як інструмент, використання якого дозволяє ефективно передавати та засвоювати матеріал, забезпечувати доступ до освітніх ресурсів у галузі освіти, науки і культури, реалізовувати зворотний зв'язок у навчанні та сприяти високому ступеню індивідуалізації навчання [8].

Важливим аспектом є те, що застосування цифрових технологій в освітньому процесі повинно відповідати певним дидактичним вимогам. Серед них автори виокремлюють вмотивованість у використанні різноманітних дидактичних матеріалів, чітке визначення ролі, місця, призначення та часу використання цифрових ресурсів, відповідність методики навчання загальній стратегії проведення занять та гарантування якості навчання [8].

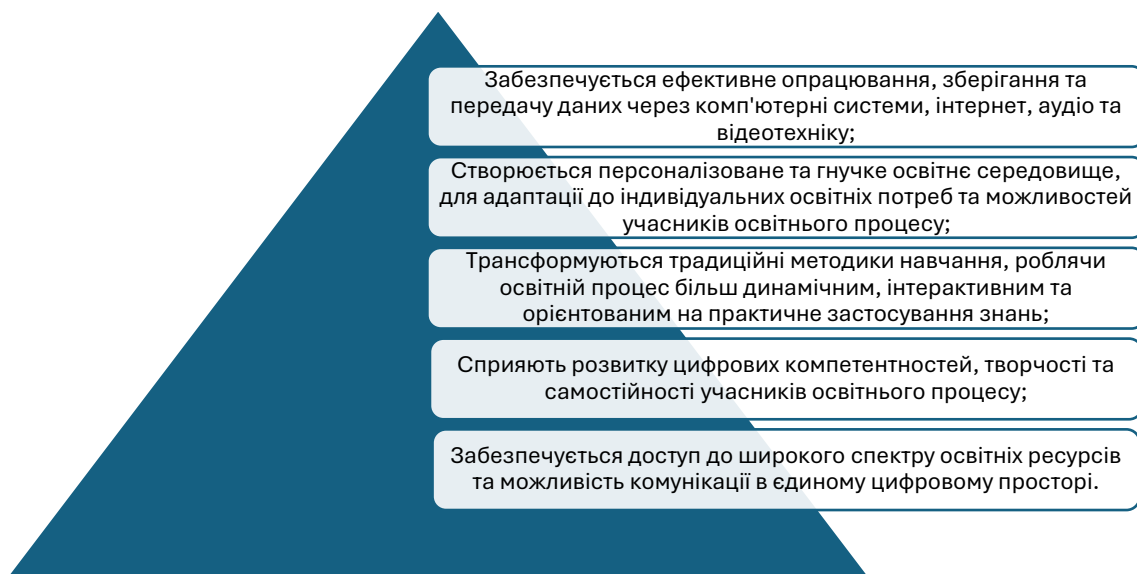
Автори наголошують на унікальній ролі цифрових технологій у підвищенні якості освітнього процесу, яка базується на їх особливості ефективно забезпечувати необхідні та достатні умови для якісної освіти. Водночас підкреслюється важливість дотримання принципів доцільності та ефективності їх використання в освітньому процесі. Таким чином, цифрові технології розглядаються не просто як технічні засоби, а як цілісний компонент сучасної системи освіти, використання якого сприяє її модернізації та підвищенню якості [8].

Підсумовуючи вище наведене, під *цифровими технологіями* розуміємо комплексний технологічний інструментарій, що є цілісною системою електронного опрацювання, передавання та подання даних за допомогою цифрових сигналів та знаків кодування. В освітньому контексті цифрові технології виступають як сучасні інформаційно-комунікаційні технології, використання яких виконує *ряд функцій* (див. рис. 1).

Ключова особливість цифрових технологій полягає в їх особливості не просто доповнювати традиційні освітні методики, а принципово змінювати парадигму навчання, роблячи її більш гнучкою, персоналізованою та орієнтованою на потреби сучасного цифрового суспільства.

Трансформація освітнього процесу у закладах вищої освіти через впровадження цифрових технологій охоплює всі складові навчальної діяльності. Це включає застосування

електронних освітніх платформ, проведення онлайн-занять та вебінарів, використання цифрових навчальних матеріалів, автоматизованих систем управління навчанням та різноманітних інструментів для дистанційної освіти, що разом сприяє покращенню якості та результатам навчання [20].



*Рис. 1. Функції цифрових технологій в освітньому процесі.*

Цифрова трансформація освіти – це комплексний процес глибоких системних змін в освітній галузі через впровадження цифрових технологій. Її використання передбачає інтеграцію цифрових технологій в усі сфери освітньої діяльності, докорінну зміну функціонування освітніх систем та перехід від традиційної моделі навчання до персоналізованої, гнучкої та технологічно орієнтованої освіти [3].

Технологічна складова цифрової трансформації включає впровадження штучного інтелекту, машинного навчання, використання великих даних, хмарних обчислень та інноваційних цифрових інструментів і платформ. Освітні зміни торкаються передусім ролі викладача, який перетворюється з передавача знань на фасилітатора, та передбачають персоналізацію навчання, розвиток цифрових компетентностей учасників освітнього процесу [3].

Стратегічними цілями цифрової трансформації є підготовка конкурентоспроможних професіоналів, адаптація освіти до вимог Індустрії 4.0, створення гнучкого та інклюзивного освітнього середовища, забезпечення неперервного навчання. Важливим соціальним виміром є подолання цифрового розриву, формування цифрової культури та створення нових освітніх можливостей [3].

Цифрова трансформація освіти – це не просто технічне оновлення, а фундаментальна зміна парадигми освіти, спрямована на підготовку людини до життя в цифровому суспільстві. Вона охоплює розвиток навичок 21-го століття, таких як критичне мислення, креативність та здатність до співпраці, і має на меті зробити освіту більш динамічною, доступною та орієнтованою на індивідуальні потреби кожного студента [3].

На думку С. Сисоевої, сучасні цифрові технології створюють особливе освітнє середовище, яке не просто слугує інструментом навчання, а за його допомогою відкриваються широкі можливості для персоналізованої та безперервної освіти. Це дозволяє навчатися у зручний час, формувати індивідуальну траєкторію розвитку та перетворювати студентів із пасивних споживачів контенту на його активних творців. Метою такої цифровізації є підготовка конкурентоспроможних фахівців, які вільно володіють сучасними технологіями та здатні постійно вдосконалювати свої навички за допомогою цифрових інструментів [25].

Як зазначає В. Ю. Биков, цифровізація освіти представляє собою сучасний етап розвитку інформатизації освітньої галузі, її сутність полягає у комплексному насиченні освітнього

середовища електронно-цифровими пристроями, засобами та системами, а також налагодженні електронно-комунікаційного обміну між ними [2]. Разом з цим цифровізація не просто додає технічні інструменти до традиційного навчання, а принципово трансформує освітній процес, створюючи нові можливості для взаємодії, отримання знань та розвитку компетентностей в умовах цифрового суспільства.

Автор зазначає, що для успішної цифровізації освіти в Україні необхідно виконати низку важливих стратегічних завдань. Першочергової уваги потребує розроблення та впровадження чітких стандартів цифрових компетентностей для всіх учасників освітнього процесу. Паралельно з цим має відбуватися розбудова сучасної технологічної інфраструктури закладів освіти, яка забезпечить технічну можливість впровадження цифрових інновацій. Важливим компонентом є системне підвищення цифрової грамотності педагогічних працівників, оскільки саме вони є ключовими провідниками цифрових змін в освіті. Необхідно також зосередити зусилля на створенні якісних електронних освітніх ресурсів, які відповідатимуть сучасним освітнім потребам. Разом з цим всі ці процеси мають відбуватися із забезпеченням належного рівня інформаційної безпеки, захисту персональних даних та кібербезпеки освітнього середовища в цілому [2].

Окрім того, Биков В.Ю. виокремив основні напрямки розвитку цифровізації освіти (див. Рис. 2) [2].

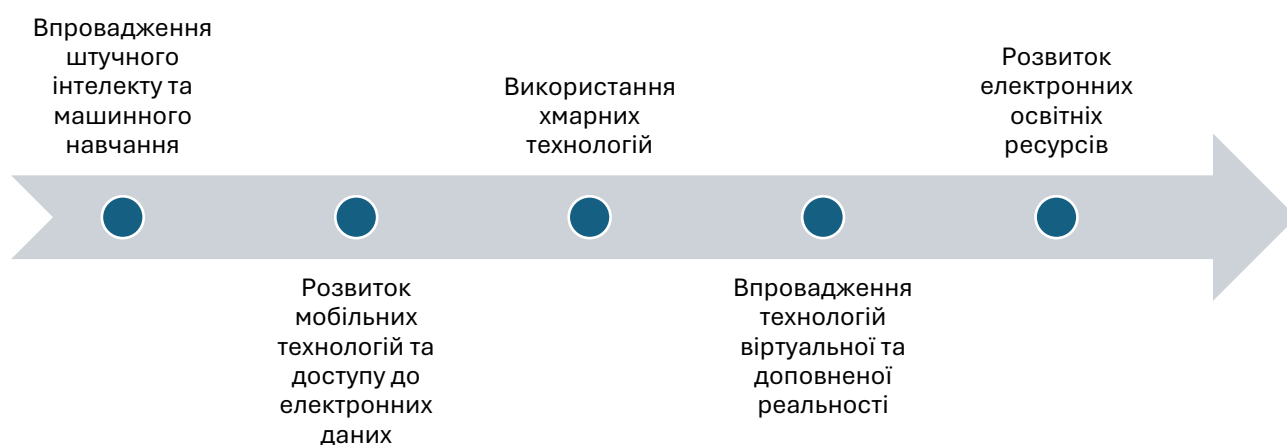


Рис. 2. Основні напрямки розвитку цифровізації освіти за В. Ю. Биковим [2].

Як зазначають Л. Браславська та Л. Озерова, розроблення методичного супроводу використання цифрових технологій є однією з обов'язкових умов цифровізації освіти [4]. Автори також узагальнюючи різні підходи, наводять структурні складові цифровізації освіти (див. Рис. 3) [4].



Рис. 3. Структурні складові цифровізації освіти за Браславською Л. та Озеровою Л. [4].

О. С. Дущенко вважає, що цифровізація освіти являє собою комплексний процес створення сучасного цифрового освітнього середовища шляхом впровадження електронно-цифрових пристроїв, засобів та систем у всі аспекти освітньої діяльності. Це включає не лише технічне оснащення закладів освіти, але й налагодження ефективної електронної комунікації між усіма учасниками освітнього процесу, використання цифрових технологій у навчанні та створення єдиного кіберфізичного освітнього простору [12]. Такий підхід передбачає поєднання традиційних форм навчання з інноваційними цифровими інструментами, що забезпечує персоналізоване та інтерактивне навчання, доступ до широкого спектру освітніх ресурсів та можливість дистанційної освіти. Разом з цим цифровізація спрямована на формування цифрових компетентностей як у викладачів, так і у здобувачів освіти, що є необхідною умовою їхньої успішної діяльності в сучасному цифровому суспільстві [12]. Також науковець наводить основні напрямки цифровізації (див. Рис. 4).

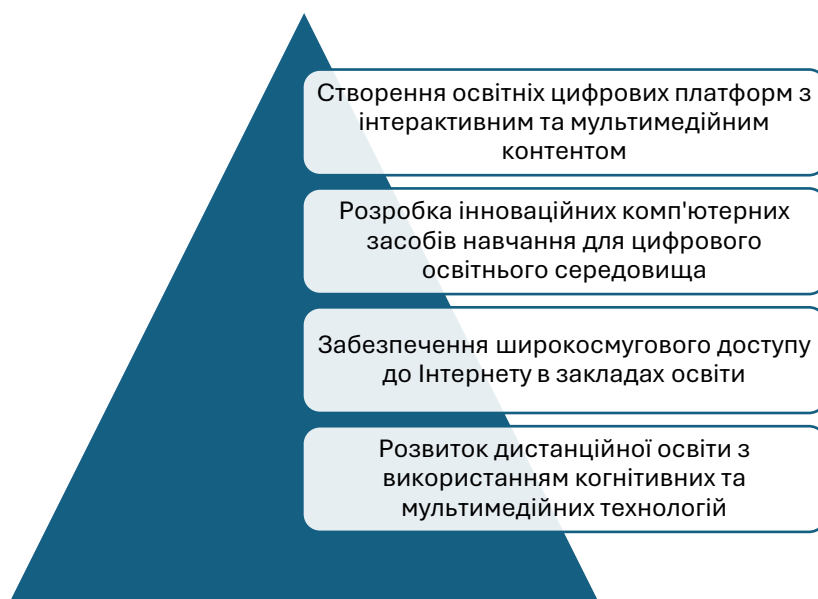


Рис. 4. Основні напрямки розвитку цифровізації освіти за О. С. Дущенко [12].

Згідно з [23], цифровізація освіти являє собою масштабну трансформацію всієї освітньої системи під впливом сучасних технологій. Це не просто впровадження комп'ютерів чи перехід на дистанційне навчання, а значно глибший процес, який охоплює всі аспекти освітньої діяльності. На думку автора, цифровізація передбачає повну інтеграцію цифрових інструментів як у навчальний процес, так і в адміністративну роботу навчальних закладів. Це включає використання електронних щоденників, створення цифрових навчальних матеріалів, впровадження методів інтерактивного навчання, налагодження електронної комунікації між усіма учасниками освітнього процесу [23].

Особливу увагу автор приділяє тому, що цифровізація освіти спрямована на підвищення якості та доступності навчання. Її використання дозволяє створити більш гнучку систему освіти, яка може адаптуватися під індивідуальні потреби кожного учня чи студента, враховуючи їхні особливості сприйняття матеріалу та темп навчання. Разом з цим цифрові технології розглядаються не як самоціль, а як інструмент для досягнення кращих освітніх результатів та підготовки молоді до життя в сучасному цифровому суспільстві [23].

Дослідник підкреслює, що цифровізація освіти – це невід'ємна частина загального процесу цифрової трансформації суспільства, використання якої дозволяє зробити освіту більш сучасною, ефективною та орієнтованою на практичне застосування знань в умовах цифрової економіки [23].

Впровадження цифрових технологій суттєво трансформує традиційний освітній процес, роблячи його більш ефективним та привабливим для сучасних здобувачів освіти. Використання цифрових інструментів дозволяє зробити навчання більш динамічним та інтерактивним, що природно підвищує інтерес учнів та студентів до навчального матеріалу.

Завдяки мультимедійним можливостям, складні концепції можна пояснювати через візуалізації та інтерактивні демонстрації, що значно покращує розуміння та засвоєння навчального матеріалу [23].

Важливим аспектом є також розширення освітніх можливостей – здобувачі освіти отримують доступ до величезної бази знань, що виходить за межі традиційної програми. Разом з цим використання сучасних технологій дозволяє створювати ефективне середовище для комунікації між усіма учасниками освітнього процесу, роблячи взаємодію більш оперативною та продуктивною [23].

Цифровізація також значно спрощує організаційні аспекти навчання. Викладачі звільняються від рутинної паперової роботи, маючи більше часу для творчої та методичної діяльності. А можливість дистанційного навчання робить освіту більш гнучкою та доступною, дозволяючи кожному обирати зручний час та темп для опанування матеріалу. Таким чином, цифрові технології не просто модернізують освітній процес, а створюють нову освітню реальність, яка краще відповідає потребам та очікуванням сучасного суспільства [23].

Цифровізація освіти, згідно з [13], представляє собою масштабний процес трансформації всієї освітньої системи через впровадження сучасних цифрових технологій. Це не просто технічне оснащення навчальних закладів чи перехід до онлайн-навчання, а комплексна зміна самого підходу до організації освітнього процесу. Як стверджують автори, у центрі цієї трансформації знаходяться цифрові платформи, використання яких дозволяє створювати єдине освітнє середовище, де студенти та викладачі можуть взаємодіяти, обмінюватися даними, проводити заняття та оцінювати знання [13]. Таким чином, дослідники підсумували, що цифровізація освіти виступає як комплексний процес модернізації освітньої системи, спрямований на підвищення якості та доступності освіти через використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій [13].

На основі аналізу роботи [10] можна зробити висновок, що автори розуміють цифровізацію освіти як комплексний процес трансформації всієї освітньої системи. Це явище включає не лише технічне впровадження цифрових технологій та інструментів в освітній процес, як-от оснащення закладів якісним програмним забезпеченням та інформаційними системами для доступу до освітніх ресурсів, але й значно глибші зміни [10].

Цифровізація освіти, на думку авторів, призводить до фундаментальних змін у структурі навчання та організації освітнього процесу. Змінюється роль викладача, який тепер не просто пояснює матеріал, а допомагає студентам орієнтуватися в інформаційному просторі та розуміти знайдені відомості. Трансформуються методи комунікації між усіма учасниками освітнього процесу [10].

Важливим аспектом цифровізації є створення нового освітнього середовища, яке інтегрує формальне та неформальне навчання, розвиває онлайн-освіту та формує віртуальний освітній простір. Автори підкреслюють, що цифровізація освіти – це крок у майбутнє, який змінює не лише зміст освітніх курсів, але й способи подання даних [10].

Особливу увагу автори приділяють соціальному аспекту цифровізації, розглядаючи її як нову соціальну ситуацію, що створює явища "цифрового розриву", "цифрового громадянства" та "цифрової соціалізації". Разом з цим вони наголошують на необхідності збалансованого підходу до цифровізації, враховуючи як її переваги для модернізації освіти, так і потенційні ризики та недоліки цього процесу для системи освіти та її учасників [10].

Інша група науковців розуміє цифровізацію освіти як комплексну трансформацію освітньої системи, що відбувається в умовах формування інформаційного суспільства та цифрового простору [14]. На думку авторів, цифровізація освіти передбачає впровадження цифрових технологій та інструментів, включаючи оснащення закладів освіти якісним програмним забезпеченням, створення онлайн-платформ та електронних освітніх ресурсів, забезпечення широкосмугового доступу до мережі Інтернет та використання систем управління навчанням. Суттєвих змін зазнають ролі учасників освітнього процесу. Роль викладача трансформується від простого передавача знань до фасилітатора навчання, що вимагає розвитку цифрових компетентностей як педагогів, так і здобувачів освіти, а також

впровадження нових форм комунікації між ними [14].

Автори підкреслюють, що цифровізація освіти є відповіддю на сучасні виклики, зокрема пандемію COVID-19 та війну. Вона створює нові можливості для навчання та розвитку, але водночас несе певні ризики, такі як зниження якості усного мовлення та брак реального спілкування. Тому процес цифровізації потребує системного підходу та належного науково-методичного супроводу [14].

Також існує інший підхід, де науковці розуміють цифровізацію освіти як комплексний стратегічний процес трансформації освітньої системи, який має кілька ключових аспектів: по-перше, це насичення фізичного освітнього простору електронно-цифровими пристроями, засобами, системами та налагодження електронно-комунікаційного обміну між ними, що створює кіберфізичний простір; по-друге, це зміна парадигми освітнього процесу, що робить його більш гнучким, мобільним та пристосованим до сучасних реалій. Завдяки цьому освітній процес стає персоналізованим та диференційованим, відкриває нові можливості для навчання в будь-який зручний час, забезпечує безперервну освіту та можливість проєктувати індивідуальні освітні маршрути; по-третє, це стратегічна мета, досягнення якої передбачає реалізацію трьох основних завдань: стимулювання процесів проникнення технологій у програми навчання; поглинання цифрових технологій системою освіти та адаптація традиційних методик навчання; інтенсифікація практичного використання технологій в освіті [21].

Автори підкреслюють, що цифровізація суттєво впливає на всі компоненти освітнього процесу – зміст освіти, методи, засоби та технології навчання, організаційні форми навчання й управління навчально-пізнавальною діяльністю. Разом з цим цифровізація розглядається не просто як інструмент, а як середовище існування, що забезпечує формування конкурентоспроможних професіоналів [21].

Г. В. Лиходєєва, І. М. Діордіца, П. В. Катеринич розуміють цифровізацію освіти як комплексне явище, що функціонує як кореляційна константа у двох основних вимірах [17]. Разом з цим вони розглядають це в кількох вимірах. У практично-орієнтованому вимірі використання цифровізації освіти забезпечує ефективність освітнього процесу через впровадження цифрових технологій, систематизацію цифрових навичок, які набуваються в повсякденному житті, оптимізацію механізмів управління освітнім середовищем на різних рівнях та формування структурованого рівня цифрової грамотності. У теоретико-світоглядному вимірі цифровізація зумовлює зміну парадигми освітнього простору від традиційної сталості до формату динамічності, сприяє формуванню цифрової культури суспільства, забезпечує розвиток цифрових компетентностей як фундаментальних якостей та створює умови для синергетичної взаємодії між освітою, наукою та іншими сферами суспільного життя [17].

Автори підкреслюють, що цифровізація освіти є не просто технічним впровадженням цифрових технологій, а фундаментальним стратегічним механізмом, який сприяє формуванню цифрового суспільства, забезпечує системні трансформації в освіті, створює нові можливості для навчання та розвитку, виступає актуальним механізмом реалізації ідей суспільного прогресу. Таким чином, цифровізація розглядається як інструмент, що забезпечує не лише покращення освітнього процесу, але й формування цифрової грамотності на рівні глобального цивілізаційного виміру для подальшого розвитку суспільства. Це комплексний процес, який інтегрує освітні, технологічні та соціокультурні аспекти для досягнення якісно нового рівня освіти, що відповідає вимогам сучасного цифрового світу [17].

І. В. Кучерак розуміє цифровізацію освіти як комплексний процес трансформації освітнього простору, який має кілька ключових аспектів. По-перше, це не просто поверхневе впровадження цифрових технологій для оцінювання знань чи візуалізації навчального матеріалу, а глибинна трансформація всієї системи освіти. Використання цієї трансформації передбачає впровадження нової освітньої парадигми та побудову навчального процесу у кросплатформовому форматі з використанням новітніх методик. По-друге, цифровізація розглядається як механізм для підвищення ефективності та конкурентоспроможності освіти.

Вона створює умови для розвитку умінь навчатися самостійно, формування мобільності особистості, посилення мотивації до самоосвіти, забезпечення персоналізованого навчання та побудови індивідуальної освітньої траєкторії. По-третє, цифровізація передбачає принципово новий формат освітнього середовища, в основі якого цифрові технології, що забезпечують зручні та доступні сервіси для підвищення конкурентоспроможності, більш ефективної взаємодії учасників навчального процесу, підвищення його прозорості, розвитку цифрових навичок [16].

Важливо відзначити, що автор наголошує – цифровізація не є самоціллю, а лише інструментом, що створює переваги та надає до них простий доступ. Це зміна парадигми того, як ми міркуємо, які інструменти обираємо для дій, яким стратегіям надаємо перевагу у спілкуванні один з одним та із зовнішнім середовищем. Таким чином, цифровізація освіти розглядається як комплексний стратегічний процес, спрямований на модернізацію освітнього середовища та формування необхідних компетентностей для успішного функціонування в сучасному цифровому суспільстві [16].

На основі аналізу всіх наведених трактувань можна сформулювати таке узагальнене визначення, *цифровізація освіти* – це комплексний стратегічний процес трансформації освітньої системи, використання якого передбачає не лише технічне насичення освітнього середовища електронно-цифровими пристроями, засобами та системами, але й фундаментальну зміну освітньої парадигми. Цей процес включає створення єдиного кіберфізичного освітнього простору, впровадження нових методик та технологій навчання, зміну ролей учасників освітнього процесу, забезпечення персоналізації та гнучкості навчання. Цифровізація освіти спрямована на підвищення ефективності та доступності освіти через інтеграцію цифрових технологій у всі аспекти освітньої діяльності, формування цифрових компетентностей учасників освітнього процесу та створення умов для їх успішного функціонування в сучасному цифровому суспільстві. Разом з цим цифровізація виступає як інструмент системної модернізації освіти, використання якої забезпечує її синергетичну взаємодію з іншими сферами суспільного життя та відповідає викликам сучасності.

Перейдемо до наступного поняття. Як вказано в [9], цифрові освітні ресурси – це електронні інформаційні об'єкти, створені за допомогою цифрових технологій, призначені для освітньої діяльності. Вони зберігаються і передаються в цифровій формі, можуть бути представлені на різних носіях або розміщені в комп'ютерних мережах. Основне функціональне призначення цих ресурсів – підтримка навчальної, наукової та управлінської діяльності, інформаційне забезпечення освітніх систем та формування предметно-інформаційного освітнього середовища. До них належать навчальні, наукові, інформаційні та довідкові матеріали, які можуть включати документи, інструкції, процесуальні моделі [9].

Специфічними властивостями цифрових освітніх ресурсів є їх здатність відтворюватися за допомогою електронних цифрових технічних засобів, забезпечення інтерактивності та підтримка різних каналів сприйняття навчальних матеріалів. Ключова особливість полягає в спрямованості на ефективну організацію освітнього процесу через якісні навчально-методичні матеріали [26]. Як стверджують автори, такі ресурси є гнучким інструментом, використання якого дозволяє урізноманітнити освітній процес, зробити його більш динамічним, персоналізованим та орієнтованим на індивідуальні потреби учасників освітнього процесу [9].

Узагальнюючи, наведемо характеристики, яким мають відповідати цифрові освітні ресурси [9] (див. Рис. 5).

Інші науковці, вважають, що цифрові освітні ресурси розглядаються як широкий спектр електронних засобів і програмного забезпечення, призначених для підтримки та вдосконалення освітнього процесу. Вони мають комплексне функціональне призначення, включаючи покращення процесу навчання, забезпечення доступу до знань, підтримку комунікації між учасниками освітнього процесу, створення електронних документів, організацію онлайн-заходів та інформування про навчальний прогрес [6]. Змістовне наповнення цифрових освітніх ресурсів надзвичайно різноманітне: від електронних навчальних матеріалів та текстового контенту до графічних, мультимедійних і динамічних

елементів. Вони можуть включати симуляції, відео- та аудіоматеріали, а також забезпечувати реальне, віртуальне та доповнене навчальне середовище. Ключовими властивостями цифрових освітніх ресурсів є легка адаптація, можливість постійного оновлення, підтримка індивідуальних освітніх траєкторій, забезпечення інтерактивності та сприяння особистісному розвитку. Вони розглядаються як інструмент модернізації освіти, що допомагає зробити навчальний процес більш гнучким, доступним та орієнтованим на індивідуальні потреби учасників [6].

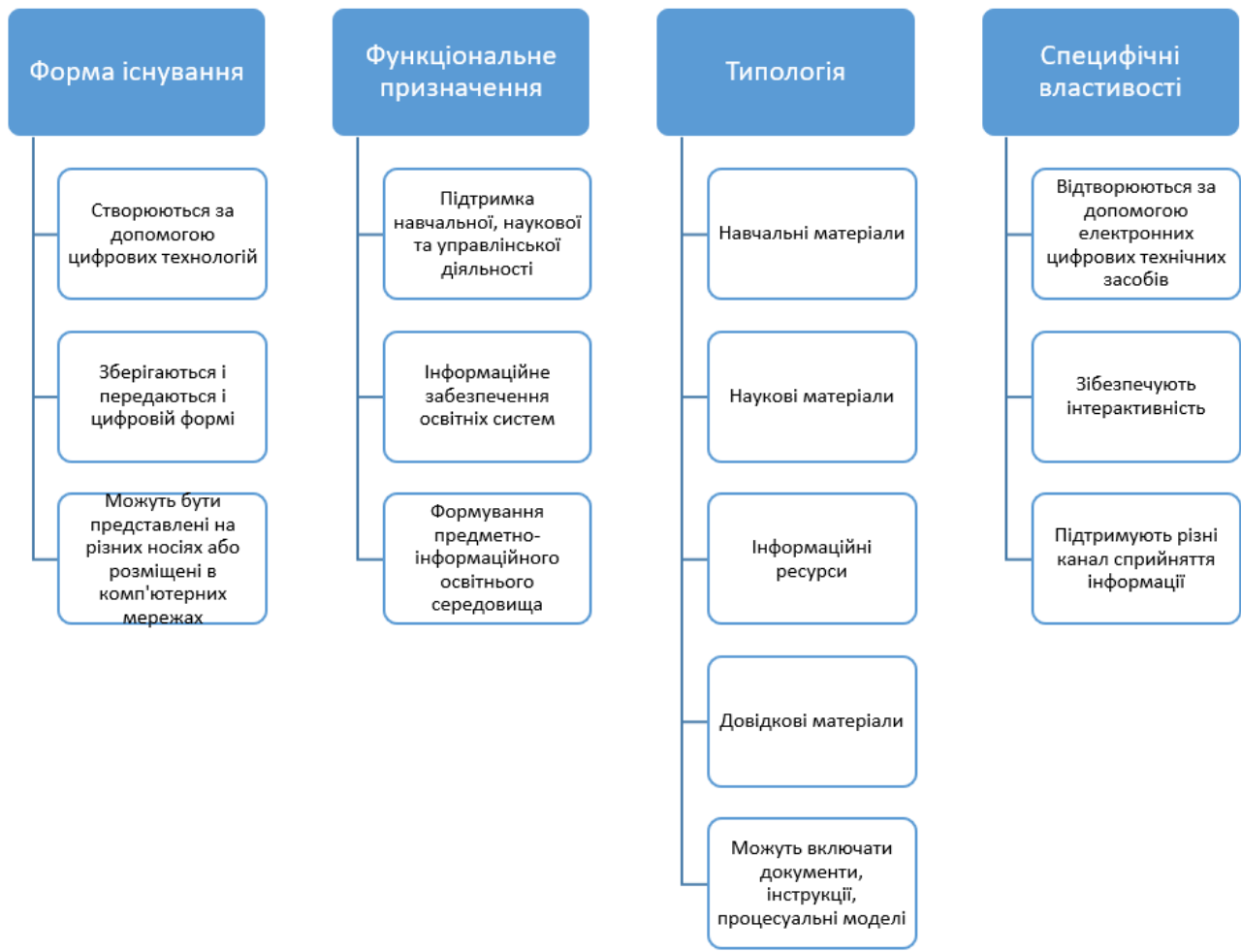


Рис. 5. Характеристики, яким мають відповідати цифрові освітні ресурси [9].

1. Функціональне призначення:	2. Змістове наповнення:	3. Ключові властивості:
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Покращення процесу навчання</li> <li>•Забезпечення доступу до знань</li> <li>•Підтримка комунікації між учасниками освітнього процесу</li> <li>•Створення електронних документів</li> <li>•Організація онлайн-заходів</li> <li>•Інформування про навчальний прогрес</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Електронні навчальні матеріали</li> <li>•Текстові, графічні та мультимедійні елементи</li> <li>•Інтерактивний контент</li> <li>•Симуляції</li> <li>•Відео- та аудіоматеріали</li> <li>•Реальне, віртуальне та доповнене навчальне середовище</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Легка адаптація</li> <li>•Можливість оновлення</li> <li>•Підтримка індивідуальних освітніх траєкторій</li> <li>•Забезпечення інтерактивності</li> <li>•Сприяння особистісному розвитку</li> </ul>

Рис. 6. Характеристики, яким мають відповідати цифрові освітні ресурси [6].

Цифрові освітні ресурси – це навчальні та наукові ресурси, які існують у цифровому форматі та знаходяться у відкритому доступі. Вони призначені для забезпечення доступу до навчальних матеріалів, підтримки освітнього процесу та створення додаткових освітніх можливостей. Ключовою особливістю цифрових освітніх ресурсів є їх гнучкість та орієнтація на індивідуальні потреби учасників. Їх використання дозволяє самостійно обирати темп та траєкторію навчання, забезпечують можливість отримання сертифікатів та підтримують комунікацію між учасниками освітнього процесу [24]. Основні характеристики цифрових освітніх ресурсів наведені на рис. 6 [6].

Узагальнюючи усі наявні підходи, під *цифровими освітніми ресурсами* будемо розуміти електронні інформаційні об'єкти, створені за допомогою цифрових технологій та призначені для підтримки та вдосконалення освітньої діяльності. Це можуть бути електронні підручники, навчальні курси, відео-лекції, динамічні завдання, симуляції, мультимедійні презентації, довідкові та методичні матеріали. Основне функціональне призначення таких ресурсів полягає в забезпеченні доступу до навчальних матеріалів, підтримці навчальної, наукової та управлінської діяльності, формуванні предметно-інформаційного освітнього середовища. Вони характеризуються особливостями до відтворення електронними технічними засобами, забезпеченням інтерактивності та підтримкою різних каналів сприйняття даних.

Цифрові освітні ресурси виступають інструментом модернізації освіти, що трансформує традиційні підходи до навчання, роблячи його більш динамічним, доступним та орієнтованим на індивідуальні потреби та можливості кожного учасника освітнього процесу.

З врахуванням, що розглядається економіко-управлінська підготовка майбутніх магістрів галузі інформаційних технологій, уточнимо й такі поняття як економіко-управлінська підготовка, майбутні магістрів галузі інформаційних технологій, цифрові освітні ресурси економіко-управлінської підготовки майбутніх магістрів галузі інформаційних технологій.

Отож, під *економіко-управлінською підготовкою* розуміємо комплексний освітній процес формування у майбутніх фахівців системи інтегрованих економічних знань, управлінських компетентностей та навичок прийняття ефективних рішень у сфері інформаційних технологій, що включає опанування теоретичних основ економічної та управлінської діяльності, вивчення специфіки управління IT-проектами, розвиток здатності до стратегічного планування, аналізу ринкових тенденцій, оцінювання економічної ефективності технологічних рішень та управління людськими ресурсами в умовах цифрової економіки.

Під *майбутніми магістрами галузі інформаційних технологій* розуміємо висококваліфікованих фахівців, які здобувають професійну підготовку в магістратурі за спеціальностями галузі інформаційних технологій, спроможні розв'язувати складні науково-дослідницькі, інноваційні та управлінські завдання у сфері розроблення, впровадження та супроводження інформаційних технологій, володіють фундаментальними теоретичними знаннями та практичними навичками в галузі комп'ютерних наук, здатні до безперервного професійного розвитку та адаптації до динамічних змін сучасного цифрового середовища.

Узагальнюючи усе вищенаведене, під *цифровими освітніми ресурсами економіко-управлінської підготовки майбутніх магістрів галузі інформаційних технологій* розуміємо спеціалізовані інформаційно-освітні матеріали, створені з використанням цифрових технологій, призначені для формування економічних та управлінських компетентностей майбутніх магістрів IT-галузі. Такі ресурси мають інтегрований характер, поєднуючи контент з економіки, менеджменту, проектного управління та інформаційних технологій, забезпечують інтерактивне та персоналізоване навчання через мультимедійні курси, симуляції бізнес-процесів, кейси з управління IT-проектами, віртуальні тренажери прийняття управлінських рішень, онлайн-моделювання економічних сценаріїв та інші інноваційні форми цифрового навчального контенту, орієнтовані на розвиток практичних навичок управління в технологічному середовищі.

**Висновки.** У процесі дослідження було здійснено комплексний аналіз процесів цифрової трансформації освіти, особливостей цифрових освітніх ресурсів та їх ролі в економіко-управлінській підготовці майбутніх магістрів галузі інформаційних технологій.

Цифрова трансформація освіти визначена як фундаментальний стратегічний процес, що виходить за межі простого технічного оснащення освітнього середовища. Головною метою цього процесу є підвищення ефективності та доступності освіти шляхом глибокої інтеграції цифрових технологій в усі аспекти освітньої діяльності.

Цифрові освітні ресурси розглядаються як інноваційні електронні інформаційно-освітні матеріали, що забезпечують персоналізоване, інтерактивне навчання та підтримують різноманітні канали сприйняття даних. Вони мають гнучку структуру та орієнтовані на індивідуальні потреби учасників освітнього процесу.

Економіко-управлінська підготовка майбутніх магістрів ІТ-галузі постає як комплексний освітній процес формування інтегрованих економічних знань, управлінських компетентностей та навичок прийняття ефективних рішень у сфері інформаційних технологій.

Дослідження показало, що цифрові освітні ресурси для економіко-управлінської підготовки мають об'єднувати контент з економіки, менеджменту, проектного управління та інформаційних технологій. Вони включають різноманітні інструменти: мультимедійні курси, симуляції бізнес-процесів, кейси з управління ІТ-проектами, віртуальні тренажери прийняття управлінських рішень.

Впровадження цифрових технологій у вищу освіту спричиняє суттєву трансформацію освітніх моделей. Змінюється роль викладача – від традиційного передавача знань до фасилітатора, який допомагає студентам орієнтуватися в інформаційному просторі та розвивати критичне мислення.

Основними напрямками цифровізації освіти визначено створення єдиного кіберфізичного освітнього простору, впровадження інноваційних методик навчання, формування цифрових компетентностей, забезпечення неперервної освіти та подолання цифрового розриву.

Успішна реалізація процесів цифровізації потребує системного підходу, зокрема розроблення стандартів цифрових компетентностей, розбудови сучасної технологічної інфраструктури, підвищення цифрової грамотності педагогічних працівників, створення якісних електронних освітніх ресурсів та забезпечення інформаційної безпеки.

Цифрові освітні ресурси розглядаються як потужний інструмент модернізації освіти, що трансформує традиційні підходи до навчання, роблячи його більш динамічним, доступним та орієнтованим на індивідуальні освітні траєкторії.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням методичного забезпечення впровадження цифрових освітніх ресурсів у підготовку майбутніх магістрів ІТ-галузі, удосконаленням методик економіко-управлінської підготовки з використанням інноваційних цифрових технологій.

### Список використаних джерел:

- [1] Бабійчук І., Косовець О., Соє О. Огляд дефініцій понять «цифрові технології» та «інформаційне освітнє середовище». Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського, 1(132), 2022. С. 13-18. DOI: <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2022.1.1>
- [2] Биков В.Ю. Цифрова трансформація суспільства і розвиток комп'ютерно-технологічної платформи освіти і науки України. Матеріали методологічного семінару НАПН України «Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку». 4 квітня 2019 р. / За ред. В.Г. Кременя, О.І. Ляшенка. К, 2019. С.20-26.
- [3] Бохонько Є. О., Шелевер О. В., Дерєка К. О. Цифрова трансформація освіти 4.0: викладання та навчання в епоху цифрових технологій. Інноваційна педагогіка, 60, 2023. С. 219-222. URL: <http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2023/60/45.pdf>
- [4] Браславська О., Озерова Л. Цифровізація освіти: данина часу чи потреба сучасного суспільства. Збірник наукових праць «Проблеми підготовки сучасного вчителя». Вип. 1 (29), 2024. С. 74-82. DOI: 10.31499/2307-4914.1(29).2024.305098
- [5] Вакалюк Т. А. Основні характеристики хмаро орієнтованого навчального середовища для підготовки бакалаврів інформатики. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. Київ, 2017. № 19 (26). С. 154-157.
- [6] Віротченко С. А. Цифрові освітні ресурси: порівняльний аналіз концепцій в Україні та балтійських країнах. Педагогічні науки: теорія та практика, 2, 2024. С. 130-135. DOI: <https://doi.org/10.26661/2786-5622-2024-2-20>.

- [7] Воронова Н. Цифрові освітні ресурси в теорії і практиці сучасної зарубіжної освіти. Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти. 2019. № 9. С. 37-47. DOI: 10.31865/2414-9292.9.2019.174534
- [8] Генсерук Г. Р., Бойко М. М. Цифрові технології як засіб підвищення якості освітнього процесу закладу вищої освіти. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи, 5, 2020. С. 110-111. URL: [http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15380/1/37\\_Henserk\\_Boiko.pdf](http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15380/1/37_Henserk_Boiko.pdf)
- [9] Гринько В. О. Проектування цифрових освітніх ресурсів засобами цифрових технологій. Витоки педагогічної майстерності, 22, 2018. С. 58-62. DOI: <https://doi.org/10.33989/2075-146x.2018.22.185010>
- [10] Демянчук М., Боднарук І. Цифровізація освіти як вектор підготовки фахівців XXI століття. Viae Educationis: Studies of Education and Didactics, 1(4), 2022. С. 74-81. DOI: <https://doi.org/10.15804/ve.2022.04.09>
- [11] Дробін А. А. Класифікація цифрових освітніх ресурсів як засіб уточнення їх практичного цільового призначення. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2021. № 201. С. 77-81. DOI: 10.36550/2415-7988-2021-1-201-77-81
- [12] Дущенко О.С. Сучасний стан цифрової трансформації освіти. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 2(28). С. 40-45. DOI: 10.31110/2413-1571-2021-028-2-007
- [13] Железнякова Е. Ю., Зміївська І. В. Цифрова платформа як інструмент цифровізації освіти. Бізнесінформ. №3, 2024. С. 129-135. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-3-129-135>
- [14] Корнят, В. С., Романишин, Ю. Л., Голярдик, Н. А. Цифровізація освіти України: перспективи та ризики сьогодення. Інноваційна педагогіка, 53(1), 2022. С. 155-159. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2022/53.1.30>
- [15] Куцак Л. В., Крамаренко І. С., Сірик Е. П. Цифрові освітні ресурси у професійній діяльності сучасних педагогів в реаліях масштабної військової агресії. Академічні візії. 2023. № 20. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/411> (дата звернення: 10.11.2024)
- [16] Кучерак І. В. Цифровізація та її вплив на освітній простір у контексті формування ключових компетентностей. Інноваційна педагогіка, 22(2), 2020. С. 91-94. DOI: <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2020/22-2.20>
- [17] Лиходєєва Г. В., Діордіца І. М., Катеринич П. В. Цифровізація освіти як запорука суспільного прогресу в умовах трансформаційних змін суспільства. Академічні візії, 16, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7687558>
- [18] Манойленко Н., Кононенко С., Крамаренко Н. Цифровізація освітнього процесу в умовах дистанційного навчання в закладах вищої освіти. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2021. № 201. С. 108-112. DOI: 10.36550/2415-7988-2021-1-201-108-112
- [19] Ніколаєску І., Шинкарьова В. Цифровізація освіти як сучасна вимога інформаційного суспільства. Перспективи та інновації науки. (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»). №2 (7), 2022. С. 914-923. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-2\(7\)-914-923](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-2(7)-914-923)
- [20] Павлиш Т., Басараб В., Терещенко О., Рогів М. Цифровізація освітнього процесу в закладах вищої освіти в умовах воєнного стану. Освітні обрії. Том 56 № 1, 2023. С. 106-109. DOI: <https://doi.org/10.15330/obrii.56.1.106-109>
- [21] Пріма Р., Гончарук О., Пріма Д., Рославець Р. Цифровізація освіти – тренд, стратегія й виклик часу. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, 3(127), 2023. С. 183-191. DOI: <https://doi.org/10.24139/2312-5993/2023.03/183-191>
- [22] Пушишева В. Використання цифрових технологій при викладанні дисциплін у вищій школі в умовах війни. Здоров'я і суспільство в умовах війни : зб. наук. статей. Кропивницький, 2022. С. 337-426. URL: <http://vmurof.kr.ua/wp-content/uploads/2022.pdf> (дата звернення: 10.11.2024)
- [23] Сафонов Ю., Коротун О. Цифровізація освіти в Україні: технології та методики навчання. Трансформаційна економіка, 2 (07), 2024. С. 89-94. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-8141/2024-7-15>
- [24] Семеніхіна, О. В., Юрченко, А. О., Сбруєва, А. А., Кузьмінський, А. І., Кучай, О. В., Біда, О. А. Відкриті цифрові освітні ресурси у галузі ІТ: кількісний аналіз. Інформаційні технології і засоби навчання, 75(1), 2020. С. 331-348. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.3114>
- [25] Сисоєва С. Цифровізація освіти: педагогічні пріоритети. URL: [https://naps.gov.ua/ua/press/about\\_us/2545](https://naps.gov.ua/ua/press/about_us/2545)
- [26] Ткачов А., Ткачова Н., Щєбликіна Т. Авторська модель організації самостійної навчальної діяльності здобувачів вищої педагогічної освіти на основі використання цифрових технологій. Теорія та методика навчання та виховання. 2020. № 49. С. 113-127. URL: <http://journals.hnpu.edu.ua/index.php/methodics/article/view/3365/3425> (дата звернення: 10.11.2024).

## **DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCES FOR ECONOMIC AND MANAGERIAL TRAINING OF FUTURE MASTERS IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGY: TERMINOLOGICAL APPARATUS OF THE STUDY**

*Dmytro Antonyuk, Tetiana Vakaliuk*

**Abstract.** The digital transformation of education is a key area of research in modern pedagogical science due to profound technological changes in society and the need to modernize educational systems. The article is devoted to a comprehensive analysis of the terminological apparatus of the study of digital educational

resources in the context of economic and managerial training of future masters in the field of information technology. The study reveals the essence of the basic concepts: digital technologies, digitalization of education, digital transformation of education, and digital educational resources. The scientific approaches of domestic and foreign researchers to understanding these categories are analyzed, and their comprehensive description is presented, taking into account current trends in the development of educational systems, particularly in the context of the requirements of Industry 4.0 and the digital economy. Particular attention is paid to the definition of digital educational resources for economic and managerial training for future masters in the IT industry. Their integrative nature is revealed, combining content from economics, management, project management, and information technology. It is substantiated that such resources, including multimedia courses, business process simulations, IT project management cases, and virtual decision-making simulators, are complex tools for forming professional competencies. The research methodology integrates theoretical methods, such as analysis, systematization, comparison, and synthesis of scientific sources. An interdisciplinary approach was applied, which allowed the integration of knowledge in pedagogy, economics, management and information technology. The study's results expand the scientific understanding of digital educational resources and their role in the professional training of future IT specialists and outline the prospects for further research in the digitalization of education.

**Keywords:** digital educational resources, economic and managerial training, IT industry, future masters.

### References (translated and transliterated)

- [1] Babiichuk, I., Kosovets, O., & Soia, O. (2022). Ohliad definitsii poniat "tsyfrovi tekhnolohii" ta "informatsiine osvitnie seredovyshe" [Review of definitions of "digital technologies" and "information educational environment"]. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, 1(132), 13-18, doi: <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2022.1.1>. (in Ukrainian)
- [2] Bykov, V. Yu. (2019). Tsyfrova transformatsiia suspilstva i rozvytok kompiuterno-tekhnolohichnoi platformy osvity i nauky Ukrainy [Digital transformation of society and development of the computer-technological platform of education and science of Ukraine]. In V. H. Kremen & O. I. Liashenko (Eds.), *Materialy metodolohichnoho seminaru NAPN Ukrainy "Informatsiino-tsyfrovyi osvittii prostir Ukrainy: transformatsiini protsesy i perspektyvy rozvytku"* (pp. 20-26). (in Ukrainian)
- [3] Bokhonko, Ye. O., Shelever, O. V., & Dereka, K. O. (2023). Tsyfrova transformatsiia osvity 4.0: vykladannia ta navchannia v epokhu tsyfrovyykh tekhnolohii [Digital transformation of education 4.0: teaching and learning in the era of digital technologies]. *Innovatsiina pedahohika*, 60, 219-222. [Online]. Available: <http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2023/60/45.pdf> (in Ukrainian)
- [4] Braslavskaya, O., & Ozerova, L. (2024). Tsyfrovizatsiia osvity: danyina chasu chy potreba suchasnoho suspilstva [Digitalization of education: a tribute to time or a need of modern society]. *Zbirnyk naukovyykh prats "Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia"*, 1(29), 74-82, doi: [https://doi.org/10.31499/2307-4914.1\(29\).2024.305098](https://doi.org/10.31499/2307-4914.1(29).2024.305098)
- [5] Vakaliuk, T. A. (2017). Osnovni kharakterystyky khmaro oriietovanoho navchalnoho seredovyshe dlia pidhotovky bakalavriiv informatyky [Main characteristics of cloud-oriented learning environment for training bachelors of computer science]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriiia №2. Kompiuterno-oriietovani systemy navchannia*, 19(26), 154-157. (in Ukrainian)
- [6] Virotenchenko, S. A. (2024). Tsyfrovi osvitni resursy: porivnialnyi analiz kontseptsii v Ukraini ta baltieskykh krainakh [Digital educational resources: a comparative analysis of concepts in Ukraine and Baltic countries]. *Pedahohichni nauky: teoriia ta praktyka*, 2, 130-135, doi: <https://doi.org/10.26661/2786-5622-2024-2-20> (in Ukrainian)
- [7] Voronova, N. (2019). Tsyfrovi osvitni resursy v teoriii i praktytsi suchasnoi zarubizhnoi osvity [Digital educational resources in theory and practice of modern foreign education]. *Profesionalizm pedahoha: teoretychni y metodychni aspekty*, 9, 37-47, doi: <https://doi.org/10.31865/2414-9292.9.2019.174534> (in Ukrainian)
- [8] Henserok, H. R., & Boiko, M. M. (2020). Tsyfrovi tekhnolohii yak zasib pidvyshchennia yakosti osvitnoho protsesu zakladu vyshchoi osvity [Digital technologies as a means of improving the quality of the educational process of a higher education institution]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia: dosvid, tendentsii, perspektyvy*, 5, 110-111. [Online]. Available: [http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15380/1/37\\_Henserok\\_Boiko.pdf](http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15380/1/37_Henserok_Boiko.pdf) (in Ukrainian)
- [9] Hrynko, V. O. (2018). Proektuvannia tsyfrovyykh osvitnikh resursiv zasobamy tsyfrovyykh tekhnolohii [Designing digital educational resources by means of digital technologies]. *Vytoky pedahohichnoi maisternosti*, 22, 58-62, doi: <https://doi.org/10.33989/2075-146x.2018.22.185010> (in Ukrainian)
- [10] Demianchuk, M., & Bodnaruk, I. (2022). Tsyfrovizatsiia osvity yak vektor pidhotovky fakhivtsiv XXI stolittia [Digitalization of education as a vector for training specialists of the 21st century]. *Viae Educationis: Studies of Education and Didactics*, 1(4), 74-81, doi: <https://doi.org/10.15804/ve.2022.04.09> (in Ukrainian)
- [11] Drobin, A. A. (2021). Kласyfikatsiia tsyfrovyykh osvitnikh resursiv yak zasib utochnennia yikh praktychnoho tsilovoho pryznachennia [Classification of digital educational resources as a means of clarifying their practical purpose]. *Naukovi zapysky. Seriiia: Pedahohichni nauky*, 201, 77-81, doi: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-201-77-81> (in Ukrainian)

- [12] Dushchenko, O. S. (2021). Suchasnyi stan tsyfrovoy transformatsii osvity [Current state of digital transformation of education]. *Fyzyko-matematychna osvita*, 2(28), 40-45, doi: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-028-2-007> (in Ukrainian)
- [13] Zhelezniakova, E. Yu., & Zmiyivska, I. V. (2024). Tsyfrova platforma yak instrument tsyfrovizatsii osvity [Digital platform as a tool for digitalization of education]. *Biznesinform*, 3, 129-135, doi: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-3-129-135> (in Ukrainian)
- [14] Kornat, V. S., Romanyshyn, Yu. L., & Holiardyk, N. A. (2022). Tsyfrovizatsiia osvity Ukrainy: perspektyvy ta ryzyky siohodennia [Digitalization of education in Ukraine: perspectives and risks of the present]. *Innovatsiina pedahohika*, 53(1), 155-159, doi: <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2022/53.1.30> (in Ukrainian)
- [15] Kutsak, L. V., Kramarenko, I. S., & Siryk, E. P. (2023). Tsyfrovii osvichni resursy u profesiinii diialnosti suchasnykh pedahohiv v realiiakh masshtabnoi viiskovoi ahresii [Digital educational resources in the professional activities of modern teachers in the realities of large-scale military aggression]. *Akademichni vizii*, 20. [Online]. Available: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/411> (in Ukrainian)
- [16] Kucherak, I. V. (2020). Tsyfrovizatsiia ta yii vplyv na osvitnii prostir u konteksti formuvannia kluchovykh kompetentnosti [Digitalization and its impact on the educational space in the context of forming key competencies]. *Innovatsiina pedahohika*, 22(2), 91-94, doi: <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2020/22-2.20> (in Ukrainian)
- [17] Lykhodyeyeva, H. V., Diorditsa, I. M., & Katerynych, P. V. (2023). Tsyfrovizatsiia osvity yak zaporuka suspilnoho prohresu v umovakh transformatsiinykh zmin suspilstva [Digitalization of education as a guarantee of social progress in the conditions of transformational changes in society]. *Akademichni vizii*, 16, doi: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7687558> (in Ukrainian)
- [18] Manoilenko, N., Kononenko, S., & Kramarenko, N. (2021). Tsyfrovizatsiia osvitnoho protsesu v umovakh dystantsiinoho navchannia v zakladakh vyshchoi osvity [Digitalization of the educational process in the conditions of distance learning in higher education institutions]. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedahohichni nauky*, 201, 108-112, doi: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-201-108-112> (in Ukrainian)
- [19] Nikolaiesku, I., & Shynkarova, V. (2022). Tsyfrovizatsiia osvity yak suchasna vymoha informatsiinoho suspilstva [Digitalization of education as a modern requirement of the information society]. *Perspektyvy ta innovatsii nauky (Series "Pedagogy", "Psychology", "Medicine")*, 2(7), 914-923, doi: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-2\(7\)-914-923](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-2(7)-914-923) (in Ukrainian)
- [20] Pavlysh, T., Basarab, V., Tereshchenko, O., & Rohiv, M. (2023). Tsyfrovizatsiia osvitnoho protsesu v zakladakh vyshchoi osvity v umovakh voiennoho stanu [Digitalization of the educational process in higher education institutions during martial law]. *Osvitni obrii*, 56(1), doi: <https://doi.org/10.15330/obrii.56.1.106-109> (in Ukrainian)
- [21] Prima, R., Honcharuk, O., Prima, D., & Roslavets, R. (2023). Tsyfrovizatsiia osvity -- trend, stratehiia y vyklyk chasu [Digitalization of education - trend, strategy and challenge of time]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii*, 3(127), 183-191, doi: <https://doi.org/10.24139/2312-5993/2023.03/183-191> (in Ukrainian)
- [22] Pupysheva, V. (2022). Vykorystannia tsyfrovyykh tekhnolohii pry vykladanni dystsyplin u vyshchii shkoli v umovakh viiny [Use of digital technologies in teaching disciplines in higher education during wartime]. In *Zdorovia i suspilstvo v umovakh viiny* (pp. 337-426). Kropyvnytskyi. [Online]. Available: <http://vmurol.kr.ua/wp-content/uploads/2022.pdf> (in Ukrainian)
- [23] Safonov, Yu., & Korotun, O. (2024). Tsyfrovizatsiia osvity v Ukraini: tekhnolohii ta metodyky navchannia [Digitalization of education in Ukraine: technologies and teaching methods]. *Transformatsiina ekonomika*, 2(07), 89-94, doi: <https://doi.org/10.32782/2786-8141/2024-7-15> (in Ukrainian)
- [24] Semenikhina, O. V., Yurchenko, A. O., Sbruieva, A. A., Kuzminskyi, A. I., Kuchai, O. V., & Bida, O. A. (2020). Vidkryti tsyfrovii osvichni resursy u haluzi IT: kilkisnyi analiz [Open digital educational resources in IT: quantitative analysis]. *Information Technologies and Learning Tools*, 75(1), 331-348. <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.3114> (in Ukrainian)
- [25] Sysoyeva, S. (n.d.). Tsyfrovizatsiia osvity: pedahohichni priorytety [Digitalization of education: pedagogical priorities]. [Online]. Available: [https://naps.gov.ua/ua/press/about\\_us/2545](https://naps.gov.ua/ua/press/about_us/2545) (in Ukrainian)
- [26] Tkachov, A., Tkachova, N., & Shechelykina, T. (2020). Avtorska model orhanizatsii samostiinoi navchalnoi diialnosti zdobuvachiv vyshchoi pedahohichnoi osvity na osnovi vykorystannia tsyfrovyykh tekhnolohii [Author's model of organizing independent learning activities of higher pedagogical education seekers based on the use of digital technologies]. *Teoriia ta metodyka navchannia ta vykhovannia*, 49, 113-127. [Online]. Available: <http://journals.hnpu.edu.ua/index.php/methodics/article/view/3365/3425> (in Ukrainian)

## КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Анотація.** У статті досліджуються концептуальні засади стосовно технічної підготовки фахівців комп'ютерних наук в контексті стрімкого розвитку новітніх інформаційних технологій. У зв'язку з адаптацією освітніх програм до потреб ринку праці, значущість теми обумовлена збільшенням попиту на ІТ-фахівців, спроможних працювати з технологіями, на кшталт ШІ, машинного навчання та хмарних обчислень. Метою статті є розробка рекомендацій щодо модернізації програм із комп'ютерних наук через інтегрування ШІ та інноваційних методів навчання. У своїй сутності, всеосяжний підхід складає основу методології при здійсненні дослідження концептуальних засад технічної підготовки фахівців з комп'ютерних наук в рамках нинішніх інформаційних технологій. Зазначений підхід передбачає аналіз існуючих освітніх програм разом із запровадженням прогресивних технологій, на кшталт штучного інтелекту (ШІ). Він також передбачає оцінювання їхньої дієвості. Сучасні тенденції в освіті, як-от онлайн-курси, віртуальна реальність і гейміфікація, разом із викликами цифрової нерівності й етичні аспекти ШІ, проаналізовано у роботі. Застосування ШІ-аналітики та колаборація з ІТ-індустрією презентує методологію для оцінювання дієвості освітніх програм. За допомогою проєктної діяльності й інтерактивних методів навчання особливу увагу приділено розвитку практичних навичок у здобувачів освіти. Інтегрування ШІ в освітню сферу надає позитивні результати. Це, як засвідчують відповідні дослідження, реально сприяє підсиленню конкурентоспроможності випускників. Подальші наукові перспективи охоплюють вивчення міри ефективності адаптивних навчальних платформ та аналіз ступеня впливу квантових обчислень на професійну підготовку фахівців. Не менш вагомою є розробка стратегій щодо нівелювання цифрового розриву в освітній сфері. Дослідження наголошує на важливості впровадження новітніх технологій в освітній процес, додаючи нові знання до наявних у царині підготовки фахівців із комп'ютерних наук.

**Ключові слова:** концепції, штучний інтелект, комп'ютерні науки, інформаційні технології, освітні програми, практичні навички, інноваційні методи навчання.

**Вступ.** У сучасному світі інформаційні технології (ІТ) мають вирішальне значення для прогресу різних секторів суспільства та економіки. Ліквідність цифрового контенту забезпечує високу оплату праці, відносно низьку інфляцію цін для споживачів, легкий для налагодження експорт та видатні інновації [1]. Зокрема, навчальний напрям «комп'ютерні науки» є основою для створення інноваційних рішень, які змінюють усі сфери нашого життя, від медицини до економіки. Проте стрімкий розвиток технологій, в тому числі штучного інтелекту (ШІ), породжує новітні виклики для освітньої системи. Відповідно до вимог сучасного ринку праці, фахівці галузі інформаційних технологій повинні мати глибокі теоретичні знання. Окрім того, потрібні прикладні вміння стосовно машинного навчання, хмарних обчислень та обробки великих даних. Це потребує від освітніх установ адаптування освітніх програм до потреб промисловості, що змінюються.

Актуальність підготовки фахівців у сфері комп'ютерних наук підтверджується вагомою роллю цих фахівців у економічному зростанні. Американський ІТ-сектор виступає вагомим джерелом високооплачуваних професій та утворює значну кількість робочих місць [2]. В Україні цифрова економіка розвивається надзвичайно швидко. Отже, збільшується потреба у компетентних ІТ-спеціалістах, що зумовлює необхідність оновлення освітніх програм. У зв'язку з тим, що ці технології визначають нові тенденції у формуванні професійних компетентностей [3], інтегрування ШІ в освіту набуває особливого значення. Розвідки в цій царині зберігають актуальність з наукового та практичного погляду, тому що цифрова прірва, скрутний доступ до технологій у державах, що розвиваються, та етичне застосування ШІ

недостатньо розв'язані.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема підготовки фахівців комп'ютерних наук є об'єктом живої дискусії в наукових публікаціях, особливо впровадження штучного інтелекту (ШІ) в навчальні плани, у рамках нинішніх інформаційних технологій. Нагальність узгодження освітніх планів зі стрімкою еволюцією технологічного ландшафту акцентують сучасні дослідження, що потребує від спеціалістів у прийдешньому періоді практичних і теоретичних компетентностей.

Інформаційні технології відіграють важливу роль у сприянні інноваціям та економічному піднесенню. Вони забезпечують конкурентоспроможність на глобальному ринку, окрім того, створюють нові робочі місця [1]. З метою забезпечення актуальності знань здобувачів освіти автори наголошують на необхідності інтегрування сучасних технологій, на кшталт ШІ, в освітній процес підготовки фахівців у галузі ІТ. Однак їхньому дослідженню не вистачає пильності щодо методів інтеграції ШІ до освітніх програм, а це залишає відкритим питання реалізації підходів на практиці.

У своєму аналізі економічного розвитку США за допомогою ІТ фахівці підкреслюють важливість якісної освіти за спеціальністю комп'ютерних наук для створення кваліфікованих працівників [2]. Дослідження підкреслює важливість практичних навичок, таких як аналіз великих даних та робота з хмарними технологіями, але воно не пропонує чітких рекомендацій щодо адаптації навчальних планів до цих потреб, та це є прогалиною для подальших досліджень.

Задля збереження інноваційного потенціалу в науковій роботі для Brookings Institution акцентується увага на необхідності вдосконалення STEM-освіти, включно з комп'ютерними науками [3]. Автор підкреслює важливість інтегрування міждисциплінарних підходів у освітні програми з сучасними технологіями, як-от ШІ. Проте, у цьому дослідженні все ж таки бракує проведення аналізу конкретних шляхів для реалізації інтеграції ШІ. Це надзвичайно важливо для освітніх контекстів, зокрема для країн з обмеженими ресурсами.

В українському контексті досліджуються методи, а також системи ШІ, наприклад, нейронні мережі й експертні системи, плюс їх освітній потенціал [4]. Попри те, що виконана робота підкреслює важливість практичного застосування ШІ для навчання, вона не розглядає етичні аспекти чи виклики, що пов'язані з доступом до технологій в Україні та інших країнах, що розвиваються.

National University у дослідженні навичок інформатики підкреслює значення практичного досвіду. Це є програмування, робота із структурами даних та алгоритмами, що безперечно забезпечує конкурентоспроможність випускників [5]. Інноваційним педагогічним методам на зразок гейміфікації чи віртуальній реальності, що здатні посилити практичну підготовку, у джерелі приділено недостатньо уваги.

Також акцентується на важливості проектної діяльності разом із інтерактивними методами в навчанні комп'ютерних наук через практичний підхід [6]. Автор стверджує, що ці методи заохочують критичне мислення та співпрацю в команді. Проте він зовсім не розглядає питання стосовно масштабування цих методів в тих умовах, коли є обмежене фінансування або технічна інфраструктура.

Дослідження підкреслюють потенціал персоналізації освіти адаптивними навчальними системами на основі ШІ [7]. Вони вказують на те, що системи здатні значно підвищити ефективність навчання, але не роблять аналіз інтеграції технологій в освітні програми комп'ютерних наук у різних країнах.

Сучасні дослідження залишають низку таких нерозв'язаних питань, що акцентують увагу на важливості інтеграції ШІ та інших технологій в підготовку саме фахівців комп'ютерних наук. Відсутні певні методології для того, щоб запровадити ШІ у освітні програми, а також для аналізу етичних викликів. Не вистачає також стратегій щодо забезпечення доступності таких технологій в Україні та інших країнах із обмеженими ресурсами. Ця стаття має на меті заповнити ці прогалини шляхом розробки концептуальних засад технічної підготовки фахівців комп'ютерних наук, враховуючи глобальні тенденції та

локальні виклики, з акцентом на інтеграцію ШІ, співпрацю з індустрією та інноваційні методи навчання.

**Мета написання статті.** Ця стаття розглядає концептуальні засади технічної підготовки фахівців комп'ютерних наук, зокрема в контексті інтеграції ШІ та інших сучасних технологій.

**Подання основного матеріалу дослідження.** Включення штучного інтелекту в освітні програми набуває особливої важливості, адже сучасні технології стрімко задають тренди у формуванні професійних навичок кандидатів [3]. Це висуває нагальні вимоги та потреби у здійсненні адаптації освітніх програм для якісної підготовки здобувачів освіти, щоб вони могли адекватно реагувати на виклики ринку праці. Методологія дослідження ґрунтується на всеосяжному підході, який охоплює аналіз програм. Вона також передбачає інтеграцію ШІ з оцінкою ефективності новітніх технологій в рамках сучасних інформаційних технологій для фахівців.

Ретельний розгляд освітніх програм передових університетів, які випускають спеціалістів з комп'ютерних наук, є початковою фазою. Це охоплює дослідження методик викладання, оцінювання, наповнення курсів, а також застосування сучасних технологій у навчанні. Приділяється особлива увага інтегруванню ШІ до освітніх програм, зважаючи на новизну й ефективність винаходу, оскільки це є важливим аспектом у підготовці здобувачів освіти до теперішніх реалій [4].

Для оцінки ефективності освітніх програм пропонується використовувати метод "AI-driven benchmarking". Цей метод передбачає застосування ШІ для аналізу даних про успішність здобувачів освіти, відгуки роботодавців та відповідність програм міжнародним стандартам. Крім того, комп'ютерні технології відіграють важливу роль у тестуванні та оцінці знань здобувачів освіти [8]. На основі цього аналізу ШІ автоматично генерує персоналізовані рекомендації для кожного університету. Наприклад, якщо ШІ виявить, що 70% випускників не володіють навичками роботи з хмарними технологіями, програма автоматично запропонує додати відповідний навчальний модуль. Такий підхід забезпечує своєчасну адаптацію освітніх програм до потреб ринку праці.

Інтеграція штучного інтелекту до освітніх програм є важливим складником методології. Це містить дослідження методологій та платформ штучного інтелекту на кшталт нейронних мереж і систем нечіткої логіки. В дану категорію також відносяться експертні системи, а ще системи моделювання мислення. Застосування цих технологій у навчальному процесі дозволить здобувачам освіти отримати практичні навички, що є необхідними для розв'язання комплексних задач у реальних робочих умовах [4]. Дієвість освітніх програм оцінюється за допомогою різноманітних методик, наприклад, опитування здобувачів освіти й викладачів, зіставлення з міжнародними стандартами, а також аналіз успішності випускників на ринку праці. Це уможливило встановити, чи узгоджуються програми з потребами сучасності та які аспекти потребують удосконалення [4].

У методології передбачено втілення новаторських педагогічних підходів. До переліку входять віртуальна реальність, онлайн-платформи дистанційного навчання, а також інтерактивні платформи. Значення цих підходів щодо гнучкості й доступності навчання безумовно сприяє якісній підготовці фахівців у технологічному середовищі [4].

У рамках запропонованої методології оцінки освітніх програм застосовуються алгоритми машинного навчання, на кшталт кластеризації та регресійного аналізу, з використанням ШІ-аналітики. Лінійну регресію використовують, скажімо, для дослідження академічної успішності здобувачів освіти, даючи змогу встановити взаємозв'язок між рівнем опанування матеріалу та певними навчальними розділами. Це забезпечує автоматичне встановлення тих тем, котрі потребують більше часу. Крім того, це уможливило ідентифікацію модифікацій, котрі потрібні в способах викладання. Алгоритми кластеризації, наприклад K-means, здатні групувати здобувачів освіти за рівнем підготовки задля формування персоналізованих навчальних траєкторій. Він підвищує ефективність навчання. Він також здійснює забезпечення адаптації програм до індивідуальних потреб здобувачів освіти. Актуалізація програми взяла до уваги, що здобувачі освіти з недостатнім рівнем

первинних знань потребують розширених модулів з азів алгоритмізації, як засвідчив аналіз відомостей з курсів програмування в університеті.

Отже, методологія дослідження націлена на створення дієвих освітніх програм, котрі інтегрують новітні технології, на зразок штучного інтелекту, та відповідають ринковим вимогам сьогодення. Це сприятиме підготовці професіоналів, котрі спроможні розв'язувати комплексні задачі та підтримувати поступ інформаційних технологій у різноманітних сферах суспільства.

У сучасному світі, в якому інформаційні технології досить швидко прогресують, фахівців у сфері комп'ютерних наук навчання повинно ґрунтуватися на концептуальних принципах, що беруть до уваги практичні та теоретичні сторони навчання. З метою гарантування успішної кар'єри в умовах динамічного технологічного середовища, ці засади повинні надати здобувачам освіти критично важливі знання й навички.

Теоретичне підґрунтя навчання передбачає фундаментальні знання. Також вагомою складовою щодо теоретичних аспектів виступає міждисциплінарна інтеграція. Отже, теоретичні дані, дотичні до першої, безпосередньо відносяться до обраного напрямку. Освітні програми повинні охоплювати програмування разом із теорією обчислень. Їм також належить охопити опанування фундаментальних засад інформатики, на кшталт структур даних і алгоритмів. Задля розуміння складніших концепцій та технологій ці знання виступають базовими. Актуальні комп'ютерні науки також доволі часто взаємодіють з економікою, біологією, фізикою та математикою. Удосконалення всебічного способу розв'язання проблем стається через об'єднання цих знань здобувачами освіти.

Робота із сучасними технологіями передбачає, що здобувачі освіти повинні опанувати найновітніші технології, наприклад, штучний інтелект, машинне навчання, великі дані та хмарні платформи. Зазначене дозволяє їм здобути практичний досвід, котрий є вкрай важливим для успішної кар'єри. Впровадження проєктної діяльності в освітні програми: сприяння розвитку навичок командної роботи, управління проєктами, а також вирішення завдань в реальних робочих умовах. У результаті подібної діяльності здобувачі освіти мають змогу застосовувати теоретичні знання на практичній основі.

Завдяки застосуванню онлайн-курсів, а також інтерактивних платформ, навчальний процес стане більш гнучким та доступним. Застосування мобільних апаратних пристроїв в освітньому процесі надає для здобувачів освіти гнучкі можливості. Це має особливе значення для забезпечення доступного навчання в царині комп'ютерних наук [9]. Особливо це суттєво у часи технологічного середовища, яке швидко видозмінюється. Віртуальна і розширена реальність містять вагомий потенціал для творення інтерактивних навчальних просторів. Зазначені технології надають можливість здобувачам освіти досліджувати та опанувати комплексні концепції в віртуальному середовищі.

Оцінка та адаптація програм, моніторинг та вдосконалення освітніх програм, а ще невинний нагляд за якістю освітніх програм, відіграють важливу роль у їхньому безперервному розвитку, так само як і збір відгуків від здобувачів освіти та викладачів. Сучасним запитам фахового ринку й останнім технологічним віянням відповідає цей вчасний підхід до модернізації освітніх програм. Навчальні інституції здатні інтегрувати знання у навчальні плани, взаємодіючи з індустрією, шляхом партнерства із фірмами та організаціями, щоб отримувати своєчасні дані стосовно потреб ринку праці.

Концептуальні засади підготовки фахівців у комп'ютерних науках мають урахувати теоретичні й практичні аспекти навчання, інтеграцію новітніх технологій і методів навчання, а також гнучкість і адаптивність до змін у технологічному середовищі. Це підготує конкурентоспроможних фахівців. Вони будуть спроможні дієво функціонувати в актуальних фахових обставинах.

Інтеграція штучного інтелекту (ШІ) в освітні програми з комп'ютерних наук готує фахівців, котрі здатні відповідати викликам сучасного технологічного середовища, а також це є важливим аспектом. ШІ породжує прогресивні перспективи для вдосконалення й освіти, а ще трансформує манеру нашої комунікації з технологіями. Так, наприклад, Массачусетський

технологічний інститут (MIT) впроваджує ШІ в освітній процес за допомогою курсу під назвою “CSAIL” (лабораторія комп’ютерних наук та штучного інтелекту). Застосовуючи здобуті теоретичні знання на практиці, здобувачі освіти цього курсу працюють над прикладними проєктами, наприклад, розробкою автономних систем для дронів. Впровадження ШІ у освітні програми здійснює підготовку здобувачів освіти до розв’язання непростих завдань. Це засвідчує вагомість ШІ в сучасному технологічному середовищі.

Основи штучного інтелекту – навчальні програми повинні включати в себе курси щодо фундаментальних аспектів ШІ, а саме комп’ютерний зір, обробку нативної мови, нейронні мережі та машинне навчання. Це надає здобувачам освіти ґрунтовні пізнання. Вони є необхідними для розбудови й усвідомлення інтелектуальних систем. Здобувачі освіти мають мати можливість працювати над автентичними проєктами зі штучного інтелекту, які передбачають застосування ШІ. Наприклад, аналіз великих масивів даних, розробка та безпосереднє створення чат-ботів, систем надання рекомендацій. Внаслідок подібних ініціатив освітяни мають змогу втілити теорію у практичну діяльність. ШІ можна застосовувати різноманітними шляхами, зокрема для розробки адаптивних освітніх платформ. Вони пристосовуються до індивідуальних потреб здобувачів освіти. Індивідуалізовані завдання а також рекомендації для здобувачів освіти дають змогу оптимізувати процес навчання. Автоматизоване оцінювання есе, програмного коду або ж тестувань, знижує навантаження на викладачів та забезпечує неупередженість оцінювань, використовуючи штучний інтелект для автоматизації.

Важливо, аби освітні програми охоплювали дискусії щодо етичних міркувань стосовно використання ШІ. Здобувачі освіти повинні мати розуміння щодо ризиків, викликів розробки та впровадження інтелектуальних систем, а також відповідальності розробників. Здобувачі освіти повинні усвідомлювати вплив ШІ на соціум, а саме питання дискримінації, безпеки даних і конфіденційності. Це їм сприятиме у розробці етичних й соціально відповідальних систем. Впровадження ШІ в освіту загострює проблему “цифрової нерівності”. Це являє собою значний етичний виклик. Здобувачі освіти з малозабезпечених родин чи країн, що розвиваються, нерідко мають обмежений доступ до сучасних технологій, що може призвести до поглиблення освітньої нерівності. У державах з недосконалою інфраструктурою імплементація ШІ в освіту може ускладнюватися дефіцитом устаткування та педагогів. Отже, необхідно брати до уваги даний аспект. Слід гарантувати рівноправний доступ до технологій для кожного здобувача освіти під час розробки освітніх програм.

Партнерство з компаніями й співпраця з технологічними фірмами надає можливість освітнім закладам інтегрувати ці знання до освітніх програм і отримувати актуальні дані щодо новітніх розробок в царині ШІ. Здобувачі освіти матимуть змогу проходити стажування, що дає додаткову перевагу. Це збільшує перспективи для отримання практичної компетенції в автентичних обставинах. Заснування університетських лабораторій ШІ сприяє розширенню досліджень та інноваційних лабораторій. Набуття знань і передавання досвіду здійснюється у процесі співпраці здобувачів освіти над спільними проєктами з викладачами та представниками індустрії. Інтеграція штучного інтелекту в освітні програми з комп’ютерних наук є дійсно надзвичайно важливою для забезпечення якісної й адекватної підготовки фахівців, здатних продуктивно функціонувати в актуальному професійному інформаційно-технологічному середовищі. Вона охоплює технічні й етичні аспекти разом зі співпрацею з індустрією задля актуальності і практичності навчання. Google співпрацює зі Стенфордським університетом, та це чудовий приклад. Здобувачі освіти мають можливість здобувати академічні кредити, провадячи ту діяльність, котра безпосередньо пов’язана з алгоритмами TensorFlow. Це також дає їхнім учням практичний досвід. Через цей метод освітяни можуть здобувати корисні зв’язки з роботодавцями й мати дієвий практичний досвід. В Україні заклади освіти мають повне право започаткувати так звані “індустріальні хаби” саме при університетах у країні. Там здобувачі освіти, викладачі разом із представниками ІТ-фірм (а конкретно, EPAM, SoftServe) спільно створюють ШІ-рішення для дійсних бізнес-завдань.

Практичні навички відіграють важливу роль у процесі навчання фахівців комп’ютерних

наук. Завдяки цьому здобувачі освіти застосовують теорію на практиці, розвивають навички розв'язувати задачі та готуються до викликів ринку праці. Найсучасніші технології повинні бути у доступі для здобувачів освіти. Це є такі технологічні рішення, як штучний інтелект, машинне навчання, великі дані та хмарні обчислення. Це надає їм практичний досвід, який є визначальним для досягнення успіху в професійному становленні особи. Для розробки ефективних програмних рішень потрібні ґрунтовні знання алгоритмів та структур даних [5].

Інтеграція проєктної діяльності в освітні програми є важливою, оскільки проєктна діяльність сприяє розвитку навичок роботи у групах, а також у сфері керування проєктами. Включення її до освітніх програм корисне задля розв'язання практичних завдань. Це дає змогу здобувачам упроваджувати їхні знання. Вони здатні здійснювати це в професійному оточенні. Проєктні завдання сприяють розвитку критичного мислення та навичок вирішення проблем у здобувачів освіти, що є важливим для кар'єрного успіху в комп'ютерних науках [6].

У зв'язку із застосуванням інтерактивних платформ та онлайн-курсів навчання стає більш доступним та гнучким. Це надзвичайно важливо за умови швидких трансформацій технологічного середовища. Онлайн-ресурси, такі як блоги, відеоуроки й форуми, пропонують великий обсяг матеріалу для самостійного опанування знань [5].

Віртуальна та доповнена реальність: Ці технології можуть бути застосовані для створення інтерактивних навчальних середовищ, що дозволяють здобувачам освіти експериментувати та вивчати складні концепції у віртуальному просторі. Віртуальні лабораторії та симуляції забезпечують здобувачам освіти опцію набути практичний досвід без явної потреби фізично перебувати в лабораторії [6].

Зворотний зв'язок та оцінювання: задля безперервного вдосконалення освітніх програм першорядне значення мають систематична оцінка й отримання від викладачів і здобувачів освіти відгуків. Це надає можливість програмам адаптуватися до мінливих технологічних зрушень та до потреб на ринку праці.

Співпрацюючи з індустрією: налагоджуючи партнерські відносини з організаціями та компаніями, освітні заклади мають змогу отримувати актуальні дані про потреби ринку праці та інтегрувати ці знання в освітні програми. Це ще надає учням нагоди для вправлення. Практичні заняття відбуваються в межах реальних обставин.

Підготовка кваліфікованих кадрів у сфері комп'ютерних наук має надзвичайне значення. Безумовно, практичні навички є критично важливою складовою цього процесу. Вони надають можливість здобувачам освіти застосовувати теорію на практиці, розвивати навички для розв'язування реальних задач, а також бути готовими до викликів і вимог ринку кадрів. Найважливішими складовими для результативного навчання фахівців є впровадження найсучасніших технологій, проєктно-орієнтоване навчання й взаємозв'язок з промисловістю.

Інноваційні методи навчання мають важливе значення для формування програм підготовки спеціалістів з комп'ютерних наук, надаючи гнучкість, доступність та релевантність освітніх програм. Вони полегшують пристосування здобувачів освіти до технологічних трансформацій. Крім того, вони плекають уміння, які необхідні для досягнення кар'єрних звершень. "Гібридна ШІ-лабораторія", яка об'єднує віртуальні разом із фізичними лабораторіями, являє собою одну з новаторських моделей задля творення унікального учбового середовища. У даній парадигмі здобувачі освіти застосовують штучний інтелект задля симуляції дійсних ІТ-проєктів, на кшталт розробки цифрових двійників. У подальшому вони використовують здобуті результати у практичних умовах для апробації програмного забезпечення. Удосконалення пропонує ШІ, що здійснює аналіз коду здобувачів освіти у режимі реального часу, а безпосередню реалізацію оцінюють викладачі й партнери з індустрії. Зазначений метод надає можливість розвивати важливі для кар'єрного зростання технічні і практичні навички для здобувачів освіти.

Зручність та відкритість навчання виступають визначними перевагами онлайн-курсів та платформ – подій, що уможлиблюють здобуття знань здобувачами освіти у власному темпі та за індивідуальним розкладом, роблячи їх цінними для тих, хто поєднує навчання з іншими обов'язками [5], як-от роботою чи особистими справами. Відомі освітні платформи, на кшталт

Udacity, edX і Coursera, надають доступ до курсів від провідних підприємств та закладів освіти. Здобувачі освіти мають можливість опанувати актуальні знання від експертів у власній сфері. Це уможливило для них обізнаність щодо поточних тенденцій та досягнень.

Відеоуроки, контрольні питання, дискусійні форуми й самостійні завдання інтенсивно використовують різноманітні освітні платформи як інтерактивні інструменти. Забезпечуючи активну участь здобувачів освіти, подібні опції можуть відігравати важливу роль в освітньому процесі [5]. Унаслідок цієї взаємодії здобувачі освіти стають активними учасниками. Вони аж ніяк не просто пасивно сприймають навчальний матеріал.

На якість навчання даний підхід має суттєвий вплив. Завдяки застосуванню динамічних інструментів здобувачі освіти ефективніше засвоюють матеріал, оскільки мають можливість застосовувати отримані знання на практиці та одержувати зворотний зв'язок. Крім того, аналогічні способи посприяють розвитку критичного мислення, оскільки здобувачі освіти навчаються аналізувати, обговорювати та самостійно відшукувати рішення.

Таким чином, впровадження елементів інтерактивності до онлайн-курсів привертає увагу здобувачів освіти, а ще формує сприятливі обставини для інтелектуального розвитку та ефективного навчання.

Технології VR й AR (віртуальної та доповненої реальності) надають можливість розробляти інтерактивні навчальні платформи. У віртуальному просторі здобувачі освіти здатні засвоювати комплексні концепції. На подібних платформах вони мають можливість для проведення досліджень. З огляду на ці технології, навчальний процес є більш захопливим, а складні концепції розуміються глибше за допомогою практичного досвіду у віртуальному середовищі [6]. Це особливо цінно для опанування програмування, робототехніки й інженерії, технічних дисциплін, у яких практичний досвід має надзвичайне значення.

Технології VR та AR уможливають створення імітацій справжніх ситуацій. Це істотно розширює горизонти пізнання. Завдяки цим технологіям здобувачі освіти мають змогу набувати практичний досвід, не потребуючи особистої присутності в лабораторії. Віртуальні платформи уможливають відтворення різних варіацій розвитку подій. Унаслідок цього навчання стає захищеним та результативним. Отже, технології віртуальної реальності спроможні відкрити для освіти нові перспективи, надаючи можливість здобувачам освіти отримувати практичний досвід у віртуальному, безпечному та контрольованому середовищі [6]. Завдяки цим технологіям формуються інноваційні підходи в навчанні, котрі є складовою сучасної педагогіки.

Гейміфікація, котра передбачає застосування ігрових елементів у навчанні, спроможна значно підвищити вмотивованість і посилити залученість здобувачів освіти до навчання. Вона робить навчання процесом динамічним та мотивуючим, сприяючи успішності й активній діяльності здобувачів освіти [6].

Ігрові сценарії є дієвим інструментом у рамках навчального процесу. Вони сприяють розширенню важливих компетентностей здобувачів освіти. Відповідні сценарії надають можливість для розвитку навичок командної роботи, сприяють формуванню вмінь розв'язування задач і критичного мислення. Інтерактивний метод надає можливість здобувачам освіти працювати над непростими завданнями в ігровій формі, суттєво покращуючи засвоєння учбового матеріалу. Він не тільки захочує до навчання, а й поглиблює засвоєння дисциплін, тому становить цінний інструмент у педагогіці [6]. Таким чином, ігрові сценарії, у поєднанні навчання із практичними заняттями, відкривають для здобувачів освіти нові обрії особистісного розвитку.

Підготовка фахівців у сфері комп'ютерних наук є надзвичайно важливою. Новаторські підходи до навчання, на кшталт онлайн-курсів, віртуальної й доповненої реальності, відіграють у цьому важливу роль, а також гейміфікація. Унаслідок застосування цих підходів освіта постає ефективнішою, доступнішою та більш відповідною до вимог сьогодення. Дослідимо більш детально, яким чином саме вони сприяють становленню майбутніх професіоналів. Інноваційні методи передають знання. Вони також плекають креативність і критичний розум. Розв'язання проблем, з якими здобувачі освіти можуть стикнутися у

фаховому житті, сприяє оволодінню роботи над непростими завданнями в цифровому просторі. Це підготовлює їх до проблем технологічного середовища, що безперервно розвивається. В сучасній освіті з комп'ютерних наук важливі інструменти. До їх переліку входять прогресивні підходи до навчання, як-от онлайн-платформи, віртуальна реальність разом із доповненою реальністю та гейміфікація. Вони уможливають активну участь здобувачів освіти в освітньому процесі, а також злободенність, досяжність та гнучкість. Це допомагає майбутнім фахівцям. Вони здобувають інструменти, а також навички для досягнення успішної кар'єри у світі технологій, який швидко змінюється.

Обговорення є важливою частиною наукової статті, оскільки воно надає змогу автору проаналізувати результати дослідження, розмістити їх у контексті існуючих знань і обговорити їхнє значення для практики та для майбутніх досліджень. Якість підготовки здобувачів освіти значно покращується завдяки впровадженню новітніх технологій, у тому числі систем штучного інтелекту, у навчальні курси з інформатики, що підтверджується нашим дослідженням. Подальші розвідки можуть бути націлені на інтеграцію квантових обчислень у навчальні плани з інформатики. Підготовка здобувачів освіти до роботи з квантовими технологіями являється досить важливим завданням, тому що вони потенційно обіцяють революцію в обчислювальній потужності. Через IBM Quantum Educators Program здобувачі освіти вивчають основи квантового програмування з метою бути підготовленими до технологій майбуття. Інтегрування цих питань у освітні програми сприятиме підготовці фахівців до викликів 2030-х років. Про це свідчить вдосконалення практичних навичок і здатність вирішувати складні завдання. Дане дослідження підтверджує попередні висновки щодо позитивного впливу інноваційних методів навчання. Насамперед, онлайн-курси і віртуальна реальність позитивно впливають на засвоєння матеріалу та розвиток критичного мислення у здобувачів освіти. Експерти мають бути підготовленими до новітніх викликів, що є особливо важливим в умовах стрімких технологічних трансформацій. Завдяки цьому стане можливим підготувати конкурентоспроможних фахівців, котрі зможуть ефективно працювати на сучасному ринку праці. Результати можливо застосувати для поліпшення освітніх програм. Це може стимулювати інновації, від чого різноманітні сектори економіки можуть отримати користь.

Отже, обговорення надає можливість розмістити результати дослідження у більш широкому контексті, підкреслити їх важливість для практики та окреслити вектори подальших наукових розвідок. Це сприяє усвідомленню сенсу отриманих результатів. Має значення ще й те, яким чином їх можливо застосовувати для удосконалення освітніх програм і для підготовки фахівців з комп'ютерних наук.

Надзвичайно важливо на додачу до інтеграції штучного інтелекту розглянути вплив на підготовку фахівців квантових обчислень та інших новітніх технологій у комп'ютерних науках. Революційні зрушення в обчисленнях, що їх обіцяють квантові технології, створюють нові виклики для освіти. Запровадження відповідних тем у програми здатне підготувати здобувачів освіти до технологій майбутнього, гарантуючи їхню конкурентну спроможність у цій галузі.

Зі швидким розвитком нових технологій, а саме квантових обчислень, є потреба адаптувати освітні програми з комп'ютерних наук задля підготовки фахівців до новітніх розробок. Обчислювальні можливості та стратегії щодо комплексних задач, як-от моделювання молекул, оптимізація й криптографія, віщують революцію квантових обчислень. Водночас імплементація подібних новаторських ідей в освітню сферу має деякі перешкоди, зокрема дефіцит кваліфікованих педагогів і обмежений доступ до квантових ресурсів. Для подолання цих перешкод, заклади освіти можуть здійснювати співпрацю з технологічними фірмами на зразок IBM чи Google, які розробляють квантові платформи, що є доступними через хмарні сервіси. Внаслідок симуляторів та автентичних квантових пристроїв, колаборації спроможні забезпечити здобувачам освіти практичний досвід із квантовими алгоритмами, на кшталт алгоритму Гровера чи алгоритму Шора. Включення фундаментальних модулів стосовно квантових обчислень до навчальних планів є важливим заходом. Це здатне

допомогти здобувачам освіти досягнути засади квантової механіки з їх застосуванням в інформатиці. Цей напрямок не тільки розширює горизонти технічної підготовки, а також готує майбутніх фахівців до їх роботи в індустрії, що дуже стрімко еволюціонує. Випускники можуть набути більшої конкурентноздатності на ринку праці. Розвиток подібних навичок сприяє відносно цього.

**Висновки.** У цій статті розглянуто концептуальні основи технічної підготовки фахівців у сфері комп'ютерних наук в сучасних робочих умовах в сфері інформаційних технологій. Пріоритет було приділено інтеграції актуальних інформаційних технологій, таких як штучний інтелект, у освітні програми, а також розвитку практичних навичок здобувачів освіти. Дослідження виявило, що ці підходи значною мірою підвищують ефективність підготовки, забезпечуючи здобувачів освіти навичками і знаннями, котрі необхідні для успішної кар'єри. Україні потрібно започаткувати загальнодержавну платформу з метою навчання у сфері ШІ. Зазначена платформа матиме на меті об'єднати університети, ІТ-компанії та уряд для створення доступних курсів зі штучного інтелекту для здобувачів освіти. В Індії вже наявна вдала імплементація подібної ініціативи за допомогою платформи SWAYAM, яка надає безоплатні онлайн-курси від провідних університетів. В Україні подібна платформа здатна бути підґрунтям для навчання спеціалістів високої кваліфікації, котрі сприятимуть розбудові цифрової економіки держави.

Інноваційні методи та засоби освіти, як-от онлайн-курси, віртуальна й доповнена реальність, а також іще гейміфікація, відіграють безперечно ключову роль у справі підготовки фахівців. Освітні програми забезпечують гнучкість, доступність та актуальність, окрім того, вони сприяють активній участі здобувачів освіти у навчанні. Важливим аспектом також є вдосконалення навичок, котрі потрібні для професії та пристосування до актуальних ІТ-середовищ.

Результати дослідження обговорювалися з акцентом на важливості інтегрування сучасних технологій в освітній процес. Це надає можливість підготувати конкурентоспроможних фахівців, котрі мають здатність ефективно працювати в обставинах швидких трансформацій на кадровому ринку. Майбутні дослідження можуть бути зосереджені на вивченні певних методів інтегрування штучного інтелекту в освітні програми й їх впливу на різноманітні аспекти підготовки здобувачів освіти.

Загалом, результати цього дослідження здатні виступити підґрунтям для вдосконалення навчальних курсів з інформатики, здійснюючи формування професіоналів, які не тільки отримали теоретичні знання, але також спроможні використовувати їх у реальних робочих умовах. Це посприяє розвитку інновацій у таких сферах, як штучний інтелект, кібербезпека й аналіз даних, де спостерігається зростання попиту на кваліфікованих професіоналів. Освітні програми слід систематично актуалізувати, впроваджуючи найсучасніші технології та взаємодіючи з ІТ-сектором. Надзвичайно важливо імплементувати прогресивні методи навчання, як-от проєктно-орієнтоване навчання чи застосування віртуальної реальності, згідно з дослідженням. Взаємодія освітніх інституцій із урядовими органами у розробці доступних навчальних платформ посилить конкурентні переваги випускників, а також сприятиме цифровій трансформації української економіки.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вивчення специфічних методів інтегрування ШІ в освітні програми та їх впливу на різноманітні аспекти фахової підготовки здобувачів освіти. Це може охоплювати вивчення продуктивності різноманітних технологій в освітньому процесі, зокрема машинного навчання та великих даних. Варто зважати на проблеми в освітніх програмах, на кшталт потреби у підвищенні кваліфікації викладачів і в доступі здобувачів освіти до ресурсів.

#### **Список використаних джерел:**

- [1]. Sutrisno, S., Kuraesin, A. D., Siminto, S., Irawansyah, I., Almaududi Ausat, A. M. (2023). The Role of Information Technology in Driving Innovation and Entrepreneurial Business Growth. *Jurnal Minfo Polgan*, 12(1), Pp. 586-597. DOI: <https://doi.org/10.33395/jmp.v12i1.12463>.
- [2]. Khan N. (2023). USA Economic Development with the Help of Information Technology. *Journal of Harbin*

- Engineering University*, 44(11). Pp. 231–238. URL: [https://www.researchgate.net/publication/378336824\\_USA\\_Economic\\_Development\\_with\\_the\\_Help\\_of\\_Information\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/378336824_USA_Economic_Development_with_the_Help_of_Information_Technology).
- [3]. West D. M. (2023). Improving workforce development and STEM education to preserve America’s innovation edge. *BROOKINGS*. URL: <https://www.brookings.edu/articles/improving-workforce-development-and-stem-education-to-preserve-americas-innovation-edge/>.
- [4]. Батарєєв В. В. Методи та системи штучного інтелекту. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2021, 293(1): Технічні науки. С. 17–21. ISSN 2307-5732. URL: <https://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2021/08/5-1.pdf>. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732>.
- [5]. National University (2023). Computer Science Skills: Definitions and Examples. National University. URL: <https://www.nu.edu/blog/computer-science-skills/>.
- [6]. Weisenbeck K (2022). 7 Ways Hands-On Computer-Science Learning Prepares Students for the Future. Defined. URL: <https://blog.definedlearning.com/hands-on-computer-science>.
- [7]. Wang S., Wang F., Zhu Z., Wang J., Tran T., Du Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252A. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417424010339>. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>.
- [8]. Сергієнко В.П., Малєжик М.П., Сіткар Т.В. Комп’ютерні технології в тестуванні: навч. посібник. Луцьк: Волиньполіграф, 2012. 290 с.
- [9]. Малєжик П., Малєжик М. Використання мобільних апаратних пристроїв у навчальному процесі. *Психолого-педагогічні проблеми сільської школи*. 2014. Вип. 48. С. 102–107.

## CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF TECHNICAL TRAINING FOR COMPUTER SCIENCE SPECIALISTS IN THE CONTEXT OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES

***Dmytro Zlahodukh***

**Abstract.** The article examines the conceptual foundations of technical training for computer science specialists in the context of the rapid development of modern information technologies. The relevance of the topic is determined by the increasing demand for highly qualified IT professionals who can work with cutting-edge technologies – such as artificial intelligence (AI), machine learning, and cloud computing – as well as by the necessity to adapt educational programs to the dynamic needs of the labor market. The aim of the article is to develop recommendations for modernizing computer science curricula through the integration of AI and innovative teaching methods. The methodology for investigating the conceptual foundations of technical training for computer science specialists in the context of modern information technologies is based on a comprehensive approach. The paper analyzes current trends in education, including the use of online courses, virtual reality, and gamification, as well as challenges related to digital inequality and the ethical aspects of AI applications. A methodology for assessing the effectiveness of educational programs through AI analytics and collaboration with the IT industry is proposed. Special attention is given to the development of students’ practical skills through project-based activities and interactive teaching methods. The research findings indicate that integrating AI into education contributes to enhancing the competitiveness of graduates. Prospects for further research include studying the efficiency of adaptive learning systems, analyzing the impact of quantum computing on the preparation of specialists, and developing strategies to overcome digital inequality in education. The study emphasizes the importance of introducing the latest technologies into the educational process, adding new knowledge to the existing one in the field of training computer science specialists.

**Keywords:** concepts, artificial intelligence, computer science, information technology, educational programs, practical skills, innovative teaching methods.

### References (translated and transliterated)

- [1]. S. Sutrisno, A. D. Kuraesin, S. Siminto, I. Irawansyah, and A. M. Almaududi Ausat, “The Role of Information Technology in Driving Innovation and Entrepreneurial Business Growth”, *jmp*, vol. 12, no. 1, pp. 586-597, May 2023. DOI: <https://doi.org/10.33395/jmp.v12i1.12463>. (in English)
- [2]. N. Khan, "USA Economic Development with the Help of Information Technology," *Journal of Harbin Engineering University*, vol. 44, 231–238, 2023. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/378336824\\_USA\\_Economic\\_Development\\_with\\_the\\_Help\\_of\\_Information\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/378336824_USA_Economic_Development_with_the_Help_of_Information_Technology). (in English)
- [3]. D. M. West, "Improving workforce development and STEM education to preserve America’s innovation edge," *BROOKINGS*, 2023. [Online]. Available: <https://www.brookings.edu/articles/improving-workforce-development-and-stem-education-to-preserve-americas-innovation-edge/>. (in English)
- [4]. V. V. Batareiev, "Methods and systems of artificial intelligence," *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, no. 293, pp. 17–21, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732>. (in Ukrainian)
- [5]. National University, "Computer Science Skills: Definitions and Examples," *National University*, 2023. [Online].

- Available: <https://www.nu.edu/blog/computer-science-skills/>. (in English)
- [6]. K. Weisenbeck, "7 Ways Hands-On Computer-Science Learning Prepares Students for the Future," *Defined*, 2022. [Online]. Available: <https://blog.definedlearning.com/hands-on-computer-science>. (in English)
- [7]. S. Wang, F. Wang, Z. Zhu, J. Wang, T. Tran, and Z. Du, "Artificial intelligence in education: A systematic literature review," *Expert Systems with Applications*, vol. 252, part A, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>. (in English)
- [8]. V. P. Serhiienko, M. P. Malezhyk, and T. V. Sitkar, "Computer technologies in testing: a study guide," Lutsk: Volynpoligraf, 2012, 290 p. (in Ukrainian)
- [9]. P. Malezhyk and M. Malezhyk, "Use of mobile hardware devices in the educational process," *Psykhologohopedahohichni problemy silskoi shkoly*, no. 48, pp. 102–107, 2014. (in Ukrainian)

**Антонець Анатолій Вікторович**

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри будівництва та професійної освіти  
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна  
ORCID ID 0000-0002-2332-6711  
*anatolii.antonets@pdau.edu.ua*

**Онiпко Валентина Володимирiвна**

доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри будівництва та професійної освіти  
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна  
ORCID ID 0000-0002-2260-971X  
*valentyina.onipko@pdau.edu.ua*

**Япринець Тетяна Сергiївна**

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри будівництва та професійної освіти  
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна  
ORCID ID: 0000-0002-5844-3520  
*jaaprinezts@gmail.com*

**Овсiєнко Юлiя Iванiвна**

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри будівництва та професійної освіти  
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна  
ORCID ID 0000-0002-4873-9061  
*iuliia.ovsienko@pdau.edu.ua*

**Кошова Оксана Петрiвна**

доцент, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна  
ORCID ID: 0000-0003-0794-6774  
*koshova.o111@gmail.com*

## **ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЄКТУ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА СУЧАСНОГО ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

**Анотація.** Основним напрямом інформатизації закладу вищої освіти України в умовах дистанційного навчання є формування його сучасного інформаційного освітнього середовища (ІОС) для забезпечення високого рівня доступності навчання здобувачів вищої освіти. У статті окреслено основні характеристики інформаційного освітнього середовища університету, зокрема предметність, дидактична складова, особистісна спрямованість, єдиність, інтегрованість, високотехнологічність, мультимедійність, віртуальність, відкритість, педагогічність, мобільність. Наведено головні етапи проектування інформаційного освітнього середовища, серед них: створення та впровадження веб застосунку автоматизованої системи управління, надання корпоративних акаунтів; наповнення контенту на сайті закладу освіти; формування структури та наповнення системи MOODLE; взаємоінтеграція веб застосунку, Google Календар, корпоративної пошти та системи MOODLE; проведення тестування та відлагодження роботи запропонованої ІОС. До важливих складників структури ІОС віднесені: засоби управління освітнім процесом; засоби автоматизації освітнього процесу; змістове наповнення системи MOODLE, спрямоване на формування необхідних загальних та фахових компетентностей здобувачів. Покроково окреслено особливості створення та впровадження проєкту ІОС, зокрема визначено мету, задачі, зміст, унікальність, очікувані результати, персонал, етапи проєкту та його слабкі сторони. Наведено особливості впровадження проєкту для підвищення якості дистанційного навчання. Визначені слабкі сторони проєкту, серед яких: досить велика чисельність учасників проєкту, можлива невмотивованість команди фінансовою складовою, небажання змін з боку деяких викладачів. Для ефективного впровадження проєкту розроблено стратегію роботи зі стейкхолдерами та графік інформаційної підтримки його реалізації. Okремо надано детальний опис специфікації цілей проєкту, запропоновано ієрархію структури робіт, побудовано діаграму Ганта, окреслено подальші перспективи розвитку.

**Ключові слова:** проєкт, система MOODLE, застосунок АСУ, Google Календар.

**Вступ.** Сучасна освіта України має бути спрямована не тільки на формування фахових компетентностей здобувачів, а й на розвиток їхнього способу мислення для швидкої адаптації

до новітніх виробничих технологій, економічних викликів, соціальних та інформаційних умов навколишнього світу, що швидко змінюються. Нагальною потребою вищої та професійної освіти є подальша цифровізація навчання здобувачів, зокрема застосування інформаційно-комунікативних технологій сприятиме мобільності учасників освітнього процесу, підвищенню його ефективності та якості. Необхідність прискореного впровадження в освітній процес новацій на основі інформаційно-комунікаційних технологій наголошується також у нормативних документах професійної та вищої освіти [1], [2].

**Постановка проблеми.** В умовах війни та карантинних обмежень вкрай необхідно налагодити ефективний освітній процес, зокрема і в дистанційній формі. Тому основним напрямом інформатизації закладу вищої освіти, на нашу думку, є формування його сучасної інформаційної інфраструктури для забезпечення високого рівня доступності навчання як необхідної умови надання якісних освітніх послуг. У цьому контексті, важливим є створення та ефективне впровадження відкритого інформаційного освітнього середовища, як певну сукупність технічних та програмних засобів зберігання, опрацювання і передавання даних [3, с. 94] для задоволення особливих освітніх потреб та реалізації індивідуальних можливостей майбутніх висококваліфікованих фахівців.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Загальні вимоги до електронного інформаційного освітнього середовища та дистанційних освітніх ресурсів представлено в нормативних освітніх документах, в концепції розвитку цифрових компетентностей, в сучасних дослідженнях науковців та концепції розвитку освіти України [1], [2], а також в рекомендаціях щодо акредитації освітніх програм [4] та стандартах і рекомендаціях щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG) [5]. Відповідно до них інформаційне освітнє середовище містить багатокomпонентну систему, насичену різноманітними ресурсами, зокрема і щодо використання технологій дистанційного навчання.

У працях таких науковців як М. Жалдак, В. Красноштан [6], М.-О. Єршов [7], І. Кривонос [8], А. Гуржій, О. Овчарук [9] вивчаються різні аспекти застосування комп'ютерних технологій в процесі навчання здобувачів вищої освіти. Дослідження D.J. Farnell, G.Hallam, D. Morris, H. Strange, A.Weightman [13] присвячені особливостям використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання та спеціалізованого програмного забезпечення у вищій освіті. Вивченням особливостей формування цифрової компетентності педагогів займались Т. Коваль, С. Сисоєва, Л. Сущенко, І. Гевко [14], О. Спірін [15], Т. Kersánszki, I. Holík, G. Molnár, I. Sanda [16] та інші. Праці Н. Hulak, L. Kriuchkova, P. Skladannyi, I. Opriskyu [17] присвячені питанням оцінювання здобувачів під час дистанційного навчання

Проектуванню інформаційно-освітнього середовища сучасних закладів освіти присвячені праці М. Топузова [18]. Питаннями ефективного впровадження цифрових освітніх технологій у вищій школі займались І. Савицька, О. Булгакова, Л. Збаравська [19], З. Шарлович, Л. Вільчинська, С. Данилюк [20], А. Баймахан, Г. Белгибаєва [21]. Автоматизацію освітнього процесу, розробку систем дистанційного та мобільного навчання досліджували І. Сугоняк, О. Коротун, Г. Марчук [22], М. Sharples, D. Corlett, O. Westmancott [23], E. de Torres, X. Canaleta [24]. Питання щодо використання штучного інтелекту в сучасній педагогіці розглядали А. Al Yakin, M. Muthmainnah, A. S. Al-Matari [25] та ін.

Водночас, нами була виявлена недостатня увага науковців до проектування ІОС сучасного закладу вищої освіти, яке б охоплювало весь освітній процес, зокрема забезпечувало б ефективну автоматизацію процесу дистанційного навчання у ЗВО, саме це і зумовило мету написання статті.

**Метою дослідження** є виявлення і окреслення основних складових і етапів проектування інформаційного освітнього середовища сучасного закладу вищої освіти, розгляд особливостей створення та впровадження автоматизації освітнього процесу для підвищення якості дистанційного навчання та надання максимальної зручності, простоти і доступності до всіх складових освітнього процесу здобувачам сучасного ЗВО.

**Подання основного матеріалу дослідження.** Наведемо основні характеристики ІОС сучасного ЗВО:

- предметність, тобто наявність конкретного структурованого контенту для якісного навчання майбутніх фахівців;
- особистісна спрямованість як інструмент саморозвитку та самореалізації учасників освітнього процесу;
- єдиність – застосування єдиних технологічних та педагогічних підходів;
- інтегрованість – поєднання різних освітніх технологій та ресурсів, модулів та середовищ різного рівня;
- високотехнологічність – орієнтування на досягнення нових освітніх результатів за рахунок використання передових та інноваційних технологій сучасності;
- мультимедійність – активне використання засобів мультимедіа;
- віртуальність – можливість перенесення навчання у дистанційний формат;
- відкритість – загальнодоступність з будь-якого місця, у будь-який час та з будь-якого пристрою;
- педагогічність – підпорядкованість єдиним цілям освіти, виховання та розвитку особистості;
- мобільність – побудова на мережевих Інтернет технологіях, що забезпечують ефективне електронне мобільне навчання [18]-[20], [26], [27].

До важливих складових структури ІОС належать: засоби управління освітнім процесом; засоби автоматизації освітнього процесу (Moodle, Classroom, Canvas та інші); змістове наповнення, спрямоване на формування необхідних загальних та фахових компетентностей здобувачів відповідно до їх спеціальності та/чи спеціалізації, які зазначені у відповідних освітніх стандартах.

Отже, *інформаційне освітнє середовище* – це сукупність програмно-технічної, психолого-педагогічної, інформаційно-комунікативної, організаційно-управлінської систем, які забезпечують ефективний освітній процес, спрямований на якісне досягнення студентами освітніх результатів навчання з урахуванням вимог освітніх та професійних стандартів [1], [18], [26], [27].

Складність та нетривіальність процесу формування ІОС сучасного ЗВО вимагає розробки проєкту з детальним описом етапів впровадження та подальшого використання сучасного інформаційного освітнього середовища.

Для проєктування та подальшого ефективного впровадження сучасного ІОС закладу вищої освіти необхідний детальний та поетапний проєкт. Наведемо його основні складові.

*Мета проєкту:* впровадження ІОС для підвищення якості дистанційного навчання та надання максимального рівня простоти і доступності до освітнього процесу здобувачам сучасного ЗВО.

*Задачі:* розробка програмного забезпечення застосунку АСУ, його використання та наповнення із зазначенням ключових взаємозв'язків та обов'язків між відділами ЗВО для налагодження ефективного освітнього процесу під час дистанційного навчання здобувачів.

*Зміст проєкту:* формування розкладу занять засобами Google Календаря з використанням відеозв'язку Google Meet; використання можливостей корпоративної пошти як структури системи підтримки дистанційного навчання ЗВО на базі MOODLE, а також її наповнення для забезпечення самостійної роботи студентів, можливості їх оцінювання та надання зворотного зв'язку.

Проєкт також включає розробку та інтеграцію в освітній процес окремого веб застосунку «Автоматизована система управління» (АСУ), що забезпечить: можливість дистанційного вибору навчальних дисциплін студентами; розміщення розкладу занять з фільтрами за групою здобувача, за кафедрою, за окремим здобувачем чи викладачем тощо; можливість ведення викладачами електронного журналу із зазначення пропусків і оцінками здобувачів у розрізі дисциплін; можливість проведення анкетувань і опитування викладачів і студентів. Використання сайту освітнього закладу для розміщення відомостей щодо освітніх програм

спеціальностей, силабусів дисциплін, анонсів, новин тощо.

*Унікальність:* створення та впровадження ІОС як цілісної автоматизованої системи ефективною взаємодією всіх учасників освітнього процесу, що використовує засоби Google Календаря, Google Meet, корпоративної пошти, MOODLE, офіційного сайту університету та розробленої спеціалізованого веб застосунку АСУ.

*Результат проекту.* Організація та впровадження ІОС для забезпечення ефективного освітнього процесу в дистанційній формі в ЗВО без зниження якості навчання, можливість використання сучасних освітніх технологій та забезпечення якісного зворотного зв'язку між викладачами та студентами.

*Персонал:* ІТ фахівці та програмісти структурного відділу АСУ ЗВО; фахівці навчального відділу, заступники деканів з навчальної роботи, відповідальні на факультетах за наповнення системи MOODLE, відповідальні за наповнення контенту сайту, фахівці відділу з якості освіти. Розроблення і впровадження проекту доцільно робити в міжсесійний період, найоптимальніше влітку, коли у здобувачів канікули, тривалість 2-3 місяці.

*Етапи впровадження.*

1. Створення застосунку АСУ для проведення он-лайн анкетувань та опитувань здобувачів та студентів, можливості їх дистанційного вибору навчальних вибіркових дисциплін, фільтри розкладу навчальних занять по групі, кафедрі, викладачу, можливість ведення електронного журналу по дисциплінам.

2. Надання корпоративних акаунтів учасникам освітнього процесу з наданням доступу до автоматизованого розкладу проведення занять в Google Календарі, що містить окремі посилання для приєднання до відповідних занять у форматі відео зустрічі в Google Meet.

3. Наповнення контенту на сайті ЗВО (освітні програми, силабуси, робочі програми дисциплін, методичні рекомендації, результати опитувань, рецензії, тощо).

4. Формування структурованого змісту та наповнення MOODLE (структура по факультетам, спеціальностям, курсам, дисциплінам; в останніх розміщення матеріалів, завдань і тестів для самостійної роботи студентів та проведення семестрового контролю).

5. Взаємоінтеграція всіх компонентів, що включає синхронізацію всіх даних.

6. Проведення тестування та відлагодження роботи запропонованої ІОС в умовах дистанційного навчання.

*Специфікація цілей проекту:*

1. Розроблення та впровадження веборієнтованого застосунку АСУ з такими модулями: розклад, кабінет здобувача/викладача, анкетування, опитування, електронний журнал, вибір навчальних дисциплін), забезпечення парольного входу з відповідними правами доступу здобувачів та викладачів. Виконання: фахівці ІТ відділу разом з відділом забезпечення якості освіти протягом першого місяця.

2. Забезпечення корпоративними акаунтами всіх учасників освітнього процесу сучасного ЗВО з їх прив'язкою до Google Календаря та наданням паролів користувачам. Виконання: фахівці ІТ відділу та заступники деканів протягом першого місяця.

3. Розроблення структури MOODLE, що містить перелік факультетів, спеціальностей, курсів і дисциплін. Впровадження захищеного паролем входу та регулювання прав доступу користувачів. Виконання: фахівці ІТ відділу та заступники деканів протягом 1 місяця.

4. Підготовка контенту по дисциплінам для майбутнього заповнення системи MOODLE. Виконання: викладачі протягом 1 місяця.

5. Розміщення індивідуального розкладу занять у Google Календарі із зазначеними посиланнями на Google Meet на кожне заняття для всіх учасників освітнього процесу та його інтеграція з застосунком АСУ та корпоративними акаунтами. Виконання: фахівці ІТ відділу та навчального відділу протягом 2 місяців.

6. Трансформація системи MOODLE відповідно до розробленої структури та наповнення її контентом по дисциплінам. Виконання: фахівці ІТ відділу, відповідальні за факультетом, відділ забезпечення якості освіти [27].

7. Створення окремих блоків та сторінок на сайті ЗВО для розміщення освітніх програм, си́лабусів та робочих програм дисциплін обов'язкових та вибірко­вих освітніх компонентів, гугл-форм для анкетування, додання на сайт посилання на вхід у застосунок АСУ та системи MOODLE [26], [27].

Необхідною умовою ефективного впровадження проєкту є дотримання графіку інформаційної підтримки його реалізації (табл. 1)

Таблиця 1

Графік заходів інформаційної підтримки

Місяць (тиждень)	Запланований захід	Відповідальна особа
Перший тиждень першого місяця	Збір всієї команди реалізації проєкту, розподіл та узгодження завдань співпраці зі стейкхолдерами	керівник проєкту
Перший місяць	Надання всієї інформації про проєкт внутрішнім стейкхолдерам; комунікація: зустрічі, вебінари, семінари-роз'яснення, круглі столи	керівник проєкту, деканати фахівці ІТ відділу
Другий місяць	Надання всієї інформації про проєкт зовнішнім стейкхолдерам, комунікація: промоушен, соціальні мережі, особисті зустрічі, круглі столи	керівник проєкту, ректор та адміністрація
Наступні 3 роки	Інформування про результати впровадження проєкту зовнішніх і внутрішніх стейкхолдерів: соціальні мережі, промоушен, піар акції залучення інших ЗВО до реалізації подібних проєктів, проходження акредитацій і обмін досвідом. Робота на підвищення рейтингу ЗВО	керівник проєкту ректор та адміністрація представники деканатів



Рис. 1. Ієрархія структури робіт для реалізації проєкту впровадження ІОС

Невід’ємною складовою успішної реалізації проєкту впровадження інформаційного освітнього середовища є автоматизація освітнього процесу ЗВО в умовах дистанційного або змішаного навчання. Це в свою чергу потребує чіткої ієрархії структури робіт для налагодження їх чіткої послідовності, поетапності та синхронізації дій структурних (рис. 1).

Одним із складників успішної реалізації проєкту є систематична робота зі стейкхолдерами, яка передбачає комплекс форм взаємодії (табл. 2)

**Таблиця 2**

**Стратегія роботи зі стейкхолдерами**

<b>Стейкхолдер</b>	<b>Сила впливу/ зацікавленість</b>	<b>Інтереси, мотиви</b>	<b>Форми роботи</b>
ЗВО (ректор, проректори)	5/5	отримання ІОС, якість навчання, репутація, рейтинг ЗВО	особисті зустрічі, заходи, соціальні мережі
Викладачі	3/4	зручність викладання, якісна освіта	зустрічі, проведення заходів для професійного розвитку, тренінги з використання ІКТ
Департамент освіти	3/3	інноваційність, репутація	комунікація, особисті зустрічі, участь у заходах
Роботодавці	2/3	якість майбутніх фахівців, репутація, промоушен	особисті зустрічі, соціальні мережі, комунікація, залучення
МОН, НАЗЯВО	2/3	акредитація, обмін досвідом	залучення, контроль, моніторинг, надання порад
Інші ЗВО	2/3	інноваційність, досвід впровадження	промоушен, особисті зустрічі
Здобувачі	1/2	якісна освіта, майбутні перспективи	соціальні мережі, зустрічі, заходи з ІТ технологіями, роз’яснення

Для ілюстрації плану та графіку робіт за проєктом використаємо діаграму Ганта (табл. 3).

*Слабкі сторони проєкту:*

- досить велика чисельність учасників проєкту, що може призводити до непорозуміння між ними та затримок виконання поставлених задач;
- можлива невмотивованість команди фінансово;
- можлива неузгодженість дій різних структурних відділів ЗВО;
- небажання змін з боку деяких викладачів, які недостатньо володіють ІТ;
- локальність проєкту.

Для уникнення або мінімізації зазначених ризиків, можна застосувати низку управлінських, організаційних і мотиваційних заходів:

- створити чітку організаційну структуру проєкту: з визначенням ролей, зон відповідальності, підзвітності;
- передбачити стимулювання з інших джерел (гранти, премії, бонуси тощо);
- залучити представників ключових підрозділів до планування проєкту – включити їх до робочих груп;
- проведення тренінгів/майстер-класів з ІТ, адаптованих під реальні потреби викладачів;
- розширення аудиторії: залучення інших ЗВО, партнерів, стейкхолдерів, громадських організацій.

Діаграма Ганта

Задача	Виконавець	Період (тижні)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Збирання команди проєкту, розподіл та узгодження завдань, контроль та моніторинг	Керівник проєкту	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Розроблення та впровадження вебзастосунку АСУ з наступними модулями (розклад, кабінет здобувача / викладача / співробітника, анкетування, опитування, електронний журнал, вибір навчальних дисциплін тощо), забезпечення захищеного паролем входу і доступу з відповідними правами здобувачів та викладачів.	ІТ відділ, відділ забезпечення якості освіти, фахівці навчального відділу	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Забезпечення корпоративними акаунтами учасників освітнього процесу з прив'язкою до Google Календаря та наданням паролів користувачам.	ІТ відділ та заступники деканів	+	+	+	+	+					
Розроблення структури змістового наповнення MOODLE, що містить перелік інститутів, факультетів, спеціальностей, курсів, обов'язкових і вибіркових дисциплін. Впровадження захищеного входу та прав доступу.	ІТ відділ та заступники деканів	+	+	+	+	+					
Підготовка контенту для дисциплін для подальшого заповнення MOODLE	Викладачі	+	+	+	+	+	+				
Розміщення розкладу занять у Google Календарі з посиланнями на Google Meet, його інтеграція з програмою АСУ та акаунтами корпоративної пошти ЗВО	ІТ відділ, фахівці навчального відділу						+	+	+	+	+
Трансформація системи MOODLE відповідно до розробленої структури та наповнення її контентом за дисциплінами.	ІТ відділ, заступники деканів, відділ забезпечення якості освіти						+	+	+	+	+
Створення окремих сторінок на сайті ЗВО для розміщення освітніх програм, силабусів, гугл форм для анкетувань, додання посилань на вхід до АСУ та MOODLE	Фахівці ІТ відділу, відділ забезпечення якості освіти	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

**Висновки.** Реалізація представленого проєкту впровадження інформаційного освітнього середовища сучасного ЗВО дасть змогу: розширити можливості доступу до навчання всіх

учасників освітнього процесу з урахуванням різноманітності особливих потреб та індивідуальних можливостей здобувачів; отримати дистанційне навчання у будь-який час та у будь-якому місці; мати доступ до даних, необхідних для якісного навчання здобувачів; персоналізувати навчання, здійснювати моніторинг індивідуальних особливостей здобувачів, створити особистий освітній простір.

Автоматизація дистанційного навчання дозволить ефективно формувати у здобувачів загальні та фахові компетентності, а також досягати необхідних програмних результатів навчання передбачених у освітніх стандартах спеціальностей за рахунок: ефективної комунікації студентів та викладачів та постійного зв'язку з ними; організації групової он-лайн діяльності на основі використання застосунку АСУ, платформи MOODLE, Google Meet, корпоративної пошти, чатів, хмарних сервісів, спільної роботи з документами тощо; забезпечення ефективного використання можливостей інноваційних освітніх технологій під час дистанційного навчання. Вище зазначене сприятиме мінімізації наслідків руйнування освітнього процесу під час війни та пандемії та в цілому підвищить ефективність фінансових витрат на освітній процес з боку сучасного освітнього закладу.

*Перспективами подальшої реалізації* проекту на першому році після провадження є відлагодження ІОС, зокрема усунення виявлених помилок та недоліків; проведення навчання здобувачів і викладачів щодо правильного користування запропонованими ІТ програмами та можливостями для ефективного впровадження автоматизованого освітнього процесу. На другому році – впровадження подібного ІОС у внутрішніх структурних підрозділах ЗВО, зокрема у підпорядкованих фахових коледжах. На третьому році можливе впровадження проекту в інших ЗВО на комерційній основі.

#### Список використаних джерел:

- [1] Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації: Розпорядження Каб. Міністрів України від 03.03.2021 р. № 167-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-p#Text>.
- [2] Цифрова трансформація освіти і науки. Проекти цифрової трансформації. Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/tag/tsifrova-transformatsiya-osviti-i-nauki?type=all&tag>
- [3] Гуревич Р. С., Кадемія М. Ю., Шевченко Л. С. Інформаційні технології навчання: інноваційний підхід. Вінниця. 2012. 348 с.
- [4] Положення про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти. Наказ Міністерства освіти і науки України від 11.07.2019 р. № 977. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-19#Text>.
- [5] Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG), 2015 : ТОВ ЦС. URL: [https://www.britishcouncil.org.ua/sites/default/files/standards-and-guidelines\\_for\\_qa\\_in\\_the\\_ehea\\_2015.pdf](https://www.britishcouncil.org.ua/sites/default/files/standards-and-guidelines_for_qa_in_the_ehea_2015.pdf)
- [6] Krasnoshtan V., Fedorov M. Preparation of the future teacher for the use of computer education technology – a priority direction of higher education reform. *Modern Engineering and Innovative Technologies*. 2023. vol. 5(25-05). P. 64–69. DOI: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2023-25-05-095>.
- [7] Єршов М.-О. Роль української ІТ-освіти на світовому ринку інформаційних товарів і послуг. *Професійна педагогіка*. 2018. Вип. 16. С. 74–81. URL: <https://jrnls.ivet.edu.ua/index.php/1/article/view/195>
- [8] Кривонос І. О. Особливості використання інформаційних технологій в освітній діяльності здобувачів освіти. *Українські студії в європейському контексті*. 2022. Вип. 5. С. 183–189.
- [9] Гуржій А., Овчарук О. Дискусійні питання інформаційно-комунікаційної компетентності: міжнародні підходи та українські перспективи. *Інформаційні технології в освіті*, 2013. №15. С. 38–43. DOI: <https://doi.org/10.14308/ite000389>
- [10] Триус Ю. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у ВНЗ: проблеми, стан і перспективи. *Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2010. 16(5), С. 3–16. URL: <https://sj.udu.edu.ua/index.php/kosn/article/view/298>
- [11] Бурдак О. О. Використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання в освітньому процесі вищої школи. *Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти*. 2012. Вип. 30-31(34-35), С. 309-317. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/13237>
- [12] Барановська В. Використання комп'ютерно орієнтованих методів навчання у підготовці майбутніх учителів початкових класів. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. 2015 №3. С. 39–44. URL: <https://journals.tnpu.ternopil.ua/index.php/pedagogy/article/view/1152>.
- [13] Weightman A. L., Farnell D. J. J., Morris D., Strange H. and Hallam G. A Systematic Review of Information

- Literacy Programs in Higher Education: Effects of Face-to-Face, Online, and Blended Formats on Student Skills and Views. *Evidence Based Library and Information Practice*. 2017. vol. 12, no. 3. P. 20–55. DOI: <https://doi.org/10.18438/B86W90>
- [14] Гевко І.В. Використання сучасних інформаційних технологій – основа професійного зростання педагога. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету*. 2018. Вип. 151(2). С. 10–14.
- [15] Спірін О. М. Інформаційно-комунікаційні та інформатичні компетентності як компоненти системи професійно-спеціалізованих компетентностей вчителя інформатики. *Inf. Technol. Learn. Tools*. 2009. 13(5). URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/183/169>
- [16] Holik I., Kersánszki T., Molnár G. and Sanda I. D. Teachers' Digital Skills and Methodological Characteristics of Online Education. *International Journal of Engineering Pedagogy*. 2023. vol. 13, no. 4. P. 50–65. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i4.37077>
- [17] Hulak H., Kriuchkova L., Skladannyi P. and Oprisky I. Formation of requirements for the electronic record-book in guaranteed information systems of distance learning. *CEUR Workshop Proceedings, Workshop on Cybersecurity Providing in Information and Telecommunication Systems*. 2021. vol. 2923, P. 137–142. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2923/paper15.pdf>
- [18] Топузов М. Проектування інформаційно-освітнього середовища навчальних закладів у сучасному суспільстві. *Український Педагогічний журнал*. 2017. Вип. 1. С. 26–36. URL: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/514>
- [19] Savytska I., Bulgakova O., Zbaravska L., Mushenyk I. and A. Rucins. Use of innovative digital education technologies in higher school during distance learning. *Engineering for Rural Development*. 2024. vol. 23, P. 48–54, DOI: 10.22616/ERDev.2024.23.TF011.
- [20] Sharlovych V Z., Vilchynska L., Danylyuk S., Huba B., Zadilska H. Digital Technologies as a Means of Improving the Efficiency of Higher Education. *International Journal of Information and Education Technology*. 2023. vol. 13, no. 8. P. 1214–1221. DOI: 10.18178/ijiet.2023.13.8.1923.
- [21] Baimakhan A., Belgibayeva G., Sarybayeva A., Baimakhanova A., Iskakova P. Formation of Communicative Competence of Students Based on the Use of Digital Technologies. *Forum for Linguistic Studies*. 2024. vol. 6, no. 6. P. 1007–1017. DOI: 10.30564/fls.v6i6.7512.
- [22] Сугоняк І. І., Коротун О. В., Марчук Г. В., Хропонюк О. Ю. Розробка та використання системи дистанційного навчання «eLearning» у закладах вищої освіти. *Inf. Technol. Learn. Tools*. 2022. 87(1). С. 288–305. DOI: 10.33407/itlt.v87i1.4231
- [23] Sharples M., Corlett D. and Westmancott O. The Design and Implementation of a Mobile Learning Resource. *Personal and Ubiquitous Computing*. 2002. vol. 6. P. 220–234. DOI: 10.1007/s007790200021
- [24] Torres E., Canaleta X. Digital Competence in Educators Through Interaction with a Virtual Learning Environment. *Proc. TEEM 2022: Tenth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, Singapore, October 19–21. 2022. P. 77–85. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-99-0942-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-99-0942-1_7).
- [25] Yakin A. Al, Muthmainnah M., Al-Matari A. S., Cardoso L.M.O. de Barros, Yunus N. H., Hajar S., Harianti H. Transferability Cybersocialization as a Digital Civility Through Artificial Intelligence-Based Design Thinking Mindset to Modern Pedagogy. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2024. vol.1075. P. 237 – 250. DOI:10.1007/978-981-97-6106-7\_13
- [26] Антонєць А., Прілепо Н., Малиш О. Використання інформаційно-комунікаційних технологій при викладанні природничо-наукових та агротехнічних дисциплін в умовах дистанційного навчання. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького*. 2023. Вип. 1. С. 78–84. DOI: 10.31651/2524-2660-2023-1-78-84
- [27] Антонєць А. В., Оніщенко В. М., Рибянський О. В. Використання інформаційно-комп'ютерних технологій при проектуванні системи організації освітнього процесу ЗВО в умовах дистанційного навчання. *Міжнар. наук.-практ. конф. Інновації та перспективні шляхи розвитку інформаційних технологій*, Черкаси, 9 груд. 2022. С. 49–50.

## DESIGNING THE INFORMATION EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF A MODERN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

*Anatolii Antonets, Valentyna Onipko, Tetiana Yaprnyets, Iuliia Ovsienko, Oksana Koshova*

**Abstract.** The main direction of informatization of the institution of higher education of Ukraine in the conditions of distance learning is the formation of its modern information educational environment (IEE) to ensure a high level of access to education for students of higher education. The article outlines the main characteristics of the information and educational environment of a modern higher educational institution, in particular objectivity, didactic component, personal orientation, unity, integration, high technology, multimedia, virtuality, openness, pedagogy, mobility. The main stages of designing an information educational environment are presented, including: creating and implementing a web application of an automated management system, providing corporate accounts; filling in content on the educational institution's website; forming the structure and filling in the MOODLE system; integrating the web application, Google Calendar,

corporate mail, and the MOODLE system; testing and debugging the proposed IEE. Important components of the IEE structure include: educational process management tools; educational process automation tools; content of the MOODLE system, aimed at forming the necessary general and professional competencies of students. The development of the project is outlined step-by-step, in particular, the purpose, tasks, content, uniqueness, expected results, personnel of the executors, stages of the project and its weaknesses are defined. The features of the project implementation to improve the quality of distance learning are presented. Weaknesses of the project have been identified, including: quite a large number of project participants, possible lack of motivation of the team due to the financial component, and reluctance of changes on the part of some teachers. For the effective implementation of the project, a strategy for working with stakeholders and a schedule of informational support for its implementation have been developed. Separately, a detailed description of the specification of project goals is provided, a hierarchy of the work structure is proposed, a Gantt chart is constructed, and further development prospects are outlined.

**Keywords:** project, MOODLE system, ACS application, Google Calendar.

### References (translated and transliterated)

- [1] Office Ministers of Ukraine. (2021, Mar. 03). *Order No 167-p, On Approval of the Concept for the Development of Digital Competencies and Approval of the Action Plan for Its Implementation*. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-p#Text> (in Ukrainian)
- [2] Digital transformation of education and science. Digital transformation projects. The Ministry of Education and Science of Ukraine [Online]. Available: <https://mon.gov.ua/tag/tsifrova-transformatsiya-osviti-i-nauki?&type=all&tag> (in Ukrainian).
- [3] R. S. Gurevich, M. Yu. Kademiya, L. S. Shevchenko, Information technologies of education: an innovative approach. Vinnytsia. 2012. p. 348. (in Ukrainian).
- [4] The Ministry of Education and Science of Ukraine. (2019, July 11). *Order No 977, Provisions on the accreditation of educational programs that train higher education applicants*. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-19#Text> (in Ukrainian)
- [5] Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG), CS Ltd, 2015. [Online]. Available: [https://www.britishcouncil.org.ua/sites/default/files/standards-and-guidelines\\_for\\_qa\\_in\\_the\\_ehea\\_2015.pdf](https://www.britishcouncil.org.ua/sites/default/files/standards-and-guidelines_for_qa_in_the_ehea_2015.pdf) (in Ukrainian).
- [6] V. Krasnoshtan, and M. Fedorov, "Preparation of the future teacher for the use of computer education technology – a priority direction of higher education reform", *Modern Engineering and Innovative Technologies*, vol. 5, no. 25-05, pp. 64–69, Feb. 2023. doi: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2023-25-05-095> (in English).
- [7] M.-O. Yershov, "The role of Ukrainian IT education in the world market of information products and services", *Professional Pedagogics*, vol. 16, p.p. 74–81, Nov. 2018. Available: <https://jrmls.ivet.edu.ua/index.php/1/article/view/195> (in Ukrainian).
- [8] I. O. Kryvonos, "Peculiarities of the use of information technologies in the educational activities of education seekers", *Ukrainian studies in the European context*, vol. 5, p. 183–189, 2022 (in Ukrainian).
- [9] A. Gurzhiy, and O. Ovcharuk, "Discussion aspects of information and communication technologies competencies: international approaches and ukrainian prospects", *Journal of Information Technologies in Education*, no. 15, p.p. 38–43, Dec. 2013. doi: <https://doi.org/10.14308/ite000389> (in Ukrainian).
- [10] YU. Tryus, "Computer-oriented methodical systems of teaching mathematical disciplines in universities: problems, status and prospects", *Computer-oriented learning systems*, vol. 5(16), pp. 3–16, Feb. 2010. [Online]. Available: <https://sj.udu.edu.ua/index.php/kosn/article/view/298> (in Ukrainian).
- [11] O. O. Burdak, "The use of computer-oriented teaching aids in the educational process of a higher school", *Problems and prospects of the formation of the national humanitarian and technical elite*, vol. 30-31(34-35), pp. 309-317, 2012. [Online]. Available: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/13237> (in Ukrainian).
- [12] V. Baranovska, "The use of computer-oriented teaching methods in the training of future primary school teachers", *The Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University*, no. 3, pp. 39–44, Dec. 2015. [Online]. Available: <https://journals.tnpu.ternopil.ua/index.php/pedagogy/article/view/1152>. (in Ukrainian).
- [13] A. L. Weightman, D. J. J. Farnell, D. Morris, H. Strange, and G. Hallam, "A Systematic Review of Information Literacy Programs in Higher Education: Effects of Face-to-Face, Online, and Blended Formats on Student Skills and Views", *Evidence Based Library and Information Practice*, vol. 12, no. 3, pp. 20–55, Sep. 2017. doi: <https://doi.org/10.18438/B86W90> (in English).
- [14] I. V. Hevko, "The use of modern information technologies is the basis of a teacher's professional growth", *Bulletin of the Chernihiv National Pedagogical University*, vol. 151(2), pp. 10–14, 2018. (in Ukrainian).
- [15] O. M. Spirin, "Information, communication and informatics competences as components of the system of professional and specialized competences of an informatics teacher", *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 13, no. 5, Nov. 2009. [Online]. Available: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/183/169>. (in Ukrainian).
- [16] I. Holik, T. Kersánszki, G. Molnár, and I. D. Sanda, "Teachers' Digital Skills and Methodological Characteristics of Online Education", *International Journal of Engineering Pedagogy*, vol. 13, no. (4), pp. 50-65, Jun. 2023.

- doi: <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i4.37077>. (in English).
- [17] H. Hulak, L. Kriuchkova, P. Skladannyi, and I. Opirskyy, “Formation of requirements for the electronic record-book in guaranteed information systems of distance learning”, in *CEUR Workshop Proceedings, Workshop on Cybersecurity Providing in Information and Telecommunication Systems*, vol. 2923, pp. 137–142, Jan. 2021. [Online]. Available: <https://ceur-ws.org/Vol-2923/paper15.pdf> (in English).
- [18] M. Topuzov, “Projecting informational and educational environment of the educational establishments in the modern societ”, *Ukrainian Educational Journal*, vol. 1, pp. 26–36, Feb. 2017. [Online]. Available: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/514> (in Ukrainian).
- [19] I. Savytska, O. Bulgakova, L. Zbaravska., I. Mushenyk, and A. Rucins, “Use of innovative digital education technologies in higher school during distance learning”, *Engineering for Rural Development*, vol. 23, pp. 48–54, May 2024. doi: 10.22616/ERDev.2024.23.TF011 (in English).
- [20] V. Z. Sharlovych, L. Vilchynska, S. Danylyuk S., B. Huba, and H. Zadilka, “Digital Technologies as a Means of Improving the Efficiency of Higher Education”, *International Journal of Information and Education Technology*, vol. 13, no. 8, pp. 1214 – 1221, Aug. 2023. doi: 10.18178/ijiet.2023.13.8.1923 (in English).
- [21] A. Baimakhan, G. Belgibayeva, A. Sarybayeva, A. Baimakhanova, and P. Iskakova, “Formation of Communicative Competence of Students Based on the Use of Digital Technologies”, *Forum for Linguistic Studies*, vol. 6, no. 6, pp. 1007–1017, Dec. 2024. doi: 10.30564/fls.v6i6.7512 (in English).
- [22] I. I. Sugonyak, O. V. Korotun, G. V. Marchuk, and O. Y. Khroponiuk, “Development and use of distance learning system «eLearning» in higher education institutions”, *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 87, no. 1, pp. 288–305, Mar. 2022. doi: 10.33407/itlt.v87i1.4231 (in Ukrainian).
- [23] M. Sharples, D. Corlett, and O. Westmancott, “The Design and Implementation of a Mobile Learning Resource”, *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 6, p.p. 220–234, May 2002. doi: 10.1007/s007790200021 (in English).
- [24] E. de Torres, and X. Canaleta, “Digital Competence in Educators Through Interaction with a Virtual Learning Environmen”, in *Proc. TEEM 2022: Tenth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturalit*, at Singapore, October 19–21, 2022. pp. 77–85. doi: [https://doi.org/10.1007/978-981-99-0942-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-99-0942-1_7) (in English).
- [25] A. Al Yakin, M. Muthmainnah, A. S. Al-Matari, L.M.O. de Barros Cardoso, N. H. Yunus, S. Hajar, and H. Harianti, “Transferability Cybersocialization as a Digital Civility Through Artificial Intelligence-Based Design Thinking Mindset to Modern Pedagogy”, *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 1075, pp. 237 – 250, Apr. 2024. doi: 10.1007/978-981-97-6106-7\_13
- [26] A. Antonets, N. Prilepo, and O. Malysh, “The use of information and communication technologies in the teaching of natural sciences and agrotechnical disciplines in the conditions of distance learning”, *Bulletin of the Cherkasy National University named after Bohdan Khmelnytskyi*, vol. 1, pp. 78–84, Mar. 2023. doi: 10.31651/2524-2660-2023-1-78-84. (in Ukrainian)
- [27] Antonets A.V., Onishchenko V.M., Rybyanskyi O.V. “The use of information and computer technologies in the design of the system of organization of the educational process of higher education institutions in conditions of distance learning”, in the *International Scientific and Practical Conference Innovations and promising ways of development of information technologies*, Cherkasy, Dec. 9, 2022, pp. 49–50. (in Ukrainian)

**Тітарчук Сергій Володимирович**  
аспірант другого року навчання спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки  
Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна  
ORCID ID 0009-0003-1229-072X  
*s.v.titarchuk@udu.edu.ua*

**Малежик Петро Михайлович**  
доктор педагогічних наук, професор, доцент кафедри комп'ютерної та програмної інженерії,  
Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0001-6816-988X  
*p.m.malezhyk@udu.edu.ua*

## ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТРАДИЦІЇ: ПЕРЕШКОДИ НА ШЛЯХУ ДО ЦИФРОВІЗАЦІЇ В СИСТЕМІ ВИЩОЇ ШКОЛИ

**Анотація.** У статті здійснено комплексний аналіз процесів цифровізації вищої освіти в контексті збереження академічних традицій. Розглянуто основні переваги цифрових технологій у навчальному процесі: гнучкість освітніх траєкторій, підвищена доступність знань, можливість персоналізованого навчання, автоматизація оцінювання та підтримка інклюзивної освіти. Водночас визначено низку перешкод на шляху цифрової трансформації університетів: опір змінам з боку викладачів та адміністрації, недостатній рівень цифрової грамотності серед викладачів і студентів, психологічні бар'єри, технічні труднощі, фінансові обмеження, а також етичні виклики, пов'язані з дотриманням академічної доброчесності та зниженням якості міжособистісної взаємодії. Особливу увагу приділено філософським, соціокультурним і педагогічним засадам традиційної моделі освіти. Описано цінність академічної спадщини, що формувалася протягом століть і відіграє ключову роль у становленні особистості та збереженні ідентичності університетського середовища. Проведено порівняльний аналіз освітніх підходів у різних регіонах світу – зокрема, європейських, американських та азійських моделей – із метою з'ясування ступеня впливу цифрових технологій на національні освітні традиції. Розкрито відмінності у сприйнятті освіти як соціального інституту в різних культурах, а також роль цифровізації у трансформації класичних педагогічних парадигм. Автори підкреслюють, що впровадження цифрових технологій має не лише враховувати культурні та історичні особливості освітнього середовища, але й зберігати ключові принципи гуманістичного підходу до навчання. У статті також запропоновано впровадження гібридного навчання як ефективного балансу між традиційними та інноваційними підходами, розвиток цифрових компетентностей учасників освітнього процесу та формування державної політики підтримки цифрової трансформації.

**Ключові слова:** цифровізація освіти, вища школа, цифрова грамотність, академічна доброчесність, перешкоди, інновації, етика, психологічні виклики, ІКТ в освіті.

**Вступ.** Цифровізація освіти – один із головних трендів XXI століття, що змінює навчання, викладання та управління освітніми процесами. Нові технології роблять освіту доступнішою, персоналізованою та ефективною. Водночас вони створюють чимало викликів.

У вищій освіті ці зміни відчуються особливо гостро. Університети зберігають багатовікові академічні традиції, що формують основу навчального процесу. Тому їх цифрова трансформація відбувається повільніше, ніж у бізнесі чи технологічних компаніях.

Цифровізація має як переваги, так і ризики. Вона робить навчання гнучкішим, забезпечує доступність освітніх ресурсів і спрощує адміністративні процеси. Однак може призвести до зниження якості освіти та втрати живої взаємодії між студентами й викладачами.

Актуальність цього дослідження визначається тим, що баланс між традиціями та новими технологіями є однією з головних проблем сучасної освіти. Аналізуючи ці аспекти, ми зможемо краще зрозуміти, як забезпечити ефективний перехід до цифрової епохи, не руйнуючи фундаментальні цінності академічної освіти.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблематика впровадження цифрових технологій в освіту є об'єктом наукового інтересу низки вітчизняних дослідників, зокрема О. О. Абакумової [1], В. Ю. Бикова [4], В. М. Бабаєва [2], О. П. Буйницької, Л. М. Сергєєвої, Р. С. Гуревич [12], О. М. Шпарик [13] та ін.

Так, О. О. Абакумова у своїх працях досліджує сутність, специфіку та трансформаційні процеси дистанційної освіти в умовах цифровізації суспільства, приділяючи увагу педагогічним, психологічним і технологічним аспектам її впровадження в сучасну освітню практику [1]. В. М. Бабаєв у співавторстві з колегами аналізує вплив цифрових технологій на організацію й зміст вищої освіти, акцентуючи увагу на викликах і перспективах цифрової трансформації університетської освіти в умовах глобалізаційних змін [2]. Н. В. Бахмат разом з групою авторів розкриває сучасні підходи до формування цифрової компетентності майбутніх педагогів, узагальнюючи європейський досвід та інноваційні освітні методики щодо ефективного використання цифрових технологій у професійній діяльності [3].

Значний внесок у дослідження цифрової трансформації освітньо-наукової сфери зробив Биков В. Ю., який обґрунтовує необхідність розбудови сучасної комп'ютерно-технологічної платформи як основи сталого розвитку освіти і науки в Україні [4; 5].

Окрему увагу привертає дослідження Л. М. Сергєєвої, присвячене гейміфікації в освітньому менеджменті: авторка аналізує можливості використання ігрових механік як інструменту мотивації персоналу, розкриваючи потенціал ігор для підвищення ефективності управління в освітній сфері [6].

Варто також зазначити, що впровадження новітніх технологій в освіті ґрунтується на сучасній нормативно-правовій базі. Зокрема, Закон України «Про освіту» [7] визначає цифрову компетентність як ключову складову професійної діяльності педагогічних працівників. Урядовий рівень стратегічного планування представлений Концепцією розвитку цифрової освіти, затвердженою постановою Кабінету Міністрів України [8], яка встановлює основні напрями впровадження цифрових технологій у систему освіти. Крім того, Стратегія цифрової трансформації освіти і науки на 2021–2026 роки, розроблена Міністерством освіти і науки України [9], окреслює довгострокові цілі цифрової модернізації освітньо-наукової галузі.

**Метою написання статті** є аналіз основних перешкод на шляху цифровізації вищої школи та пошук можливих шляхів їх подолання. Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Розкрити сутність цифровізації освіти та її ключові тенденції.
2. Дослідити традиційні підходи у вищій школі та їх вплив на сучасний освітній процес.
3. Виявити основні перешкоди, що ускладнюють цифрову трансформацію університетів.
4. Запропонувати стратегії гармонійного поєднання традицій та цифрових рішень у вищій освіті.

**Подання основного матеріалу дослідження.** Цифровізація освіти – це процес інтеграції інформаційних технологій у всі аспекти освітнього процесу, що охоплює як методи навчання, так і адміністрування освітніх установ. Вона передбачає використання електронних платформ, віртуальних курсів, штучного інтелекту та інших інновацій для підвищення ефективності навчання.

Згідно з дослідженням ЮНЕСКО (2022), цифровізація освіти сприяє [10], [11]:

- *Персоналізації навчання* – адаптація програм під індивідуальні потреби слухачів.
- *Автоматизації процесів* – зменшення бюрократії в освітніх установах.
- *Розширенню доступу до освіти* – можливість навчання незалежно від місця проживання.

Глобальна цифрова трансформація освіти відбувається нерівномірно. В розвинених країнах цей процес є швидшим завдяки широкому доступу до технологій, тоді як у країнах, що розвиваються, цифровізація стикається з обмеженим фінансуванням та відсутністю інфраструктури [3-5]. Сучасні тенденції цифровізації освіти включають різні підходи та технології, які змінюють спосіб організації освітньої діяльності:

– *Масове онлайн-навчання (Massive Open Online Courses, MOOCs)* - онлайн-платформи, які дозволяють мільйонам здобувачів освіти з усього світу отримувати доступ до навчальних матеріалів від провідних університетів. Наприклад, платформи *Coursera*, *EdX*, *Udemy* та *FutureLearn* пропонують курси від Гарварду, МІТ, Оксфорду та інших провідних закладів.

Однак MOOCs також мають певні виклики, такі як низький рівень завершення курсів та відсутність особистого контакту зі студентами.

– *Використання штучного інтелекту (AI)*. AI допомагає адаптувати навчальні матеріали до потреб студентів, створюючи персоналізовані траєкторії навчання. Наприклад, інтелектуальні тьютори можуть аналізувати прогрес здобувачів освіти та надавати рекомендації щодо додаткових матеріалів. Такі технології вже активно впроваджуються у США та Європі, де AI-технології використовуються для перевірки тестів, визначення стилю навчання студентів та покращення доступності навчальних ресурсів для осіб з особливими потребами.

– *Гейміфікація та віртуальна реальність (VR)*. Інтерактивні методи навчання, що включають використання ігрових механік та віртуальних лабораторій для підвищення мотивації учнів вишів. Використання VR у навчанні дозволяє студентам проводити експерименти у віртуальному середовищі, що є особливо важливим для дисциплін, таких як медицина, інженерія та природничі науки. Наприклад, студенти закладів медичної освіти можуть практикувати хірургічні операції у VR-середовищі без ризику для пацієнтів.

– *Хмарні технології та мобільне навчання* забезпечують отримання доступу до навчальних матеріалів із будь-якого пристрою. Використання *Learning Management Systems (LMS)*, таких як *Moodle, Blackboard, Google Classroom*, дозволяє організовувати навчальний процес, створювати інтерактивні завдання та автоматично перевіряти знання студентів.

– *Мікронавчання та адаптивні технології*. Зростає популярність коротких, структурованих навчальних модулів, які можна проходити у власному темпі. Мікронавчання особливо корисне у підготовці професійних кадрів, коли важливо швидко отримати практичні навички.

Ці технологічні зміни створюють нові можливості для освітнього процесу, проте також ставлять перед університетами завдання адаптації навчальних програм, зміни традиційних методів викладання та забезпечення рівного доступу до цифрових ресурсів.

Цифровізація освіти сприяє низці позитивних змін, що стосуються організації навчального процесу, ефективності засвоєння знань. Основні переваги цифрових технологій включають:

– *Гнучкість та доступність*. Студенти можуть навчатися в зручний для них час та в будь-якому місці, що особливо важливо для осіб, які поєднують навчання з роботою або іншими зобов'язаннями.

– *Персоналізація процесу навчання*. Цифрові платформи дозволяють адаптувати навчальні матеріали відповідно до рівня знань та потреб конкретного студента, що підвищує ефективність засвоєння матеріалу.

– *Економія ресурсів*. Цифрові підручники та онлайн-курси зменшують потребу у друкованих матеріалах, що дозволяє знизити витрати на освіту.

– *Автоматизація оцінювання знань*. Платформи з вбудованими тестовими завданнями та штучним інтелектом спрощують процес оцінювання, надаючи миттєвий зворотний зв'язок студентам.

– *Розширений доступ до міжнародних освітніх ресурсів*. Цифрові технології відкривають можливість навчатися за програмами найкращих університетів світу без необхідності фізичної присутності.

– *Інтерактивність та візуалізація*. Використання мультимедійних матеріалів, відео-лекцій, анімаційних моделей та VR-технологій сприяє кращому засвоєнню складних концепцій та практичних навичок.

– *Спрощення адміністративних процесів*. Автоматизовані системи управління освітою (LMS) значно полегшують управління розкладом, реєстрацією студентів, обліком відвідуваності та виставленням оцінок.

– *Підтримка інклюзивної освіти*. Цифрові платформи дозволяють адаптувати освітній процес для студентів з особливими потребами, пропонуючи інструменти для текстового та голосового перетворення, субтитрування відео-лекцій тощо.

Однак, попри численні переваги, цифровізація освіти також має певні виклики, такі як потреба у високому рівні цифрової грамотності викладачів і студентів, питання академічної доброчесності та ризик втрати особистої взаємодії у процесі навчання. Все це є ризиками, які необхідно враховувати для збереження якості освітнього процесу.

Традиційна система освіти базується на концепції академічної наступності, яка передбачає передачу знань, навичок і культурних цінностей від одного покоління до іншого. Філософські погляди Платона, Канта та Гегеля наголошують на ролі освіти у формуванні світогляду та моральних орієнтирів людини [1, с.18-21].

Платон вважав, що освіта повинна виховувати ідеальну людину, формуючи її духовні та розумові якості. Кант підкреслював важливість освіти для розвитку автономного мислення та моральної відповідальності. Гегель розглядав освіту як інструмент розвитку суспільної свідомості та формування духу нації. Ці філософські концепції визначають університети як не лише освітні, а й культурні осередки, що сприяють становленню особистості та суспільного розвитку [1, с.65-66].

Ключову роль у традиційній освіті відіграє викладач, який виступає носієм знань і головним джерелом даних. Взаємодія між викладачем і студентами будується на безпосередньому спілкуванні, що сприяє формуванню критичного мислення та розвитку аналітичних навичок. Традиційна модель освіти передбачає структурований навчальний процес, чітку систему оцінювання та високі вимоги до академічної дисципліни.

Проте, в умовах цифровізації роль викладача змінюється – він поступово перетворюється на наставника та координатора процесу навчання. Студенти отримують більше самостійності у виборі навчальних матеріалів, що може як покращити якість освіти, так і створити ризики, пов'язані з недостатнім контролем засвоєння знань.

Таким чином, університети – це не лише місця отримання дипломів, а й центри духовного, морального і наукового розвитку суспільства. Цифровізація освітнього процесу, з одного боку, розширює можливості навчання, але з іншого – може стати причиною втрати багатьох важливих освітніх традицій.

Класична модель навчання базується на суб'єктно-об'єктній парадигмі, де викладач – активний носій знань, а студент – пасивний їх отримувач.

Основними характеристиками традиційної освіти є:

- *Авторитарна роль викладача* – професор виступає як єдине джерело знань.
- *Живе спілкування* – навчальний процес базується на безпосередній взаємодії викладача та студентів.
- *Жорстка дисципліна та регламент* – чітко визначений навчальний план, іспити, оцінки.
- *Класичні форми навчання* – лекції, семінари, консультації, дискусії.

Традиційна освіта спрямована на формування критичного мислення, аналітичних навичок і здатності до наукового дослідження. Однак із розвитком комп'ютерних технологій роль викладача поступово змінюється – він стає наставником і координатором, а студент отримує більше самостійності.

Це породжує конфлікт між поколіннями викладачів і студентів. Молодь віддає перевагу інтерактивним платформам та онлайн-курсам, тоді як багато викладачів продовжують дотримуватися традиційних підходів.

Серед основних викликів традиційної педагогіки в умовах цифровізації виділяють:

- скорочення безпосереднього контакту між викладачем і студентом у цифрових середовищах;
- втрата контролю над навчальним процесом – студенти можуть обирати альтернативні онлайн-ресурси замість традиційних лекцій;
- зменшення ролі університету як головного освітнього центру – через зростання популярності онлайн-освіти.

Таким чином, традиційна освіта стикається з викликами, які вимагають переосмислення ролі викладача та освітнього процесу у цифрову епоху.

Система вищої освіти в кожній країні формується під впливом національних, культурних і соціальних факторів. Вони визначають методи викладання, роль викладачів та студентів, а також пріоритети навчання. Освіта не є просто передачею знань. Вона є засобом збереження культурної ідентичності, формування світогляду та соціальних норм.

Різні країни мають свої історично сформовані освітні моделі, які відображають суспільні цінності та особливості національного розвитку. Однак процес цифровізації ставить питання про зміну традиційних підходів та їх адаптацію до глобалізованого освітнього простору.

*Європейська модель (Болонська система)* вищої школи ґрунтується на Болонському процесі. Вона орієнтована на глибоку теоретичну підготовку та розвиток академічної свободи студентів. Її основні риси:

- *Академічна свобода студентів.* Студенти самостійно обирають частину навчальних курсів та мають значну автономію у побудові власної освітньої траєкторії.
- *Великий акцент на самостійному навчанні.* Викладачі виконують роль менторів, а студенти самостійно опрацьовують значну частину матеріалу.
- *Глибокі теоретичні знання.* Освіта спрямована не лише на практичні навички, а й на розвиток аналітичного мислення та академічних досліджень.

Система академічної освіти США (*Американська модель*) є найгнучкішою у світі та побудована на модульному принципі. До основних її характеристик відносять:

- *Гнучкість навчальної програми.* Студенти можуть змінювати спеціальність, комбінувати курси з різних галузей знань та навіть самостійно формувати навчальні плани.
- *Велика увага до практичного навчання.* Університети США тісно співпрацюють з бізнесом та науковими інституціями, що дозволяє студентам застосовувати отримані знання на практиці.
- *Акцент на дослідницькі проєкти.* Студенти залучаються до наукових досліджень ще під час навчання. Це сприяє їхній професійній підготовці.

Вищу освіту в азійських країнах (*Азійська модель: Японія, Китай, Південна Корея*) визначає висока дисципліна та конкуренція, що зумовлено культурними особливостями. Серед основних рис виділяють:

- *Жорстка дисципліна.* Навчальний процес суворо регламентований, студенти піддаються високому академічному навантаженню.
- *Висока конкуренція серед студентів.* Вступ до престижних університетів є надзвичайно складним, а успіх у навчанні визначає кар'єрні можливості.
- *Повага до викладача як авторитету.* У класичній азійській освіті велику роль відіграє ієрархія, а студенти виявляють високий рівень пошани до викладачів.

Цифровізація освіти у вишах має великий вплив на традиційні моделі освіти. Зазвичай цей вплив має позитивні наслідки.

Завдяки розвитку онлайн-курсів (Coursera, EdX, Udemy) студенти з будь-якої країни можуть отримати знання від провідних університетів світу. Це зменшує вплив національних освітніх традицій. Внаслідок чого багато університетів адаптують свої програми до міжнародних стандартів, щоб залишатися конкурентоспроможними.

Цифрові технології сприяють зміщенню акценту від теоретичних знань до практичних навичок. Університети більше орієнтуються на ринкові потреби, інтегруючи в навчання кейс-методи, проєктне навчання та реальні бізнес-завдання.

Онлайн-освіта змінює соціальну динаміку університетів. Все більше комунікації відбувається через цифрові канали (електронна пошта, форуми, відео-зустрічі). Це зменшує роль неформальних обговорень та безпосередньої взаємодії, що впливає на соціалізацію студентів і їхню залученість до академічного життя.

Освіта виконує не лише навчальну, а й культурну та соціальну функцію. Вона сприяє передачі традицій, формуванню цінностей та національної ідентичності. Наприклад: 1) в європейській системі університети традиційно розглядалися як інтелектуальні центри, що сприяють розвитку наукової думки; 2) в Азії освіта є інструментом соціальної мобільності – студентам з дитинства прищеплюють дисципліну та конкурентний дух; 3) в Україні

університети історично відігравали роль культурних і наукових осередків, де формувалася національна еліта та підтримувалася ідентичність народу.

Проте цифровізація змінює ці традиції, роблячи освіту більш універсальною, але менш національною. Студенти мають можливість користуватися глобальними освітніми ресурсами. Це призводить до зменшення ролі локальних культурних впливів у навчальному процесі.

Таким чином, завдання сучасних університетів та урядів – знайти баланс між збереженням культурної спадщини та впровадженням інноваційних технологій, які дозволять зробити освіту більш ефективною, доступною та відповідною до вимог ХХІ століття.

Однією з найбільших перешкод на шляху цифровізації вищої школи є глибокий опір зміні традиційних освітніх практик та впровадженню новітніх технологій. Це явище, зокрема, пов'язане з консерватизмом викладачів, адміністрації університетів, з упередженим ставленням до нових форм навчання. Відсутність готовності до змін з боку ключових учасників навчального процесу обумовлюється наступними факторами:

1. *Консерватизм викладачів та адміністрації.* Багато викладачів і адміністраторів вишів досі прив'язані до традиційних форм викладання та управління навчальним процесом, що ускладнює процес адаптації до нових інформаційних технологій. Для них нововведення в освіті можуть виглядати занадто складними або навіть надмірними. Більш того, існує думка, що нові технології можуть знижувати ефективність навчання, оскільки вони відривають студентів від класичної навчальної практики. Це пов'язано також із відсутністю достатньої кількості часу для освоєння нових інструментів або ресурсів.

2. *Побоювання втрати якості освіти.* Одним із найбільших занепокоєнь викладачів і адміністраторів є страх втрати якості освіти через перехід до цифрових платформ. Вони хвилюються, що онлайн-формати навчання зменшать рівень взаємодії між студентами та викладачами, разом з тим негативно вплинуть на академічну успішність і дисципліну студентів. Відсутність прямого контакту з аудиторією може викликати менш інтенсивний та продуктивний обмін знаннями.

3. *Бюрократичні бар'єри.* У багатьох випадках освітні установи стикаються з величезними бюрократичними перепонами на шляху впровадження електронних технологій. Це може включати повільну регуляторну систему, яка не завжди здатна оперативно реагувати на потреби сучасної системи освіти. Разом з тим, наявність застарілих стандартів і вимог ускладнює інтеграцію нових технологій у вже існуючу структуру [4]. Адміністрація вишів, крім того, може побоюватися, що інвестування в новітні технології без наявності чіткої політики чи нормативних актів призведе до додаткових витрат, які будуть важко виправдати.

4. *Стійкість до змін серед студентів.* Існує також проблема сприйняття зміни форм навчання серед самих студентів. Багато з них можуть бути не готовими до переходу на цифрові платформи, особливо якщо вони звикли до традиційного навчання в аудиторіях. Це ставить питання про мотивацію та самодисципліну студентів. Вони повинні будуть адаптуватися до нових методів навчання, які не завжди передбачають класичні форми взаємодії.

5. *Нерівність доступу до технологій.* Консерватизм освітніх установ може бути частково викликаний нерівномірним доступом до сучасних технологій. Наприклад, деякі університети, особливо в країнах з обмеженими економічними ресурсами, можуть не мати достатніх можливостей для впровадження цифрових рішень. Через це впровадження нових технологій сприймається як проблема, яка потребує значних фінансових та організаційних зусиль [3]. Це підсилює опір змінам серед працівників освіти, які не мають впевненості в успіху ініціатив.

6. *Інституційна інерція та страх невдачі.* Навіть при бажанні змінити традиційні освітні практики, освітні установи часто стикаються з інституційною інерцією. Адміністрації бояться ризику невдачі та невизначеності, що може виникнути через впровадження нових технологій без попереднього тестування або дослідження їх ефективності в специфічних умовах. Це породжує атмосферу страху перед невдачею та можливими негативними наслідками.

Загалом, опір змінам у вищій освіті є багатограним і складним явищем, яке потребує комплексного підходу до вирішення. Лише після подолання цих бар'єрів можна буде ефективно впроваджувати цифрові технології в навчальний процес, що дозволить підвищити якість освіти та адаптувати систему до сучасних вимог.

Однією з ключових перешкод впровадження нових технологій у вищу освіту є низький рівень цифрової грамотності серед викладачів і студентів [2-5]. У сучасному світі, де технології швидко розвиваються, недостатня підготовка користувачів до ефективного використання електронних платформ і інструментів може значно гальмувати процес цифровізації. Ці проблеми можна поділити на кілька основних аспектів:

1. *Брак навичок використання цифрових платформ серед викладачів.* Для багатьох викладачів цифрові технології залишаються чужими або навіть складними для освоєння. Декілька поколінь педагогів привчені до традиційних методів навчання, де важливе місце займають лекції, семінари та інші форми аудиторної роботи. Тому перехід на нові освітні платформи, інтерактивні інструменти та цифрові методи викладання є справжнім викликом. Відсутність спеціалізованих навичок роботи з програмним забезпеченням для створення навчальних матеріалів, ведення онлайн-курсу, організації дистанційних комунікацій та оцінювання студентів призводить до нерішучості викладачів щодо впровадження таких інструментів у свою роботу.

2. *Проблеми самоорганізації у студентів при дистанційному навчанні.* Оскільки більшість студентів звикли до традиційного формату навчання, який включає безпосередню взаємодію з викладачем і іншими студентами, перехід до дистанційного формату вимагає високого рівня самоорганізації та дисципліни. Багато студентів не мають достатніх навичок ефективного планування часу, як і утримання уваги та мотивації на завданнях без фізичної присутності в навчальному закладі. Цифрові платформи часто пропонують великий обсяг інформації. Це може зумовити перевантаження та фрустрацію, якщо студент не володіє достатніми навичками роботи з такими ресурсами.

3. *Відсутність інтересу до освоєння нових цифрових інструментів.* Відсутність мотивації до освоєння цифрових інструментів також є серйозною проблемою. Не всі студенти та викладачі мають бажання витратити час на вивчення нових платформ чи інструментів. Особливо якщо вони вважають їх складними або зайвими для виконання навчальних завдань. Це може бути зумовлено браком часу, певними психологічними бар'єрами, коли зміна звичних методів викладання та навчання сприймається як додаткове навантаження.

4. *Неоднаковий рівень цифрової грамотності серед студентів.* У межах одного навчального закладу можуть спостерігатися значні відмінності в рівні цифрової грамотності серед студентів. Деякі з них мають високий рівень володіння сучасними технологіями та швидко адаптуються до нових умов, тоді як інші стикаються з серйозними труднощами. Цей дисбаланс є важливою перешкодою, оскільки більшість освітніх платформ вимагають певного рівня підготовки, що не завжди є в наявності у всіх студентів. Особливо це стосується студентів з сільської місцевості або невеликих міст, де отримання доступу до сучасних технологій та інтернет-ресурсів може бути обмеженим.

5. *Нестача підтримки з боку університету.* Одна з основних проблем, яка ускладнює розвиток цифрової грамотності у вищій освіті, полягає в недостатній підтримці з боку університетів. Багато навчальних закладів не мають структурованих програм навчання для викладачів і студентів, спрямованих на розвиток навичок роботи з цифровими інструментами. Відсутність спеціалізованих тренінгів, онлайн-курсів та консультацій може стати причиною того, що навіть найкращі технології не будуть ефективно впроваджені через недостатню підготовленість користувачів.

6. *Проблеми із залученням цифрових інструментів у процес викладання.* Викладачі, навіть якщо і мають базові навички використання цифрових платформ, можуть не знати, як інтегрувати їх у свою педагогічну практику так, щоб це було ефективно для студентів. Відсутність практичних рекомендацій щодо використання нових технологій для покращення

навчальних результатів може сприяти тому, що ці інструменти не будуть застосовуватися належним чином.

7. *Виклики в інтеграції нових технологій в існуючі навчальні програми.* Навіть після того, як викладачі та студенти отримують необхідні навички, виникає проблема інтеграції нових цифрових інструментів у існуючі навчальні програми. Створення змішаних форм навчання (гібридних курсів), які поєднують традиційні методи з використанням цифрових платформ, потребує ретельного планування, адаптації навчальних матеріалів і методів оцінювання, що також може спричиняти додаткові труднощі.

8. *Проблеми доступу до цифрових технологій.* Окрім проблем з навичками, важливою перешкодою є і відсутність рівного доступу до цифрових рішень. Студенти з недостатнім доступом до якісного інтернету, комп'ютерної техніки чи спеціалізованого програмного забезпечення можуть відчувати значні труднощі під час навчання в онлайн-форматі. Це підсилює нерівність у навчальних можливостях і створює бар'єри для ефективного використання цифрових платформ.

Для подолання цих викликів необхідно розробити стратегії підвищення цифрової грамотності серед викладачів і студентів. Важливо запроваджувати регулярні тренінги, консультації та підтримку. Потрібно також активно інтегрувати цифрові технології в навчальні програми з урахуванням різних рівнів підготовки користувачів. Лише так можна забезпечити ефективне використання цифрових інструментів у навчальному процесі і сприяти розвитку високоякісної освіти в умовах цифровізації.

Перехід до сучасних технологій в освіті не лише змінює методи навчання та взаємодії між викладачами і студентами, але й породжує низку етичних та психологічних викликів, які необхідно враховувати при впровадженні інновацій. Ці аспекти охоплюють питання соціальної взаємодії, академічної доброчесності, психічного здоров'я учасників процесу навчання та зростаючу проблему цифрової перетоми.

1. *Зменшення соціальної взаємодії та вплив на комунікативні навички.* Однією з найбільших проблем переходу на цифрові технології є зменшення рівня соціальної взаємодії між студентами та викладачами. Фізична відсутність у класі знижує можливості для неформальних обговорень, командної роботи, вирішення конфліктів у живому спілкуванні, що традиційно сприяє розвитку комунікативних навичок. Це має особливо важливе значення в освітньому процесі, де здатність до ефективної комунікації є необхідною умовою для професійного успіху студентів. Зменшення можливостей для спонтанних обговорень може також призвести до того, що студенти починають відчувати себе ізольованими, що ускладнює формування командної атмосфери та студентської спільноти.

Відсутність особистого контакту може мати особливо негативні наслідки для студентів, які тільки починають своє навчання у вищому навчальному закладі, оскільки для них взаємодія з однокурсниками і викладачами є важливою складовою соціалізації в університетському середовищі.

2. *Проблеми академічної доброчесності.* З розвитком комп'ютерних технологій зростає доступ студентів до сторонніх ресурсів, що ускладнює контроль за академічною доброчесністю. Онлайн-платформи та інтернет-ресурси надають безліч можливостей для плагіату, несанкціонованого використання сторонніх джерел і копіювання робіт інших студентів. Це підвищує рівень складності для викладачів при оцінюванні індивідуальних досягнень студентів. В результаті, освітнім установам необхідно розробляти нові методи і стратегії для боротьби з порушеннями академічної доброчесності, зокрема використовувати спеціалізовані програми для перевірки плагіату та надавати студентам більш чіткі інструкції щодо правильного цитування та використання джерел інформації.

Важливою проблемою є також потенційна етика віртуальних екзаменів, де легко можуть виникати ситуації шахрайства (наприклад, використання сторонніх допоміжних ресурсів або підробка результатів). Підвищення академічної доброчесності вимагає створення нових форм контролю та оцінювання, зокрема за допомогою систем дистанційного контролю за екзаменами та онлайн-тестуванням.

3. *Цифрова перевтома та вплив на психічне здоров'я.* Тривале використання комп'ютерів та інших цифрових пристроїв може стати причиною феномену, відомого як «цифрова перевтома» (digital fatigue). Погіршення здоров'я внаслідок надмірного використання цифрових рішень є серйозною проблемою для студентів та викладачів, оскільки вони змушені проводити значну кількість часу за екранами комп'ютерів та мобільних пристроїв. Це може проявлятися у вигляді стомленості очей, головного болю, порушень сну та інших симптомів, пов'язаних із надмірним використанням електронних пристроїв.

Більш того, зростаюча кількість цифрових завдань і онлайн-занять може призвести до перевантаження та зниження мотивації, що часто виражається в синдромі «цифрової депресії». Студенти можуть відчувати стрес і тривогу через постійний тиск, пов'язаний із необхідністю виконувати завдання в онлайн-форматі, що вимагає багатозадачності та стирає межі між навчанням і особистим життям. Психологічне вигорання викладачів через необхідність постійно адаптуватися до нових технологій, підтримувати зв'язок зі студентами в онлайн-форматі і створювати нові цифрові матеріали та курси також є серйозною проблемою.

4. *Використання технологій для персоналізації навчання та викликані етичні проблеми.* З одного боку, цифрові технології надають можливості для персоналізації навчання, зокрема через адаптивні платформи, які підлаштовують програму залежно від потреб і рівня кожного студента. Однак ця персоналізація має й свої етичні виклики, зокрема щодо збору та обробки персональних даних студентів. Важливим є питання безпеки даних, захисту конфіденційних даних та забезпечення згоди студентів на опрацювання їхніх даних для персоналізації навчання.

Використання великих даних для аналізу успішності студентів також може створювати ризики дискримінації або соціальної нерівності. Студенти з менш розвиненою цифровою грамотністю або з проблемами доступу до технологій можуть бути несправедливо оцінені чи маргіналізовані через системи, що спираються на великі дані.

5. *Психологічний ефект від безконтактного навчання.* Електронне навчання може викликати відчуття ізоляції у студентів, оскільки вони не мають змоги спілкуватися безпосередньо з однолітками та викладачами. Це особливо важливо для тих, хто не звик працювати в автономному режимі або має соціальні труднощі в реальному житті. Психологічний ефект «віртуальної самотності» може обернутися зниженням мотивації, втратою зацікавленості в навчанні і навіть появою депресії серед студентів. Важливо також зазначити, що дистанційне навчання може створювати психологічний тиск через складність у налагодженні стабільних соціальних контактів, що є критичним для молоді в процесі її розвитку.

Цифровізація освіти приносить не лише переваги, але й виклики етичного та психологічного характеру. Для ефективного подолання цих проблем необхідно приділяти увагу розвитку цифрової культури серед студентів та викладачів, зокрема за допомогою програм, спрямованих на формування етики цифрового навчання. Також важливим є створення умов для психологічної підтримки учасників навчального процесу в умовах цифрової трансформації, що дозволить зберегти здоровий баланс між технічними інноваціями та людським фактором.

Цифровізація вищої освіти вимагає значних фінансових інвестицій та наявності сучасної технічної інфраструктури. Однак, далеко не всі навчальні заклади мають необхідні ресурси для ефективного впровадження електронних технологій. Відсутність фінансування, нерівна доступність цифрових інструментів та проблеми технічної застарілості є одними з ключових бар'єрів у цьому процесі [5].

Впровадження новітніх технологій потребує значних фінансових ресурсів на таких рівнях:

– *Закупівля обладнання.* Університети повинні мати сучасні комп'ютери, сервери, сенсорні дошки, цифрові лабораторії та інші пристрої для ефективного навчання. Багато закладів освіти, особливо державні університети з обмеженими бюджетами, не можуть дозволити собі регулярні оновлення техніки.

– *Придбання ліцензійного програмного забезпечення.* Для ефективного навчання необхідно використовувати спеціалізовані програми, такі як системи управління навчанням (LMS), платформи для тестування, програми для дистанційного зв'язку та мультимедійні інструменти. Вартість ліцензій на такі програми може бути дуже високою, що стає фінансовим тягарем для закладів освіти.

– *Курси підвищення кваліфікації* – впровадження онлайн-технологій потребує навчання викладачів та адміністративного персоналу. Це включає організацію тренінгів, вебінарів і курсів, що також вимагає додаткових коштів.

– *Технічна підтримка та обслуговування* – навіть якщо заклад освіти інвестував у цифровізацію, необхідно постійно підтримувати технічне обладнання в робочому стані. Це потребує окремого бюджету на сервісне обслуговування, ремонт та оновлення обладнання.

Через ці фінансові обмеження університети змушені шукати альтернативні шляхи фінансування, такі як державні гранти, спонсорська допомога або співпраця з ІТ-компаніями. Проте відсутність стабільного фінансування значно ускладнює процес цифровізації.

**Баланс між традиціями та технологіями: шляхи подолання перешкод.** Щоб забезпечити успішну цифрову трансформацію освіти на рівні університетів, необхідно знайти баланс між традиційними методами навчання та цифровими технологіями. Це дозволить не лише підвищити ефективність освітнього процесу, а й зберегти його фундаментальні цінності [12, с. 8-10].

Одним із найбільш перспективних підходів до модернізації системи вищої освіти є *гібридне (blended) навчання*, яке поєднує традиційні методи навчання з цифровими інструментами. Такий формат дозволяє зберегти переваги класичної освіти, водночас використовуючи можливості онлайн-технологій для розширення доступу до знань і підвищення ефективності навчання. Даній проблемі були присвячені роботи [14], [15].

Серед основних характеристик гібридного навчання необхідно виокремити:

1. *Поєднання аудиторного та онлайн-навчання.* Гібридне навчання передбачає чергування очних занять із дистанційною роботою. Це дозволяє студентам отримувати базові знання в онлайн-форматі, а під час аудиторних занять зосереджуватися на практичних аспектах, дискусіях і глибшому засвоєнні матеріалу.

2. *Використання інтерактивних платформ для закріплення матеріалу.* Університети активно використовують навчальні платформи (Moodle, Google Classroom, Coursera тощо), де студенти можуть переглядати лекції, виконувати тести, здавати завдання та отримувати миттєвий зворотний зв'язок від викладачів.

3. *Гнучкий розклад із можливістю вибору формату навчання.* Деякі курси надають студентам можливість самостійно обирати, чи відвідувати лекції особисто, чи переглядати їх у записі. Це підвищує зручність навчання, особливо для тих, хто поєднує навчання з роботою або проживає далеко від університету.

А перевагами гібридного навчання є:

1. *Підвищення доступності освіти.* Студенти з різних регіонів та країн отримують можливість навчатися без необхідності постійної фізичної присутності в університеті.

2. *Збереження живої взаємодії між викладачами та студентами.* На відміну від повністю дистанційного навчання, гібридна модель дозволяє підтримувати особистий контакт і обговорення складних тем у живому форматі.

3. *Використання електронних технологій без повної відмови від традиційних методів.* Викладачі можуть застосовувати мультимедійні матеріали, онлайн-тести, інтерактивні симуляції, не відмовляючись від традиційних лекцій, семінарів і практичних занять.

Отже, гібридне навчання є ефективною відповіддю на виклики цифровізації у вищій освіті. Воно дозволяє зберегти найкращі елементи традиційного навчання, доповнивши їх сучасними технологіями. Такий підхід сприяє підвищенню якості освіти, її доступності та відповідності сучасним потребам студентів і ринку праці.

Ефективне впровадження цифрових рішень у вищій освіті потребує системної підтримки з боку держави. Лише комплексний підхід до фінансування, розробки освітніх стандартів і створення інфраструктури дозволить забезпечити якісну та рівну доступність цифрової освіти.

Серед ключових напрямків державної політики має бути:

1. *Підвищення цифрової грамотності викладачів.* Одна з головних перешкод цифровізації освіти – низький рівень цифрової компетентності викладачів [2], [3], [13]. Держава повинна сприяти їхньому професійному розвитку шляхом:

- Організації тренінгів та курсів з використання онлайн-платформ, цифрових інструментів та методів інтерактивного навчання. Наприклад, обов'язкові курси підвищення кваліфікації щодо використання LMS (Learning Management Systems), відеолекцій, віртуальних лабораторій тощо.
- Розроблення національних стандартів цифрової освіти, які визначатимуть мінімальні вимоги до цифрових компетенцій викладачів і студентів.

2. *Фінансування цифрової інфраструктури.* Впровадження цифрових технологій неможливе без належної матеріальної бази. Державні органи мають забезпечити закупівлю технічного обладнання (комп'ютерів, серверів, сенсорних дошок) для університетів, особливо тих, що мають обмежене фінансування, та розвиток національних освітніх онлайн-платформ, які будуть доступні для всіх студентів і викладачів. Це дозволить централізовано контролювати якість цифрового контенту, а також забезпечити рівну можливість користуватися ресурсами незалежно від фінансового стану закладу [2], [13].

3. *Розвиток системи оцінювання в онлайн-навчанні.* Однією з головних проблем цифрової освіти є забезпечення чесності та об'єктивності оцінювання в онлайн-середовищі [13]. Державна політика має спрямовуватися на:

- Запровадженні цифрових механізмів контролю знань. Використання спеціалізованих платформ для автоматизованого тестування, систем проектного оцінювання, що зменшують ризик списування.
- Використання штучного інтелекту для боротьби з плагіатом. Впровадження штучного інтелекту в перевірку наукових робіт допоможе підвищити рівень академічної доброчесності та зменшити випадки шахрайства в онлайн-навчанні.

Без активної участі держави цифровізація освіти може відбуватися нерівномірно, що призведе до поглиблення цифрового розриву між університетами. Лише комплексна політика, яка включає фінансування, навчання викладачів і модернізацію цифрової інфраструктури, дозволить створити ефективну систему освіти, що відповідатиме викликам XXI століття.

**Висновок.** Цифровізація освіти є важливим етапом розвитку сучасного освітнього процесу, що відкриває нові можливості для підвищення доступності, ефективності та гнучкості вищої освіти. Однак цей процес має відбуватися поступово, з урахуванням існуючих освітніх традицій, культури навчання та особливостей академічної спільноти.

Головне завдання університетів – не просто механічно впроваджувати цифрові технології, а гармонійно інтегрувати їх в освітній процес. Це означає, що інновації повинні доповнювати традиційні методи навчання, підвищувати їх ефективність та сприяти глибшому засвоєнню знань, а не замінювати фундаментальні принципи освіти. Використання цифрових інструментів має бути спрямоване на покращення навчального досвіду студентів, збереження якості освітнього контенту, забезпечення академічної доброчесності та формування сучасних компетентностей, необхідних у швидкозмінному цифровому світі.

Ключовими умовами успішної цифровізації є розвиток цифрової грамотності викладачів та студентів, належне фінансування освітніх технологій, створення ефективної цифрової інфраструктури та адаптація моделей навчання до нових реалій. Без цих складових цифрова трансформація може лише поглибити нерівність у доступі до якісної освіти та створити додаткові виклики для освітніх установ.

Таким чином, лише гармонійне поєднання традицій та інновацій дозволить створити ефективну систему вищої освіти майбутнього. Виважений підхід до цифровізації, заснований на поступовості, балансі між класичними та сучасними методами навчання і підтримці

держави, стане запорукою формування конкурентоспроможної, інклюзивної та якісної освіти для наступних поколінь.

### Список використаних джерел:

- [1] Абакумова О. О. Феномен дистанційної освіти: монографія. Київ: Видавничий дім «АртЕк», 2021. 212 с.
- [2] Бабаєв В.М., Стадник Г.В., Момот Т.В. Цифрова трансформація в сфері вищої освіти в умовах глобалізації. *Комунальне господарство міст. Серія: Економічні науки*. 2019. №2. С. 2–9.
- [3] Бахмат Н.В., Сторчова Т.В., Моцик Р.В., Мелекесцева Н.В., Братиця Г.Г. Сучасні тенденції розвитку цифрової компетентності майбутніх учителів: європейський досвід. *Академічні візії*. 2023. №15.
- [4] Биков В.Ю. Цифрова трансформація суспільства і розвиток комп'ютерно-технологічної платформи освіти і науки України. *Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку: методологічний семінар НАПН України (м. Київ, 4 квітня 2019 р.)*. 2019. С. 20-26.
- [5] Биков В., Спірін О., Пінчук О. Сучасні завдання цифрової трансформації освіти. *Вісник Кафедри ЮНЕСКО «Неперервна професійна освіта ХХІ століття»*. 2020. №1. С. 27–36.
- [6] Сергеева, Л. М. Гейміфікація: ігрові механіки для мотивації персоналу. *Теорія та методика управління освітою : Електронне наукове фахове видання*. 2014. № 2(15).
- [7] Закон України «Про освіту» № 2145-VIII від 05.09.2017 р. *Відомості Верховної Ради України*. 2017. №38–39.
- [8] Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Концепції розвитку цифрової освіти» № 67-р від 30.01.2020 р. URL: <https://mon.gov.ua> (дата звернення: 01.02.2025).
- [9] Міністерство освіти і науки України. Стратегія цифрової трансформації освіти і науки на 2021–2026 роки. URL: <https://mon.gov.ua> (дата звернення: 01.02.2025).
- [10] UNESCO. Digital learning and transformation of education. Paris: UNESCO. 2021. URL: <https://www.unesco.org/en/digital-education> (дата звернення: 05.01.2025).
- [11] UNESCO. What you need to know about digital learning and transformation of education. Paris: UNESCO. 2024. URL: <https://www.unesco.org/en/digital-education/need-know> (дата звернення: 25.02.2025).
- [12] Гуревич Р. С. Інформатизація освіти – важливий чинник розвитку суспільства ХХІ століття. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2016. Вип. 47. С. 5–10.
- [13] Шпарик О.М. Цифрова трансформація середньої освіти: спільні стратегічні вектори США та країн ЄС. *Український педагогічний журнал*. 2022. №3. С. 33–43.
- [14] Малежик П. М. Технічна підготовка майбутніх фахівців з інформаційних технологій : монографія. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2020. 337 с.
- [15] Малежик П. М. Модель організації самостійної роботи майбутніх ІТ-фахівців в процесі навчання технічних дисциплін. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. Budapest, 2019. VII (84). Issue 207. Nov. P. 18–21.

## TECHNOLOGIES AND TRADITIONS: BARRIERS ON THE PATH TO DIGITALIZATION IN HIGHER EDUCATION

*Serhii Titarchuk, Petro Malezhyk*

**Abstract.** The article provides a comprehensive analysis of the digitalization processes in higher education, with a focus on preserving academic traditions. The main advantages of digital technologies in the educational process are considered: flexibility of educational trajectories, increased accessibility of knowledge, the possibility of personalized learning, automation of assessment, and support for inclusive education. At the same time, a few obstacles to the digital transformation of universities are identified: resistance to changes from teachers and administration, an insufficient level of digital literacy among teachers and students, psychological barriers, technical difficulties, financial constraints, and ethical challenges associated with maintaining academic integrity and reducing the quality of interpersonal interaction. Special attention is paid to the philosophical, socio-cultural, and pedagogical foundations of the traditional model of education. The value of the academic heritage, which has been formed over the centuries and plays a crucial role in shaping personality and preserving the identity of the university environment, is meaningfully considered. A comparative analysis of educational approaches in different regions of the world – in particular, European, American, and Asian models – was conducted to clarify the degree of influence of digital technologies on national educational traditions. Differences in the perception of education as a social institution in different cultures were revealed, as well as the role of digitalization in the transformation of classical pedagogical paradigms. The authors emphasize that the introduction of digital technologies should not only consider the cultural and historical features of the educational environment but also preserve the key principles of the humanistic approach to learning. The article also proposes the introduction of hybrid learning as an effective

balance between traditional and innovative approaches, the development of digital competencies of participants in the educational process, and the formation of a state policy to support digital transformation.

**Keywords:** digitalization of education, higher education, digital literacy, academic integrity, barriers, innovation, ethics, psychological challenges, ICT in education.

### References (translated and transliterated)

- [1] O. O. Abakumova, *“The Phenomenon of Distance Education: Monograph”*, Kyiv: Artek Publishing House, 2021, 212 p. (in Ukrainian).
- [2] V. M. Babaiev, H. V. Stadnyk, and T. V. Momot. “Digital transformation in higher education under globalization”, *Municipal Economy of Cities. Series: Economic Sciences*, no. 2, pp. 2–9, 2019. (in Ukrainian).
- [3] N. V. Bakhmat, T. V. Storchova, R. V. Motsyk, N. V. Melekestseva, and H. H. Bratytzia, “Modern trends in the development of digital competence of future teachers: European experience”, *Academic Visions*, no. 15, 2023. (in Ukrainian).
- [4] V. Yu. Bykov, “Digital transformation of society and the development of the computer-technological platform for education and science in Ukraine”, in *Information-Digital Educational Space of Ukraine: Transformational Processes and Development Prospects: Methodological Seminar of the NAES of Ukraine*, Kyiv, Apr. 4, pp. 20–26, 2019. (in Ukrainian).
- [5] V. Bykov, O. Spirin, and O. Pinchuk, “Current tasks of digital transformation in education”, *UNESCO Chair Bulletin ‘Lifelong Professional Education in the 21st Century’*, no. 1, pp. 27–36, 2020. (in Ukrainian).
- [6] L. M. Serheeva, “Gamification: game mechanics for staff motivation”, *Theory and Methods of Educational Management: Electronic Scholarly Professional Journal*, no. 2(15), 2014. (in Ukrainian).
- [7] Law of Ukraine “On Education” No. 2145-VIII of 05.09.2017, *Official Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine*, no. 38–39, 2017. (in Ukrainian).
- [8] Cabinet of Ministers of Ukraine, “On the approval of the Concept of digital education development,” Resolution No. 67-r, Jan. 30, 2020. [Online]. Available: <https://mon.gov.ua>. [Accessed: Feb. 1, 2025]. (in Ukrainian).
- [9] Ministry of Education and Science of Ukraine, *Strategy for the Digital Transformation of Education and Science for 2021–2026*. [Online]. Available: <https://mon.gov.ua>. [Accessed: Feb. 1, 2025]. (in Ukrainian).
- [10] UNESCO, *Digital Learning and Transformation of Education*. Paris: UNESCO, 2021. [Online]. Available: <https://www.unesco.org/en/digital-education>. [Accessed: Jan. 5, 2025]. (in English).
- [11] UNESCO, *What You Need to Know About Digital Learning and Transformation of Education*. Paris: UNESCO, 2024. [Online]. Available: <https://www.unesco.org/en/digital-education/need-know>. [Accessed: Feb. 25, 2025]. (in English).
- [12] R. S. Hurevych, “Informatization of education as an important factor in the development of 21st century society,” *Modern Information Technologies and Innovative Teaching Methods in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*, vol. 47, pp. 5–10, 2016. (in Ukrainian).
- [13] O. M. Shparyk, “Digital transformation of secondary education: Common strategic vectors of the USA and EU countries,” *Ukrainian Pedagogical Journal*, no. 3, pp. 33–43, 2022. (in Ukrainian).
- [14] Malezhyk P. M. *Technical training of future specialists in information technologies: monograph*. Kyiv: Publishing house of the National Polytechnic University named after M. P. Dragomanov, 2020. 337 p. (in Ukrainian).
- [15] Malezhyk P. M. *Model of organizing independent work of future IT specialists in the process of studying technical disciplines. Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. Budapest, 2019. VII (84). Issue 207. Nov. P. 18–21. (in Ukrainian).

**Карман Олексій Сергійович**  
здобувач третього рівня освіти спеціальності «Освітні, педагогічні науки (ІКТ в освіті)»  
Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна  
ORCID ID 0009-0008-6968-9009  
*21fi.o.karman@std.npu.edu.ua*

**Малежик Петро Михайлович**  
доктор педагогічних наук, професор, доцент кафедри комп'ютерної та програмної інженерії,  
Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0001-6816-988X  
*p.m.malezhyk@udu.edu.ua*

**Майданиук Іван Вікторович**  
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної та програмної інженерії  
Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0003-4564-171X  
*i.v.maidaniuk@udu.edu.ua*

## ПРОБЛЕМИ ВИВЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ 3D-ГРАФІКИ В УКРАЇНІ

**Анотація.** У статті розглядається сучасний стан вивчення комп'ютерної тривимірної графіки в Україні, аналізуються основні проблеми які стоять на заваді ефективному впровадженню цієї дисципліни в освітній процес. Незважаючи на існуючі труднощі, в Україні все ж можна побачити декілька позитивних прикладів інтеграції 3D-графіки в навчальний процес. Деякі навчальні заклади, працюючи з приватними компаніями, місцевими гуртками, а також через масові освітні онлайн-ресурси створюють непередбачувані можливості для самостійного опанування сучасних знань і вмій. Загалом, найбільший потенціал для розвитку цього напрямку полягає у системній підтримці з боку держави, що включає покращення навчальних програм, залучення досвідчених викладачів і модернізацію технічної бази, що, по суті, може відкрити нові горизонти в освіті. Комп'ютерна 3D-графіка сьогодні займає своє почесне місце в світі технологій, і тому все частіше шукають тих, хто вміє працювати з цими засобами. Попит на таких фахівців зростає, адже досягнення успіху в графічних професіях вимагає знань не лише з програмування чи математики, а й розуміння елементів мистецтва та дизайну. Фактично, кожен з цих аспектів тісно переплітається із роботою з тривимірними зображеннями, а навчання таким дисциплінам вимагає поєднання теоретичних і практичних підходів. Зокрема акцентується увага на недосконалості навчальних програм, нестачі кваліфікованих кадрів, слабкій технічній базі та обмеженому доступу до сучасного програмного забезпечення. Метою написання статті є вираження ключових перешкод у вивченні тривимірної графіки і окреслення можливих шляхів подолання їх. У процесі дослідження проаналізовано науки джерела, досвід закордонних освітніх систем і реальні кейс з українських закладів освіти. Стаття має також ідеї для оновлення змісту навчання, підвищення навичок вчителів і розвитку партнерства з бізнесом.

**Ключові слова:** 3D-графіка, освіта, навчальні програми, цифрові технології, візуалізація, моделювання, технічне забезпечення.

**Вступ.** Однією з найшвидше зростаючих областей є комп'ютерна графіка, а саме 3D-візуалізація. Сфера практичної діяльності охоплює все більше галузей та є невід'ємною частиною технологічного прогресу. Вона широко розповсюджується у кінематографії, ігровій індустрії, архітектурному проектуванні чи інженерії, а також медицині чи освіті. Оскільки комп'ютерна графіка дозволяє відображати будь-які об'єкти реальності у тривимірному просторі, відкриваються нові перспективи щодо створення віртуальних світів, моделювання складних об'єктів та процесів, а також покращення роботи людей з інформаційними відомостями. Відображення віртуальних об'єктів на екрані персонального комп'ютера дозволяє вдосконалити планування та спроектувати ефективну систему.

В кінематографі 3D-графіка стала базовим інструментом для створення спецефектів та анімації, що дозволило створювати реалістичні сцени і персонажів, які є неможливими в реальному житті. 3D-візуалізацію використовує ігрова індустрія для створення інтерактивних віртуальних світів, де гравці можуть взаємодіяти з оточенням. Завдяки розвитку графічних

технологій візуалізація та реалістичність ігор досягли високого рівня, що сприяє залученню нових поколінь користувачів.

В архітектурі тривимірна графіка надає можливість створювати детальні візуалізації будівель та інфраструктури, дозволяючи архітекторам отримати чітке уявлення про проект до початку будівництва. Це дозволяє виявити потенційні недоліки планування та внести корективи в проект, значно скоротивши витрати та ризики.

В інженерії 3D-моделювання використовується для розроблення складних механізмів та систем, що дає змогу оптимізувати процеси проектування і тестування на ранніх етапах без необхідності створення фізичних прототипів. Завдяки цьому зменшуються витрати і час на розроблення нових продуктів.

У медицині 3D-графіка відіграє ключову роль у візуалізації органів і тканин людини, що дає змогу лікарям отримувати точні моделі для планування операцій, діагностики та навчання. Технології тривимірного моделювання також використовуються для створення інтерфейсів для медичних приладів, що робить їх більш зрозумілими та доступними для користувачів.

В освіті 3D-графіка відіграє роль інструменту для створення віртуальних лабораторій, дозволяючи учням та студентам більш глибоко зануритись в предмет, досліджувати складні наукові концепції в візуальній формі. За допомогою 3D-графіки можна створювати навчальні програми, що поєднують теоретичні знання з практичними навичками.

У результаті необхідність у фахівцях, здатних користуватись сучасними інструментами для 3D-моделювання, стає все більш актуальною в різних секторах. Освітні установи, загалом, повинні забезпечити студентів не лише базовими знаннями, але й практичними навичками – тільки так вони зможуть відповідати вимогам ринку праці та розв'язувати виникаючі реальні й складні практичні завдання.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Питання застосування комп'ютерної 3D-графіки в навчальному середовищі викликає дедалі більший інтерес серед дослідників. Існуючі публікації присвячені не тільки питанням загальної теоретичної основи розвитку цієї технології, але й способам її інтеграції у навчальний процес на різних рівнях. Таке представлення ідей дозволяє окреслити як загальні підходи, так і конкретні практичні методи впровадження нових технологій в освіту.

В одному з досліджень, представленою А. Юрченком, О. Удовиченком та О. Шершенем, аналізується вплив неформальної освіти на вивчення 3D-графіки. Тут, власне, акцентується увага на онлайн-курсах і платформах – Coursera, EdX, Udemu, Prometheus – які надають доступ до високоякісного навчального контенту з тривимірного моделювання. Дослідники підкреслюють, що така форма навчання, загалом, дозволяє розвивати професійні компетентності поза рамками традиційної системи [1].

Крім того, робота А. Деркач та І. Твердохліба звертає увагу на стан викладання 3D-моделювання в закладах загальної середньої освіти в Україні, що додає ще один вимір до загальної картини розвитку цієї галузі. Наголошуючи на важливості впровадження елементів 3D-графіки у шкільну інформатику як засобу розвитку просторового мислення, креативності та інтересу до технічних дисциплін [2].

О. Мосіюк, Я. Сікора та О. Усата розповідають про те, як майбутнім вчителям можна вдало опанувати 3D-графіку. Вони вважають, що профільні курси – такі як «Основи комп'ютерної графіки» чи «Методика навчання інформатики» – допомагають створити потрібну методичну базу, а використання хмарних сервісів у навчанні, скажімо, додає практичність [3].

В іншій роботі О. Мосіюк заглиблюється в нюанси полігонального моделювання. Дослідник описує способи, якими студенти можуть набути практичних умінь під час розробки освітнього 3D-контенту. Зокрема, підкреслюється, що проектне навчання, загалом кажучи, допомагає формувати фахові компетентності, що є важливим для майбутньої професійної діяльності [4].

Дослідження А. Деркач подає майже хронологічний огляд розвитку 3D-графіки – від її самих перших кроків до сучасних цифрових інструментів. Стаття виступає як своєрідний

путівник, що допомагає зрозуміти, як еволюціонувало програмне забезпечення для 3D-модельовання й які можливості відкриваються в умовах стрімкої цифровізації освіти [5].

Якщо поглянути на весь цей спектр, стає зрозумілим, що питання вивчення 3D-графіки охоплюють як загальноосвітній рівень, так і спеціальну підготовку педагогів. Водночас, якщо бути чесними, досі лишається нагальною потреба в узагальненні й певній систематизації підходів до викладання цієї дисципліни в Україні.

Також, варто відзначити дослідження Н. В. Морзе, присвячені медіаосвіті та цифровій грамотності. У них розвинуті ідеї про вивчення візуального мислення й медіаграмотності, наголошуючи, що здатність аналізувати й створювати візуальний контент – це, в більшості випадків, ключовий момент освоєння 3D-графіки. Дослідження Н.В. Морзе показують, як медіаграмотність і зорове сприйняття можуть полегшити засвоєння таких складних понять, як 3D-модельовання та анімація [6].

Г. Ю. Чемерис – це фігура, яку не можна оминати, коли мова заходить про комп'ютерну графіку та дизайн. Її працю часто згадують як одну з тих, що непомітно, але вагомо перетнули звичний підхід до професійної освіти дизайнерів. Вона, як доктор філософії в галузі педагогіки, доцент і завідувач кафедри дизайну Запорізького національного університету (ЗНУ), є гарантом магістерської освітньої програми «Графічний дизайн». Загалом, наукові інтереси Г.Ю. Чемерис охоплюють практично всі аспекти професійної підготовки майбутніх фахівців, зокрема розвиток графічної компетентності бакалаврів комп'ютерних наук [7]. Це, своєю чергою, є ключовим моментом для тих, хто планує працювати з сучасними цифровими інструментами та 3D-графікою, адже уміння використовувати технології сьогодення – це основа.

У роботах Г.Ю. Чемерис та К.П. Осадчої були проведені дослідження, як під час навчання прототипування програмних інтерфейсів формується графічна компетентність. Загалом кажучи, це дослідження має значний імпакт у сфері програмування й дизайну. Іноді, коли технічні вимоги переплітаються з творчими підходами, студенти знаходять нові способи створювати зручні інтерфейси – тих самих, що використовуються у програмах для мобільних телефонів, вебсайтах і навчальних платформах. Справді, такий підхід дозволяє краще усвідомити, як важливо поєднати практичні навички і креативність під час розроблення програмних продуктів [8].

Крім того, Г.Ю. Чемерис уважно слідкує за сучасними тенденціями в проектуванні дизайну програм для мобільних телефонів для споживачів українського ринку. У її роботах навіть проведено аналіз, як інструменти інтернет-розсилок можуть вплинути на якість освіти, що особливо доречно у часи цифровізації й переходу до онлайн-навчання. Часто буває так, що використання таких засобів сприяє встановленню більш гнучкого зв'язку між викладачами й студентами, роблячи освітній процес більш живим, іноді з невеликими «пухирцями» неузгодженості в стилі, але зберігаючи загальну інтерактивність. Загалом, ці дослідження відкривають нові перспективи для розвитку цифрового дизайну в Україні.

Г.Ю. Чемерис активно вивчає, як психологія поведінки може зрушити хвилі у проектуванні UX-дизайну програмних продуктів – цікава ідея, бо вона розглядає, як психологічні знання втілюються у створенні інтерфейсів, що дійсно зручні для користувачів. Можна сказати, що завдяки такому підходу цифрові продукти не лише набувають більш привабливого вигляду, але й стають максимально інтуїтивними для тих, хто ними користується [9].

Водночас, Г. Ю. Чемерис займається не тільки дослідженнями: її внесок у розвиток освіти в галузі графічного дизайну та комп'ютерної графіки в Україні вражає. Дослідник, як член редакційної комісії одного міжнародного наукового журналу, підтверджує свій високий рівень професіоналізму, що загалом відгукується серед колег і в наукових колах. Її публікації, зокрема в контексті інтеграції 3D-графіки у навчальний процес, продовжують впливати на формування навчальних програм та методик в українських університетах – це ще раз доводить успішність її дослідницької діяльності.

Також варто відмітити роботу П. М. Малежика на тему «Теоретичні й методичні засади

технічної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій». Дисертація пропонує нові теоретичні положення та методичні рішення щодо технічної підготовки майбутніх ІТ-фахівців, які враховують сучасні тенденції розвитку інформаційного суспільства та вимоги ринку праці. Дисертація П. М. Малезика є вагомим внеском у розвиток теорії та методики навчання технічних дисциплін, зокрема в контексті підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Запропоновані теоретичні та методичні засади можуть сприяти підвищенню ефективності навчального процесу та формуванню висококваліфікованих ІТ-фахівців [10]. П. М. Малезик також присвятив одну зі своїх праць розробленню дієвої моделі для організації самостійної роботи студентів ІТ-спеціальностей під час вивчення технічних дисциплін. Важливість інтеграції самостійної роботи він обґрунтовує як ключового компонента у формуванні професійних навичок майбутніх спеціалістів, особливо з огляду на перехід до компетентнісного підходу в освіті. Створена ним модель враховує психолого-педагогічні та організаційні чинники. Передбачається активна взаємодія викладача і студента. Вона базується на актуальних дидактичних засадах [11].

Впровадження цієї моделі у вищих навчальних закладах здатне поліпшити якість підготовки майбутніх ІТ-фахівців, що і є практичною цінністю роботи. У статті наведені конкретні методичні настанови, що мають на меті посилити самостійність студентів, розвинути навички самонавчання та покращити ефективність всього освітнього процесу [11].

Та все ж, варто зазначити, що вітчизняній науковій літературі, очевидно, не завжди вдається повною мірою розкрити специфіку 3D-графіки як окремої навчальної дисципліни. Загалом існує потреба в нових підходах до викладання цієї теми, враховуючи сучасні технічні можливості, кадрові резерви та організаційні обмеження, що, треба визнати, наразі спостерігаються в освітній сфері України.

**Мета написання статті.** Мета цього дослідження полягає у визначенні основних проблем, що ускладнюють засвоєння комп'ютерної 3D-графіки в Україні, і формулюванні конструктивних пропозицій щодо їх подолання – чи то через зміну змісту, чи то шляхом перегляду організації освітнього процесу та матеріально-технічного забезпечення.

**Подання основного матеріалу.** На сучасному етапі вивчення комп'ютерної 3D-графіки в українських навчальних закладах зустрічає серйозні виклики. Важливо зрозуміти, що у світі комп'ютерної графіки 3D-моделювання вже є важливим елементом професійної діяльності в багатьох сферах. Із розвитком технологій, зокрема в таких галузях, як кінематограф, інженерія, медіа та освіта, постає нагальна потреба у висококваліфікованих фахівцях, здатних працювати використовуючи інструменти 3D-моделювання. Однак в Україні є низка проблем, які ускладнюють ефективне навчання цієї дисципліни. Нижче наведено основні проблеми, що стримують розвиток вивчення комп'ютерної 3D-графіки в українських закладах освіти.

*1. Недосконалість навчальних програм.* Система освіти в Україні все ще не надає окремих, повноцінних курсів з 3D-моделювання. Від шкіл і технікумів до вищих навчальних закладів ця тема ледве згадується – її майже не інтегровано в окремі дисципліни. Замість спеціалізованих курсів про 3D моделювання ми бачимо поверхневе охоплення цієї теми в межах загальних курсів інформатики, дизайну чи обчислювальних технологій, що, загалом, позначається на якості знань. Таким чином, студенти не отримують достатньо практичного досвіду з програмами типу Blender, 3ds Max, Maya, Cinema 4D та інших, що створює певну невизначеність щодо їх готовності до ринку праці. Часто виникає враження, що відсутність системності в підходах до навчання комп'ютерної графіки змушує студентів опанувати лише базові поняття – вони дізнаються про загальні принципи роботи з програмами для обробки зображень, але не вникають у складніші техніки. Загалом кажучи, коли знання залишаються поверхневими, можливості для освоєння тонкощів створення тривимірних об'єктів чи анімацій майже зникають. Внаслідок цього багато випускників опиняються не зовсім готовими до реалій високотехнологічного світу, оскільки фундамент практичних навичок, який міг би їх підготувати, або відсутній, або недостатньо розвинений. До того ж більшість навчальних програм майже не торкається спеціалізованих тем, які справді потребують уваги – текстування, анімація, рендеринг, інтерактивне моделювання і часто подаються надто

поверхнево. Як результат, викладачі часто змушені самостійно шукати й створювати додаткові матеріали, що значно ускладнює інтеграцію нових технологій у звичний навчальний процес. Загалом, така ситуація приводить до того, що студенти не отримують того набору практичних умінь, який у більшості випадків є необхідним для успішного старту на сучасному ринку праці.

2. *Нестача кваліфікованих кадрів.* У центрі проблем стає відсутність досвідчених викладачів із сучасними знаннями в комп'ютерній графіці – ця нестача значною мірою стримує розвиток дисципліни в українських навчальних закладах. Загалом, ситуація виглядає так, що фахівці, здатні проводити викладання нових технологій, потрібні, але їх важко знайти через обмеженість кваліфікації. Багато викладачів, які працюють з комп'ютерними технологіями в університетах та школах, або не проходили спеціальну підготовку з 3D-графіки, або, в більшості випадків, знають лише базу і не знайомі з останніми версіями популярних систем – наприклад, Blender, 3ds Max, Zbrush тощо. Насправді, часто самим педагогам доводиться вивчати нові програмні продукти на ходу, що, як вже було сказано, зменшує ефективність їх роботи та уповільнює процес адаптації навчальних програм до сучасних вимог. Хоч курси з 3D-графіки іноді й організовані, вони, зазвичай, не відповідають практичним потребам ринку і не забезпечують студентів необхідними навичками для роботи в реальному світі. До того ж треба врахувати, що низька заробітна плата і відсутність системи для професійного розвитку тільки посилюють проблему. В результаті, виокремлення нових фахівців для навчання цього напрямку у школах і університетах стає справді складним завданням через обмежені ресурси та не зовсім адекватні умови праці.

3. *Технічна відсталість навчальних закладів.* Технічна відсталість вже давно лякає навчальні заклади, і це створює серйозні перепони. Українські школи і університети, кажучи відверто, мають комп'ютерні класи, що не завжди задовольняють вимоги сучасних систем для 3D-моделювання. Часто буває, що не вистачає не лише оперативної пам'яті й потужних графічних процесорів, а іноді й практично базового доступу до ліцензійних програм – це, загалом, серйозно ускладнює викладання. Якщо подумати, для роботи із новими програмами комп'ютери мають бути оснащені потужними відеокартами і достатньою кількістю пам'яті, що допомогло б не тільки знизити труднощі, а й зробити процес навчання більш природним і ефективним. Нестача коштів змушує багато шкіл та університетів користуватись старенькими комп'ютерами – що, без сумніву, стримує здатність студентів опанувати сучасні технології. При цьому, брак сучасних робочих станцій і потрібних для навчання засобів є основною проблемою, яку, загалом, варто вирішувати на рівні держави для підтримки подальшого розвитку освітньої сфери.

4. *Низька популярність теми серед учнів.* Попри те, що 3D-графіка має велике значення, вона все одно залишається малопопулярною серед школярів і студентів. Часто це трапляється тому, що предмет здається надто складним, а бажання опанувати його не завжди виникає. У школах та університетах бракує стабільної та послідовної підготовки з цього напрямку, і тому багато хто ставиться до 3D-графіки як до складної чи навіть «непотрібної» дисципліни. Деякі молоді люди вважають, що ця галузь загалом занадто технічна і вимагає спеціальних знань, яких у них просто немає. Таке сприйняття, в більшості випадків, призводить до низького попиту на спеціалізовані курси й обмеженої позаурочної активності за темою 3D-графіки. Часом здається, що недолік належної мотивації лише посилює упередженість; набагато рідше учні чи студенти бачать вагомні приклади застосування цієї технології у різних сферах. Врешті-решт, загальний рівень усвідомлення важливості 3D-графіки серед молоді значно страждає, що, без сумніву, стримує розвиток потенціалу цього напрямку.

5. *Відсутність державної підтримки.* На даний час 3D-графіка так і не увійшла до списку основних напрямків цифровізації освіти. В Україні, коли креативні галузі – скажімо, кінематограф та ігрова сфера – стрімко набирають обертів, цей напрямок у навчальних закладах залишається майже непоміченим, адже він знаходиться десь у тіні, поза увагою з боку державних структур. Коли держава не виділяє достатньо ресурсів, запровадження сучасних технологій у навчання змінюється на складну задачу. Часом не вистачає коштів для оновлення

освітніх програм, а ще й на створення прийнятних умов для підготовки викладачів, здатних працювати за новими методиками, а також придбання потрібного обладнання для шкіл та університетів. Загалом, така відсутність підтримки робить складною реалізацію проєктів з підвищення якості викладання, зокрема 3D-графіки.

**Можливі шляхи розв'язування проблем вивчення 3D-графіки в Україні.** Для розв'язування існуючих проблем у сфері вивчення 3D-графіки в Україні необхідно впроваджувати цілісні та комплексні заходи, які охоплюють як освітні, так і технічні аспекти. Ось кілька можливих шляхів вирішення кожної з зазначених проблем.

**1. Модернізація навчальних програм з 3D-графіки.** Для забезпечення ефективного вивчення 3D-графіки в Україні необхідно провести суттєву модернізацію навчальних програм на всіх рівнях освіти. Програми мають бути адаптовані до сучасних вимог ринку праці і включати не тільки теоретичні знання, але й практичні навички, необхідні для роботи в реальному середовищі.

*Впровадження окремих курсів з 3D-графіки.* Почнемо з того, що потрібно створити окремі курси з 3D-моделювання для шкіл, технікумів та університетів – це, загалом, перший серйозний крок. Тут студенти, зазвичай, ознайомляться з інструментами, такими як Blender, 3ds Max, Maya, Zbrush; при цьому вони вивчатимуть не лише самі програми, а й базові прийоми текстурування, анімації та рендерингу, що по суті дає можливість здобути практичні навички для роботи у сфері 3D-графіки.

*Оновлення навчальних матеріалів і літератури.* Сучасні курси не можуть існувати без оновлених підручників, методичних посібників і практичних завдань, які відповідають останнім тенденціям та досягненням в індустрії 3D-графіки. До того ж, важливо включити сучасні інструменти – наприклад, Unity або Unreal Engine – для створення динамічних 3D-моделей і анімацій. В більшості випадків така адаптація матеріалів надає навчальному процесу більшу гнучкість і наближає студентів до реальних умов роботи.

*Створення міждисциплінарних курсів.* Комп'ютерна графіка, загалом кажучи, не є ізольованою областю – вона, своєю природою, переплітається з багатьма іншими дисциплінами. Навчальні програми, фактично, мають передбачати інтеграцію 3D-графіки з такими напрямками, як фізика, математика, програмування та інженерія. Це, у більшості випадків, допомагає студентам здобувати не просто окремі знання, а будувати більш всебічне розуміння того, як 3D-графіка перетинається і переплітається з іншими науковими та інженерними галузями.

**2. Підготовка кваліфікованих викладачів.** Основним фактором успіху у впровадженні 3D-графіки в навчальний процес є кваліфікація викладачів. Щоб забезпечити високий рівень навчання, необхідно провести низку заходів, спрямованих на підготовку та перепідготовку педагогічного персоналу.

*Оновлення професійних навичок.* Викладачі, які вже викладають у школах чи університетах, часто мають пройти додаткове навчання з 3D-моделювання – це своєрідна перепідготовка, що допомагає їм бути в курсі останніх технологій. Можна обрати як традиційні курси в університетах, так і онлайн-заняття на таких платформах як Prometheus, Coursera чи Udemy – кожен варіант має свої плюси, загалом.

*Залучення практиків до процесу викладання.* Важливо, щоб до класної роботи долучались ті, хто безпосередньо працює з 3D-графікою. Часто співпраця з компаніями або досвідченими фрілансерами відкриває студентам двері до реальних прикладів з професійної практики, що, в більшості випадків, робить навчання більш живим і актуальним.

*Мотивація до професійного зростання.* До речі, створення програм підтримки для викладачів є ключовим – через них можна не лише заохочувати фінансово, а й надавати академічне визнання за високі досягнення у викладанні 3D-графіки. Наприклад, система преміювання за успішне впровадження нових технологій чи участь у наукових проєктах здатна стимулювати подальший розвиток та розширення компетенцій, що, все ж, є важливим для всіх.

**3. Модернізація технічної бази навчальних закладів.** Для того щоб забезпечити студентам можливість працювати з сучасними програмами для 3D-моделювання, необхідно оновити технічну базу навчальних закладів. Без цього неможливо забезпечити ефективне навчання, оскільки сучасні програми для 3D-графіки вимагають потужного обладнання.

*Комп'ютерна техніка та ліцензійне програмне забезпечення* – перше, що потрібно зробити – це забезпечити школи і університети новими комп'ютерними станціями. Заклади повинні мати не лише комп'ютери з потужними графічними процесорами, але й великий обсяг оперативної пам'яті та відмінні монітори. Заодно варто подбати про ліцензії для роботи з програмами для 3D-моделювання, скажімо, Autodesk 3ds Max, Blender, Zbrush, Autodesk Maya та іншими, що, як правило, допомагає розвинути практичні навички.

*Створення спеціальних 3D-графічних лабораторій* – ось ще один важливий крок. Ідея в тому, щоб у навчальних закладах влаштували простір, де студенти можуть вільно працювати з програмами для 3D-моделювання. Це, зазвичай, не тільки покращує практичну підготовку, але й, без сумніву, сприяє тому, щоб учні ще більше зацікавились цією сферою. Часто такий підхід створює додаткове бажання вчитися.

*Інтеграція сучасних технологій в освітню інфраструктуру* – використання VR та AR створює абсолютно нові можливості для навчання 3D-графіці. Наприклад, віртуальні лабораторії дозволяють студентам – в реальному часі – експериментувати з 3D-об'єктами, що додає інноваційний відтінок традиційному навчальному процесу. Загалом, впровадження таких технологій дає змогу не тільки вдосконалити практичні навички, але й підштовхнути до творчого мислення.

**4. Підвищення популярності 3D-графіки серед учнів.** Оскільки 3D-графіка є складною дисципліною, важливо створити умови для її популяризації серед учнів та студентів. Цього можна досягнути за допомогою інноваційних підходів до навчання та розвитку та підтримки стійкого інтересу до цієї теми.

*Використання інтерактивних підходів у навчанні* виглядає як досить ефективний спосіб залучення учнів та студентів до світу 3D-графіки. Наприклад, замість традиційних лекцій можна спробувати поєднувати проєкти, хакатони, іноді навіть ігрові симуляції чи змагання з 3D-моделювання – це дозволяє кожному відчути себе творцем. Учні створюють свої 3D-об'єкти, а потім їх моделюють, тестують та анімують; і, загалом, такі завдання не лише викликають живий інтерес, але й зазвичай дають практичний, реальний досвід.

*Щодо додаткової організації діяльності поза офіційними уроками*, доцільно іноді проводити гуртки, воркшопи та спеціальні курси з 3D-графіки поза навчальним процесом. Це, можна сказати, дає можливість заглибитися в тему без офіційних рамок та набутти практичних навичок, що важко отримати під час звичайних уроків. Такі позаурочні заходи сприяють не тільки кращому розумінню матеріалу, а й створюють атмосферу творчості й справжньої зацікавленості в інноваційних технологіях.

*Популяризація через медіа і соцмережі.* Щоб молодь в принципі вклалася у 3D графіку, досить жвавого використання не лише традиційних ЗМІ, а й блогів, YouTube каналів та соцмереж – це вже певне правило сучасності. І якщо, скажімо, розповіді про досягнення студентів, появу нових технологій чи справді нестандартні проєкти знову й знову показують, що сфера може бути цікавою, такі історії здатні поступово розвіяти консервативне упереджене ставлення до цього напрямку.

**5. Державна підтримка та створення стратегічних ініціатив.** Ключовим моментом для розвитку 3D-графіки в Україні є державна підтримка цієї дисципліни в рамках програм цифровізації освіти.

Почнемо з того, що розвиток 3D-графіки в системі цифровізації освіти має стати одним із ключових напрямків. Уряд повинен, загалом, влаштовувати не зовсім стандартні ініціативи: замість того, щоб лише дотримуватися старих схем, варто фінансувати спеціальні програми, вводити нові навчальні орієнтири та підтримувати окремі освітні проєкти у галузі. Можна

сказати, що такий підхід дозволить більш природно інтегрувати технологію у сучасну систему освіти.

Інший важливий крок – це спонукання до співпраці між приватними компаніями та міжнародними платформами. Звичайно, для реалізації цієї ідеї варто не тільки звертатися до відомих іноземних майданчиків, а й тримати міцний зв'язок із українськими компаніями, що працюють у сфері комп'ютерної графіки. Такий хаотичний, проте водночас органічний мікс дозволить створити навчальні програми, котрі відповідатимуть реальним вимогам ринку праці.

Нарешті, держава має ініціювати розвиток інноваційних освітніх проєктів через систему грантів і конкурсів. Загалом, це означає підтримати викладачів і науковців, щоб вони експериментували з новими методиками вивчення 3D-графіки. Таким чином, повсякденна підтримка новаторських ідей сприятиме формуванню сучасних навчальних програм, що відповідають не лише технічним, а й практичним потребам сучасного суспільства.

Таким чином, для того щоб розв'язати існуючі проблеми вивчення комп'ютерної 3D-графіки в Україні, необхідно запровадити комплексний підхід, який включатиме модернізацію навчальних програм, підготовку кваліфікованих викладачів, оновлення технічної бази, популяризацію предмету серед учнів і студентів, а також підтримку з боку держави. Ці заходи дозволять суттєво підвищити рівень викладання 3D-графіки та забезпечити якісну підготовку фахівців, здатних працювати в сучасних креативних індустріях.

**Висновки.** Дослідження стану вивчення комп'ютерної 3D-графіки в Україні відкриває досить цікаві, хоч і складні, нюанси. Проблеми тут не розбиті на дві чіткі групи – вони і освітні, і технічні, а іноді досить часто гібридні, бо полягають у тісному переплетенні цих двох груп. Найбільший стримуючий фактор, на нашу думку, – це відсутність спеціалізованих курсів із 3D-моделювання – таких занять майже не вистачає в навчальних програмах на різних рівнях. Це позбавляє студентів можливості зануритися в глибину не лише теоретичних, але й практичних аспектів. До того ж, часто трапляється, що бракує досвідчених викладачів, а система розвитку педагогів, скажімо, не відповідає сучасним вимогам. Не можна забувати і про технічну сторону: нестача сучасних комп'ютерів й ліцензійного ПЗ значно знижує ефективність занять, що явно заважає загальному прогресу.

Попри всі ці негаразди, час від часу трапляються позитивні приклади, коли 3D-графіку вдало інтегрують в освітній процес. Деякі заклади, завдяки співпраці з приватними компаніями та онлайн-платформами, демонструють, як, поступово, можна рухатись у напрямку інноваційного розвитку закладів освіти і програм підготовки її здобувачів. Загалом, для ще ширшого розвитку потрібно одночасно модернізувати навчальні програми, підготувати кращих викладачів і поліпшити технічну базу, а також не забувати про активну популяризацію 3D-графіки серед учнів і студентів.

Тим не менш, підтримка з боку держави залишається важливою складовою. Навіть якщо приватний сектор іноді здатний знайти вихід із ситуації, лише через створення стратегічних ініціатив у галузі освіти. Таким чином, на нашу думку, можна забезпечити підготовку фахівців, котрі впораються з роботою у сучасних креативних індустріях, зокрема в кінематографі, ігровій сфері та інших напрямках, де активно застосовують 3D-графіку.

Перспективи наступних досліджень пов'язані із створенням інтегрованих модулів навчання та використанням технологій віртуальної реальності у навчанні 3D-моделювання.

#### Список використаних джерел:

- [1]. Юрченко А., Удовиченко О., Шершень О. Особливості вивчення 3D-графіки в умовах неформальної освіти. *Education. Innovation. Practice*. 2022. Т. 10, № 5. С. 48–57. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650x-vol10i5-007> (дата звернення: 19.04.2025).
- [2]. Деркач А., Твердохліб І. Дослідження стану вивчення 3D-моделювання в закладах загальної середньої освіти України. *Problems of the Modern Textbook*. 2024. № 33. С. 106–116. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2024-33-106-116> (дата звернення: 19.04.2025).
- [3]. Mosiyuk O., Sikora Y., Usata O. Methodical aspects of professional training of future teachers for teaching 3D graphics. *Academic Notes. Series: Pedagogical Science*. 2021. Vol. 1, no. 198. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-198-140-145> (date of access: 19.04.2025).

- [4]. Mosiyuk O. Practical aspects of learning polygonal 3D modeling. *Academic Notes. Series: Pedagogical Science*. 2023. Vol. 1, no. 208. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2023-1-208-197-202> (date of access: 19.04.2025).
- [5]. Деркач А. С. Історія розвитку та сучасний стан 3D моделювання. URL: <http://dspace.pdpu.edu.ua/bitstream/123456789/18600/1/Derkach%20Anna.pdf> (дата звернення: 19.04.2025).
- [6]. Морзе Наталія Вікторівна. Е-портфоліо. URL: <https://eportfolio.kubg.edu.ua/teacher/152> (дата звернення: 19.04.2025).
- [7]. Чемерис Ганна Юріївна – ЗНУ. URL: [https://sites.znu.edu.ua/cms/index.php?action=news/view\\_details&news\\_id=39332&lang=ukr&news\\_code=Chemerys-Hanna-Yuriiivna](https://sites.znu.edu.ua/cms/index.php?action=news/view_details&news_id=39332&lang=ukr&news_code=Chemerys-Hanna-Yuriiivna) (дата звернення: 19.04.2025).
- [8]. Osadcha K. P., Chemerys N. Y. Формування графічної компетентності бакалаврів комп'ютерних наук у процесі навчання прототипування програмних інтерфейсів. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. Т. 67, № 5. С. 104. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v67i5.2275> (дата звернення: 19.04.2025).
- [9]. Чемерис Г. Ю., Компанієць А. А. Узагальнення досвіду застосування досліджень з психології поведінки для проектування UX-дизайну програмних продуктів. 2019. URL: <https://eprints.mdp.u.org.ua/id/eprint/7780/1/Чемерис,%20Компанієць.pdf> (дата звернення: 19.04.2025).
- [10]. Малежик П. М. Технічна підготовка майбутніх фахівців з інформаційних технологій : монографія. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2020. 337 с. URL: [https://npu.edu.ua/images/file/vidil\\_aspirant/avtoref/D\\_26.053.19/Maleguk.pdf](https://npu.edu.ua/images/file/vidil_aspirant/avtoref/D_26.053.19/Maleguk.pdf)
- [11]. Малежик П. М. Модель організації самостійної роботи майбутніх ІТ-фахівців в процесі навчання технічних дисциплін. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. Budapest, 2019. VII (84). Issue 207. Nov. P. 18–21. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/831245>

## PROBLEMS OF STUDYING COMPUTER 3D GRAPHICS IN UKRAINE

*Oleksiy Karman, Petro Malezhyk, Ivan Maydanyuk*

**Abstract.** The article considers the current state of the study of computer three-dimensional graphics in Ukraine and analyzes the main problems that hinder the effective implementation of this discipline in the educational process. Despite the existing difficulties, in Ukraine, you can still see several positive examples of integrating 3D graphics into the educational process. Some educational institutions, working with private companies, local circles, and mass educational online resources, create unpredictable opportunities for independent mastery of modern knowledge and skills. In general, the greatest potential for the development of this direction lies in systemic support from the state, which includes improving curricula, attracting experienced teachers, and modernizing the technical base, which, in fact, can open new horizons in education. Computer 3D graphics today occupies its place of honor in the world of technology, and therefore, those who know how to work with these tools are increasingly sought after. The demand for such specialists is growing because achieving success in graphic professions requires knowledge not only of programming or mathematics but also an understanding of the elements of art and design. In fact, each of these aspects is closely intertwined with working with three-dimensional images, and teaching such disciplines requires a combination of theoretical and practical approaches. Attention is focused on the imperfection of curricula, the lack of qualified personnel, a weak technical base, and limited access to modern software. The purpose of the article is to express the key obstacles in the study of three-dimensional graphics and outline possible ways to overcome them. In the process of research, the source sciences, the experience of foreign educational systems, and real cases from Ukrainian educational institutions were analyzed. The article also has ideas for updating the content of training, improving teachers' skills, and developing partnerships with businesses.

**Keywords:** 3D graphics, education, curricula, digital technologies, visualization, modeling, technical support.

### References (translated and transliterated)

- [1]. Yurchenko, A., Udovychenko, O., & Shershen, O. (2022). *Osoblyvosti vyvchennia 3D-hrafiky v umovakh neformalnoi osvity* [Features of studying 3D graphics in non-formal education]. *Education. Innovation. Practice*, 10(5), 48–57, doi: <https://doi.org/10.31110/2616-650x-vol10i5-007>
- [2]. Derkach, A., & Tverdokhlib, I. (2024). *Doslidzhennia stanu vyvchennia 3D-modeliuvannia v zakladakh zahalnoi serednoi osvity Ukrainy* [Study of the state of 3D modeling education in general secondary education institutions of Ukraine]. *Problems of the Modern Textbook*, (33), 106–116, doi: <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2024-33-106-116>
- [3]. Mosiyuk, O., Sikora, Y., & Usata, O. (2021). *Methodical aspects of professional training of future teachers for teaching 3D graphics*. *Academic Notes. Series: Pedagogical Science*, 1(198), 140–145, doi: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-198-140-145>
- [4]. Mosiyuk, O. (2023). *Practical aspects of learning polygonal 3D modeling*. *Academic Notes. Series: Pedagogical Science*, 1(208), 197–202, doi: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2023-1-208-197-202>

- [5]. Derkach, A. S. (n.d.). *Istoriya rozvytku ta suchasnyi stan 3D modeliuвання* [History of development and current state of 3D modeling]. Retrieved April 19, 2025, [Online]. Available: <http://dspace.pdpu.edu.ua/bitstream/123456789/18600/1/Derkach%20Anna.pdf>
- [6]. Morze, N. V. (n.d.). *E-portfolio* [E-portfolio]. Retrieved April 19, 2025, [Online]. Available: <https://eportfolio.kubg.edu.ua/teacher/152>
- [7]. Chemerys, H. Yu. (n.d.). *ZNU – Personal page* [ZNU – Osobysta storinka]. Retrieved April 19, 2025, [Online]. Available: [https://sites.znu.edu.ua/cms/index.php?action=news/view\\_details&news\\_id=39332&lang=ukr&news\\_code=Chemerys-Hanna-Yuriiivna](https://sites.znu.edu.ua/cms/index.php?action=news/view_details&news_id=39332&lang=ukr&news_code=Chemerys-Hanna-Yuriiivna)
- [8]. Osadcha, K. P., & Chemerys, H. Y. (2018). *Formuvannya hrafichnoi kompetentnosti bakalavriv kompiuternykh nauk u protsesi navchannia prototypuvannia programnykh interfejsiv* [Formation of graphic competence of computer science bachelors in the process of learning software interface prototyping]. *Information Technologies and Learning Tools*, 67(5), 104, doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v67i5.2275>
- [9]. Chemerys, H. Yu., & Kompaniets, A. A. (2019). *Uzahalnennia dosvidu zastosuvannia doslidzhen z psykholohii povedinky dlia proektuvannia UX-dyzainu programnykh produktiv* [Generalization of experience in applying behavioral psychology research to UX design of software products]. Retrieved April 19, 2025. [Online]. Available: <https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/7780/1/Чемерис,%20Компаниец.pdf>
- [10]. Malezhyk, P. M. (2020). *Technical Training of Future Information Technology Specialists: Monograph*. Kyiv: Publishing House of M. P. Drahomanov National Pedagogical University. 337 p. [Online]. Available: [https://npu.edu.ua/images/file/vidil\\_aspirant/avtoref/D\\_26.053.19/Maleguk.pdf](https://npu.edu.ua/images/file/vidil_aspirant/avtoref/D_26.053.19/Maleguk.pdf)
- [11]. Malezhyk, P. M. (2019). A Model for Organizing Independent Work of Future IT Specialists in the Process of Studying Technical Disciplines. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, Budapest, VII (84), Issue 207, November, pp. 18–21. [Online]. Available: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/831245>

**Франчук Василь Михайлович**  
доктор педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри комп'ютерної та програмної інженерії,  
Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0002-9443-6520  
vfranchuk@udu.edu.ua

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Анотація.** У статті розглянуто дослідження можливостей застосування систем моніторингу інформаційно-технологічної інфраструктури у підготовці майбутніх фахівців з інформаційних технологій у закладах вищої освіти. Підкреслено, що в умовах цифрової трансформації освіти, розвитку дистанційного та змішаного навчання, а також збільшення складності IT-інфраструктури університетів, зростає потреба у використанні сучасних засобів контролю та управління технічними ресурсами. Обґрунтовується, що використання систем моніторингу інформаційно-технологічної інфраструктури є не лише технологічним рішенням для забезпечення стабільної роботи серверів, мережевого обладнання чи хмарних сервісів, а й ефективним освітнім інструментом, використання якого дозволяє здобувачам освіти формувати практичні компетентності, необхідні для професійної діяльності в галузі інформаційних технологій. У статті здійснено порівняльний аналіз поширених систем моніторингу – Nagios, Icinga, Prometheus, Grafana та Zabbix – з урахуванням їх технічних можливостей, зручності використання, потенціалу для інтеграції у навчальне середовище та дидактичної ефективності. Показано, що система Zabbix вирізняється універсальністю, широким набором агентських та безагентських методів збору даних, розвинутою системою тригерів і оповіщень, можливістю створення дашбордів, автоматизації адміністрування та моделювання реальних виробничих сценаріїв. Окрему увагу приділено питанням формування навчальних середовищ на базі Zabbix для відстеження роботи серверів, контейнерних систем, віртуалізаційних платформ, сховищ даних та мережевих сервісів. Наведено приклади інтеграції Zabbix у освітні дисципліни «Системне адміністрування», «Захист даних», «Адміністрування комп'ютерних систем та мереж», «Веборієнтовані навчальні комп'ютерні системи» з акцентом на розвиток аналітичного мислення та практичних навичок роботи з інструментами промислового рівня. Доведено, що впровадження системи Zabbix в освітній процес сприяє підвищенню якості професійної підготовки, формує здатність здобувачів освіти працювати з комплексними IT-інфраструктурами та забезпечує інтеграцію теоретичних знань із практичною діяльністю в умовах, наближених до реального виробничого середовища.

**Ключові слова:** моніторинг, Zabbix, IT-освіта, адміністрування, хмарні обчислення, педагогічні технології.

**Вступ.** Цифрова трансформація суспільства і зростання ролі інформаційних технологій у всіх галузях діяльності породжують нові вимоги до професійної підготовки фахівців. За освітніми програми маємо готувати не лише програмістів і теоретиків, а інженерів, здатних підтримувати працездатність комплексних інформаційних систем, прогнозувати відмови, забезпечувати безперервність сервісів і реагувати на інциденти. Моніторинг інформаційно-технологічної інфраструктури (IT-інфраструктури) як систематичне спостереження за станом інфраструктури стає ключовою компетентністю, що поєднує знання про апаратне забезпечення, програмні сервіси, мережеві протоколи і методи аналізу даних. Університетські лабораторії, які використовують реальні інструменти моніторингу IT-інфраструктури, створюють умови для формування практичних умінь, що відповідають очікуванням ринку праці [1]. Важливо, щоб використання освітніх платформ дозволяло здобувачам освіти працювати з тими ж технологіями, які використовуються у промислових середовищах, аби скоротити розрив між навчанням і практикою.

Моніторинг IT-інфраструктури в освітньому контексті виконує кілька функцій: навчальну, діагностичну та дослідницьку. Навчальна функція полягає у формуванні практичних навичок – налаштування агентів, створення тригерів, інтерпретація графіків.

Діагностична функція стосується використання інструментів для реального контролю сервісів закладу освіти, що підвищує їх надійність. Дослідницька функція дає змогу здобувачам освіти виконувати експериментальні завдання з аналізу навантаження, моделювання відмов і оцінювання ефективності виправлень. Саме тому вибір платформи для навчання повинен враховувати не тільки технічні характеристики, а й дидактичні можливості та зручність впровадження в освітній процес.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Станом на останні роки в науковій літературі зріс інтерес щодо інтеграції систем моніторингу ІТ-інфраструктури у вищу освіту. Дослідження концентруються на двох основних напрямках: технічна ефективність конкретних рішень та їх педагогічна доцільність. У багатьох працях розглядаються архітектурні підходи до моніторингу часових рядів, методи збору якості сервісу та інструментарій для автоматичного оповіщення [2], [7]. Особлива увага приділяється open-source інструментам, оскільки вони надають доступ до вихідного коду і можливість адаптації під навчальні сценарії без ліцензійних витрат. У публікаціях [3], [4] проаналізовано застосування Prometheus для моніторингу контейнерних середовищ, де автори підкреслюють його переваги у збиранні метрик із мікросервісів, але зауважують складність у налаштуванні для здобувачів освіти початківців. Інші роботи [5], [6] розглядають Nagios і Icinga з позицій класичного охоплення систем, проте відзначають їх обмеженість щодо візуалізації і сучасної аналітики.

Система Zabbix у ряді досліджень представлено як баланс між простотою навчання та глибиною функціоналу [7]. Автори підкреслюють такі його сильні сторони: інтегрований вебінтерфейс, підтримка агентської і безагентської телеметрії, можливість використання проксі для розподіленого моніторингу, вбудовані засоби для побудови дашбордів і звітів. Окремі наукові праці присвячені методикам застосування системи Zabbix у лабораторних роботах та проєктній діяльності здобувачів освіти, де доведено позитивний вплив на формування практичних компетентностей і аналітичних навичок [8]. Таким чином, вибір Zabbix для освітнього використання має підґрунтя як в технічних характеристиках, так і в емпіричних висновках, отриманих у навчальних середовищах.

**Мета написання статті.** Метою цього дослідження є всебічне обґрунтування доцільності використання системи Zabbix у навчальному процесі підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій, надання систематизованого технічного і дидактичного матеріалу для викладачів та опис методичних підходів щодо впровадження лабораторних та проєктних робіт із моніторингу. Додатково ставиться завдання систематизувати приклади практичних завдань для курсів з адміністрування та інформаційної безпеки, а також здійснити поглиблений порівняльний аналіз системи Zabbix з іншими популярними платформами моніторингу.

**Подання основного матеріалу дослідження.** Моніторинг інформаційно-технологічної інфраструктури як дисципліна розвивався паралельно з еволюцією мережевих і серверних технологій. Перші системи контролю працювали у вигляді простих скриптів, за допомогою яких перевіряли доступність мережевих вузлів через команду ping або SNMP запити (Simple Network Management Protocol – це протокол простого управління мережею, який використовується для моніторингу та керування мережевими пристроями та ІТ-інфраструктурою). Згодом виникли універсальні інструменти, використання яких дозволяло збирати дані з великої кількості джерел, зберігати історію і генерувати сповіщення на основі складних логічних умов.

На сучасному ринку інформаційних технологій представлено широкий спектр рішень для моніторингу ІТ-інфраструктури, які відрізняються як архітектурою, так і функціональними можливостями. Обираючи систему моніторингу, необхідно враховувати не лише технічні аспекти, а й можливості її застосування в освітньому процесі – простоту інсталяції, доступність документації, можливість реалізації навчальних завдань.

Серед таких систем особливе місце посідають системи моніторингу ІТ-інфраструктури Nagios, Icinga, Prometheus, Grafana та Zabbix, які мають різне походження, архітектурні принципи та призначення.

Система моніторингу Nagios, що з'явилася ще у 1999 році, вважається класичним рішенням для моніторингу серверів і мереж. Її основна перевага – модульність і використання плагінів, використання яких дозволяє перевіряти практично будь-який параметр системи. Проте конфігураційні файли системи Nagios мають складну структуру, що ускладнює навчання здобувачів освіти, які починають вивчати системи моніторингу. Інтерфейс є мінімалістичним, а функції візуалізації обмежені, тому у сучасних освітніх середовищах Nagios застосовується переважно для демонстрації історичних аспектів розвитку моніторингу [1].

Система моніторингу Icinga є спадкоємцем системи Nagios, створеною для покращення масштабованості та підтримки сучасних протоколів. Вона має вебінтерфейс і API (Application Programming Interface, інтерфейс програмування програмного забезпечення), але значна частина конфігурацій усе ще здійснюється через текстові файли, що залишає високий поріг входження. У навчальному процесі система Icinga використовується переважно у курсах із мережевого адміністрування для демонстрації класичної моделі агентного моніторингу.

Системи Prometheus і Grafana належать до нового покоління систем, орієнтованих на моніторинг контейнерних і мікросервісних архітектур. Система Prometheus використовує модель pull-запитів (інколи цю модель ще називають pull-моделью збору даних – це спосіб отримання даних, коли клієнт сам ініціює запит до сервера або джерела даних, щоб отримати актуальні дані) для збору даних і зберігає їх у власній базі. Це дає надзвичайно високу точність і можливість складних запитів. Проте для здобувачів освіти, які починають вивчати системи моніторингу IT-інфраструктури складність конфігурацій, необхідність роботи з PromQL (Prometheus Query Language) і окремими компонентами робить цю систему менш зручною у навчальних цілях. Використання системи Grafana, яка зазвичай працює разом із системою моніторингу Prometheus, забезпечує потужну візуалізацію, проте сама по собі не виконує моніторинг. Її основна роль – відображення метрик і побудова динамічних панелей.

Система Netdata – ще одна система нового покоління, орієнтована на моніторинг у реальному часі. Вона має високу швидкодію і автоматично визначає більшість параметрів системи. Однак її можливості зі зберігання історії та аналітики обмежені, що не дозволяє повноцінно досліджувати тренди у великих часових інтервалах. Для навчальних завдань система Netdata зручна для демонстрації короткочасних процесів, але не для глибокого аналізу.

У порівнянні з цими системами система моніторингу Zabbix вирізняється збалансованістю між простотою і потужністю. Вона має єдиний вебінтерфейс для керування всіма аспектами системи, підтримує як динамічний, так і пасивний збір даних, а також має власну систему тригерів, використання якої дозволяє описувати складні логічні залежності. Система Zabbix має добре документовану API, інтеграцію з хмарними сервісами і засоби візуалізації, що не потребують сторонніх рішень. Її архітектуру можна легко розширювати, а безкоштовна ліцензія з відкритим кодом робить її доступною для використання в університетах без додаткових фінансових витрат [2], [3], [6].

Технічні відмінності між системами можна розглядати з точки зору чотирьох критеріїв: гнучкість конфігурації, масштабованість, зручність інтерфейсу і можливість інтеграції. За цими параметрами система Zabbix демонструє стабільно високі результати. На відміну від систем Nagios чи Icinga, її використання не вимагає редагування конфігурацій вручну, оскільки всі налаштування виконуються через вебінтерфейс. У порівнянні з системою Prometheus, система Zabbix має простішу модель зберігання даних у стандартній базі MySQL або PostgreSQL, що дозволяє здобувачам освіти працювати з відомими технологіями. У порівнянні з системою Grafana, Zabbix інтегрує візуалізацію у власну екосистему без додаткових компонентів.

У Таблиці 1 наведено порівняння системи Zabbix з іншими поширеними рішеннями: Nagios, Prometheus + Grafana, Icinga.

## Порівняльний аналіз систем моніторингу ІТ-інфраструктури

Критерій	Zabbix	Nagios Core	Prometheus + Grafana	Icinga
Тип ліцензії	Відкрита (GPLv2)	Відкрита (GPLv2)	Відкрита (Apache 2.0 / AGPL)	Відкрита (GPLv2)
Інтерфейс користувача	Веб-інтерфейс (повнофункціональний)	Базовий (CLI + плагіни)	Grafana для візуалізації	Сучасний вебінтерфейс
Агентський моніторинг	Так (active/passive)	Так	Ні (використовує експортери)	Так (сумісність із Nagios Agent)
Моніторинг без агентів	SNMP, IPMI, HTTP, ICMP	SNMP	Pushgateway, Node Exporter	SNMP, NRPE
Автоматичне виявлення	Є	Обмежене	Частково (через інтеграцію з K8s)	Обмежене
Гнучкість тригерів	Висока	Середня	Залежить від PromQL	Висока
Повідомлення та дії	Розширена система оповіщень	Проста через плагіни	Інтеграція через AlertManager	Добре реалізовано
Візуалізація з коробки	Так (дашборди, графіки, карти)	Ні	Ні (тільки через Grafana)	Так
Масштабованість	Висока (через проксі)	Низька	Висока (в основному для метрик)	Середня
Підходить для навчання	Так, комплексне середовище	Так (основи моніторингу)	Так (DevOps/Cloud)	Так, як альтернатива Nagios

Отже, кожна з розглянутих систем має свої сильні сторони, однак з огляду на поєднання функціональності, відкритості, гнучкості та наявності методичних рекомендацій, система Zabbix заслуговує особливої уваги як базова платформа для навчання системного адміністрування, моніторингу й аналітики в рамках підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

Система Zabbix побудована за клієнт-серверною архітектурою і її використання дозволяє здійснювати централізований моніторинг різних об'єктів: серверів, мережевих пристроїв, програмних засобів, баз даних, хмарних сервісів тощо. Її архітектура забезпечує масштабованість, гнучкість конфігурації та можливість автоматизації багатьох процесів, що робить систему Zabbix одним із лідерів у сфері open-source моніторингу.

Таким чином, систему Zabbix можна вважати оптимальним вибором для навчальних закладів, оскільки вона поєднує зрозумілий інтерфейс, глибокий функціонал і відкритість архітектури. Це дозволяє не лише проводити лабораторні заняття, а й реалізовувати комплексні освітні проекти, що імітують роботу ІТ-відділу великої організації.

*Педагогічна інтеграція Zabbix в освітній процес.* Система моніторингу Zabbix ґрунтується на модульній клієнт-серверній архітектурі, де основними компонентами є сервер, база даних, агенти, проксі-сервери, вебінтерфейс і система повідомлень. Використання такої структури забезпечує масштабованість, стабільність і можливість розподіленого контролю за великою кількістю вузлів. Сервер Zabbix виконує роль центрального елемента, за допомогою

якого приймаються, зберігаються та опрацьовуються дані, отримані від агентів або через інші протоколи. У базі даних зберігається історія показників, відомості про конфігурації, події, сповіщення та користувачів.

Агент системи Zabbix, який може бути встановлений на будь-яку операційну систему, збирає дані про стан апаратних ресурсів і процесів: використання процесора, пам'яті, дисків, мережевих інтерфейсів, служб і логів. У навчальних умовах цей компонент є базовим інструментом для практичного ознайомлення здобувачів освіти із принципами збору телеметрії. Вони навчаються створювати власні шаблони для моніторингу, визначати ключові параметри та аналізувати отримані результати.

У системі Zabbix також підтримується безагентний моніторинг через протоколи SNMP, IPMI (Intelligent Platform Management Interface), JMX (Java Management Extensions), HTTP-запити, що особливо важливо для навчання адміністрування мережевого обладнання, серверів віртуалізації чи контейнерних систем. Здобувачі освіти можуть реалізувати лабораторні сценарії, де необхідно спостерігати за станом маршрутизаторів, хмарних хостів або вузлів Kubernetes (Kubernetes nodes – це сервери (фізичні або віртуальні машини) на яких запускаються контейнери та компоненти кластеру Kubernetes). Використання такої інтеграції дозволяє практикувати адміністрування гібридних середовищ і розуміти архітектуру корпоративних рішень.

Однією з ключових особливостей системи Zabbix є можливість використання проксі-серверів для розподіленого моніторингу. У навчальному процесі це дає змогу моделювати роботу великої компанії, де різні філії мають власні локальні сервери, а центральний сервер Zabbix збирає дані та агрегує результати. Здобувачі освіти можуть виконувати завдання з налаштування проксі, симулювати мережеві затримки, втрату мережевих пакетів, перевіряти стійкість зв'язку та ефективність передавання даних у віддалених сегментах мережі.

Система Zabbix має гнучку систему тригерів – логічних умов, що визначають момент виникнення події. У навчальному процесі це дозволяє закріпити знання про порогові значення, оператори порівняння, логічні зв'язки й часові залежності. Наприклад, здобувач освіти пропонується створити тригер, який активується за умови перевищення навантаження процесора понад 85% протягом п'яти хвилин або за умови зменшення вільного простору на диску нижче 5%. Такі завдання розвивають уміння аналізувати дані, формулювати умови у логічній формі та реагувати на події у реальному часі.

Особливе значення у системі має модуль оповіщень. Його використання дозволяє налаштовувати сповіщення через електронну пошту, SMS, Telegram або інші сервіси за допомогою HTTP-сповіщень (вебхуків). У межах навчального курсу здобувачі освіти реалізують практичні завдання: інтеграція системи Zabbix із Telegram-ботом для автоматичного повідомлення про інциденти або створення HTTP-сповіщень, який передає дані в Slack (Slack – це хмарний корпоративний месенджер і платформа командної комунікації, призначена для організації робочих процесів, спільної роботи та інтеграції з іншими сервісами). Такі вправи формують компетентності в галузі автоматизації процесів, що є основою сучасних DevOps-практик (DevOps – це підхід до розроблення та експлуатації програмного забезпечення, який об'єднує команди розробників (Dev) і фахівців з операційної підтримки (Ops) з метою автоматизації процесів, підвищення швидкості розроблення та надійності ІТ-систем).

Візуалізаційні можливості використання системи Zabbix також заслуговують особливої уваги. Використання інтерфейсу системи дозволяє будувати динамічні графіки, панелі моніторингу, карти мереж і шаблони звітів. Здобувачі освіти під час занять можуть створювати власні динамічні інформаційні панелі (дашборди) для аналізу наприклад роботи серверів системи Moodle або баз даних, налаштовують групи елементів і відображають їх на динамічній карті організації. Це не лише закріплює технічні навички, а й формує естетичне розуміння інформаційної візуалізації, важливе для представлення результатів моніторингу у звітах і дослідженнях.

У контексті адміністрування освітніх платформ особливо ефективним є приклад

використання системи Zabbix для контролю серверів системи Moodle. Викладач може запропонувати здобувачам освіти практичне завдання, де вони моніторять основні параметри сервера системи Moodle: завантаження процесора, доступність вебсервісів, кількість активних з'єднань до бази даних MySQL, використання кешу, роботу PHP-FPM і швидкодію дискових підсистем. На основі зібраних метрик здобувачі освіти аналізують продуктивність системи, виявляють «вузькі місця» і пропонують оптимізаційні рішення – збільшення оперативної пам'яті, зміна параметрів кешування або балансування навантаження.

Іншим поширеним завданням є організація навчальної лабораторії з моніторингу віртуалізованих середовищ Proxmox або VMware. Використовуючи систему Zabbix, здобувачі освіти створюють шаблони для моніторингу стану віртуальних машин, обчислювальних вузлів і сховищ. Вони можуть оцінювати продуктивність віртуальних серверів, спостерігати за динамікою використання ресурсів та аналізувати ефективність розподілу навантаження. Таке завдання сприяє розвитку системного мислення та розуміння принципів оптимізації ресурсів у дата-центрах.

Під час курсів із DevOps-інженерії застосовується ще глибший рівень інтеграції. Система Zabbix використовується як частина безперервного циклу моніторингу CI/CD (Continuous Delivery / Continuous Deployment). Наприклад, після оновлення контейнеризованого сервісу здобувачі освіти повинні перевірити його доступність, відстежити ключові метрики і, за необхідності, ініціювати зворотне розгортання. Такі лабораторні сценарії формують комплексне розуміння життєвого циклу програмного забезпечення.

У системі Zabbix підтримується повна автоматизація через REST (Representational State Transfer) API, що робить її придатною для досліджень з автоматизованого адміністрування. У межах курсових або кваліфікаційних робіт здобувачі освіти створюють власні скрипти, які виконують додавання хостів, призначення шаблонів або отримання даних для зовнішніх звітів. Таким чином, вони не лише користуються готовими інструментами, а й навчаються будувати системи моніторингу, що обмінюються даними із іншими сервісами.

Застосування системи Zabbix у навчанні базується на поєднанні технічного та педагогічного підходів. З одного боку, це інструмент моніторингу, використання якого дає можливість здобувачам освіти взаємодіяти з реальними серверами, сервісами та протоколами. З іншого – це засіб формування аналітичного мислення і навичок прийняття рішень.

Інтеграція системи в освітній процес реалізується на трьох рівнях: ознайомчому, практичному та дослідницькому. На першому рівні здобувачі освіти знайомляться з інтерфейсом, основними поняттями, структурою та можливостями системи. Вони навчаються додавати хости, створювати шаблони, налаштовувати тригери та переглядати графіки. Цей етап дозволяє оволодіти базовими технічними навичками і зрозуміти логіку роботи системи.

На другому рівні, практичному, здобувачі освіти виконують реальні завдання: моніторинг серверів системи Moodle, баз даних, віртуальних машин або мережевих пристроїв. Вони аналізують зібрані метрики, виявляють перевантаження, оптимізують параметри конфігурації. Така діяльність сприяє розвитку вмінь працювати з великими масивами даних і робити висновки на основі фактичних показників.

На третьому рівні, дослідницькому, здобувачі освіти створюють власні проекти: наприклад, розроблення сценарію моніторингу хмарного середовища чи віртуальної лабораторії. У магістерських освітніх програмах це може бути робота з побудови системи контролю за ефективністю використання ресурсів університету або моделювання ситуацій відмов і їх автоматичного усунення.

У педагогічному вимірі система Zabbix допомагає реалізувати принципи діяльнісного навчання. Здобувачі освіти набувають знань не через пасивне сприйняття даних, а через виконання конкретних дій. Кожен елемент системи – агент, тригер, правило сповіщення – перетворюється на навчальний об'єкт, який має своє призначення, функції та поведінку. Завдяки цьому процес навчання стає інтерактивним і практично орієнтованим.

Викладачі можуть використовувати систему Zabbix не лише як інструмент для лабораторій, але і як методичний засіб оцінювання активності здобувачів освіти. Наприклад,

у курсах із адміністрування чи захисту даних кожен здобувач освіти налаштовує власний сервер моніторингу, а оцінювання здійснюється на основі функціональності створеної системи, кількості налаштованих вузлів та якості візуалізації. Такий підхід стимулює самостійну роботу, креативність і відповідальність.

У дослідницьких курсах система Zabbix може бути використана для збирання емпіричних даних під час експериментів. Наприклад, під час тестування впливу оптимізації баз даних на швидкодію вебресурсів здобувачі освіти використовують систему Zabbix для фіксації часу відгуку, навантаження процесора, споживання пам'яті та мережевого трафіку. Зібрані дані потім опрацьовуються статистично, що розвиває навички наукового аналізу.

Педагогічна цінність використання системи Zabbix полягає у можливості формування професійних компетентностей через практичну діяльність у реальних умовах. Ця система надає викладачам універсальний інструмент для організації навчального середовища, де здобувачі освіти можуть не лише спостерігати за процесами, а й безпосередньо втручатися у них, змінювати параметри, аналізувати наслідки. Це повністю відповідає принципам конструктивістської педагогіки, у межах якої знання формується через діяльність і рефлексію.

У традиційних формах навчання здобувачів освіти часто отримують лише теоретичні уявлення про роботу систем моніторингу. Використання системи Zabbix дозволяє перетворити ці знання на досвід. Під час лабораторних і проєктних занять вони працюють із власними серверами, моделюють відмови, відновлення, конфлікти ресурсів, що розвиває професійну інтуїцію й упевненість у прийнятті рішень. Важливо, що система підтримує командну взаємодію: кілька користувачів можуть спільно аналізувати показники, обговорювати результати й планувати подальші дії. Такий формат роботи сприяє розвитку навичок колективної відповідальності, що є ключовими компетентностями сучасного фахівця з інформаційних технологій.

Методичні переваги системи Zabbix полягають у її універсальності. Вона може бути використана як у базових, так і у спеціалізованих курсах. Для початкового рівня підготовки система виступає засобом ознайомлення з принципами роботи ІТ-інфраструктури: здобувачі освіти навчаються спостерігати, аналізувати і робити висновки. Для більш досвідчених здобувачів освіти – магістрів або аспірантів – вона є базою для виконання дослідницьких робіт і комплексних проєктів, що потребують інтеграції кількох систем. Таким чином, система Zabbix забезпечує безперервність освітнього процесу – від базових навичок до рівня інженерного проєктування.

Ще однією педагогічною перевагою є можливість використання системи Zabbix для самооцінювання і моніторингу власного прогресу здобувачів освіти. Використання системи надає розгорнуті звіти, графіки, історію змін, що дозволяє бачити динаміку розвитку навичок і результатів. Наприклад, упродовж семестру здобувачі освіти можуть відстежувати стабільність своєї конфігурації серверів або ефективність алгоритмів балансування навантаження. Викладач, своєю чергою, має змогу аналізувати статистику використання системи всією групою, виявляючи найуспішніших і тих, хто потребує додаткової допомоги.

Педагогічний потенціал Zabbix також полягає у розвитку критичного мислення. Здобувачі освіти навчаються оцінювати достовірність даних, відрізняти випадкові коливання від системних проблем, знаходити причини відмов. Така аналітична робота близька до наукового дослідження, оскільки потребує формулювання гіпотез, перевірки результатів і аргументування висновків. Це створює умови для формування дослідницьких компетентностей, що є складовою освітніх стандартів підготовки фахівців з інформаційних технологій.

Використання системи Zabbix у навчальному середовищі також сприяє цифровізації освітнього процесу. Платформа може бути інтегрована із системами керування навчанням (LMS) для моніторингу технічного стану серверів, мережевих з'єднань або використання ресурсів здобувачами освіти. Використання такої інтеграції дозволяє створити єдину аналітичну систему закладу, де поєднуються технічні та освітні дані. Наприклад, можна одночасно аналізувати активність користувачів системи Moodle і навантаження на сервер,

роблячи висновки про ефективність використання систем управління навчанням.

У системі Zabbix підтримується створення навчальних полігонів і симуляційних середовищ, де здобувачі освіти виконують роль адміністраторів, операторів і аналітиків. У таких сценаріях вони стикаються з типовими інцидентами – перевантаженням серверів, відмовами мережі, некоректною роботою баз даних – і мають знаходити шляхи їх вирішення. Це дозволяє формувати не лише технічні, а й комунікативні компетентності: опис проблеми, аргументація рішення, звітування про результати. У деяких університетах на основі системи Zabbix створюються навіть навчальні кіберполігони, де здобувачі освіти одночасно навчаються моніторингу, безпеці та реагуванню на кіберінциденти.

У сучасному інформаційному середовищі існує велика кількість систем моніторингу, кожна з яких має свої сильні та слабкі сторони. Вибір інструмента залежить не лише від технічних потреб організації, а й від контексту його застосування – наприклад, у освітньому процесі важливими є відкритість, гнучкість, простота розгортання та можливість адаптації під лабораторні або проєктні роботи.

Використання системи моніторингу Zabbix у навчальному процесі спрямоване на формування у здобувачів освіти здатності аналізувати стан інформаційної інфраструктури, забезпечувати її надійність і стабільність функціонування та оперативно виявляти відхилення у роботі компонентів. Практичні заняття дозволяють інтегрувати теоретичні знання з набуттям практичних навичок адміністрування, розвитку аналітичного мислення та освоєння інструментів DevOps, що особливо важливо для майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Лабораторні роботи формують загальні та фахові компетентності, передбачають освоєння принципів побудови систем моніторингу, роботи з агентами, тригерами та оповіщеннями, побудови динамічних дашбордів, аналізу статистичних даних та інтеграції з зовнішніми сервісами.

Серед основних лабораторних робіт виокремити:

- *Розгортання системи Zabbix у локальному або віртуалізованому середовищі*, що забезпечує розуміння архітектури системи та базових принципів її роботи.
- *Конфігурування агентів та SNMP-пристроїв*, яке формує навички збору даних про стан апаратних і програмних ресурсів.
- *Моніторинг операційних систем Linux і Windows*, використання якого дозволяє оцінювати продуктивність та працездатність серверів різних платформ.
- *Створення та модифікація шаблонів моніторингу*, спрямоване на стандартизацію та масштабування процесів збору даних.
- *Розроблення тригерів і правил сповіщення*, що забезпечує автоматизацію реагування на відхилення у роботі системи.
- *Моніторинг мережевих сервісів*, використання якого дозволяє контролювати доступність та якість роботи ключових протоколів і сервісів.
- *Емуляція користувачького використання вебресурсів*, що розвиває навички оцінювання доступності вебсервісів.
- *Моніторинг баз даних*, використання якого забезпечує аналіз продуктивності СУБД та навантаження на ресурси.
- *Побудова динамічних дашбордів і карт IT-інфраструктури*, що формує навички візуалізації стану системи та інтеграції даних.
- *Аналіз статистичних даних і трендів*, результати якого дозволяють прогнозувати навантаження та виявляти аномалії.
- *Інтеграція з зовнішніми сервісами оповіщення*, що сприяє розвитку навичок автоматизації та інформаційної взаємодії.
- *Моніторинг контейнеризованих і хмарних середовищ*, що забезпечує практичне ознайомлення з сучасними платформами розподілених систем.
- *Моніторинг навчальних платформ*, зокрема серверів системи Moodle, що демонструє застосування моніторингу у навчальному середовищі та формує практичні компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

Такий підхід дозволяє майбутнім фахівцям з інформаційних технологій опанувати сучасні засоби моніторингу, формує практичні навички та професійні компетентності, необхідні для ефективної роботи в реальних ІТ-середовищах.

Використання системи Zabbix у навчальному процесі сприяє формуванню міждисциплінарних компетентностей майбутніх фахівців з інформаційних технологій, оскільки дозволяє інтегрувати знання та практичні навички з різних галузей ІТ. Такий підхід створює передумови для комплексного міждисциплінарного навчання та розвитку дослідницьких компетентностей. Серед напрямів міждисциплінарної інтеграції можна виокремити:

- Програмування: написання скриптів для кастомного збирання метрик.
- Кібербезпека: контроль журналів та виявлення аномалій.
- Штучний інтелект: аналіз метрик з використанням ML-підходів.
- Big Data: інтеграція з Grafana для опрацювання потоків даних.

Реалізація таких завдань забезпечує синтез знань і навичок із різних галузей інформаційних технологій, сприяє формуванню у здобувачів освіти здатності до комплексного аналізу даних, критичного мислення та дослідницької діяльності. Водночас інтеграція міждисциплінарних підходів дозволяє поглибити розуміння взаємозв'язків між програмуванням, кібербезпекою, штучним інтелектом та опрацюванням великих даних, що підвищує рівень практичної підготовки та формує професійні компетентності, необхідні для ефективної діяльності майбутніх фахівців з інформаційних технологій у складних ІТ-середовищах та під час виконання комплексних прикладних і дослідницьких завдань.

Також використання системи Zabbix у навчальному процесі може слугувати основою або складовою частиною курсових, дипломних та STEM-проектів, забезпечуючи інтеграцію теоретичних знань з практичною діяльністю та розвиток дослідницьких компетентностей майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Практичні завдання на основі системи Zabbix дозволяють здобувачам освіти опанувати сучасні методи моніторингу ІТ-інфраструктури, формувати аналітичні та проєктні навички, а також розвивати здатність до міждисциплінарного підходу в оцінюванні ефективності та продуктивності систем.

Серед можливих проєктних завдань можна виокремити:

- Побудова системи моніторингу для серверної або локальної мережі, що дозволяє оцінювати стан і працездатність ключових компонентів інфраструктури.
- Автоматизація контролю відвідуваності та доступності освітніх сервісів, що забезпечує ефективний моніторинг навчального процесу.
- Аналіз продуктивності навчальних платформ, таких як Google Workspace і системи Moodle, з метою оптимізації їх роботи та підвищення якості навчального середовища.
- Побудова карт розміщення пристроїв із візуалізацією у навчальних аудиторіях, що сприяє комплексному уявленню про структуру ІТ-інфраструктури та підвищує рівень просторової орієнтації здобувачів освіти у мережевих середовищах.

Реалізація цих проєктів дозволяє здобувачам освіти розвивати комплексні професійні компетентності, поєднувати знання з різних галузей ІТ та набувати практичних навичок роботи з сучасними інструментами моніторингу. Крім того, така діяльність стимулює дослідницьке мислення, формує здатність до самостійного аналізу та вирішення прикладних завдань у складних ІТ-середовищах, що є ключовими компетентностями майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

Для ефективного впровадження лабораторних занять і навчальних курсів із використанням системи Zabbix доцільно застосовувати різноманітні платформи, використання яких дозволяє моделювати реальні ІТ-середовища та забезпечує інтеграцію теоретичних знань з практичними навичками. Використання таких платформ сприяє формуванню у здобувачів освіти навичок роботи з різними технологічними середовищами, розвитку компетентностей у сфері адміністрування, моніторингу та DevOps-процесів.

Серед можливих платформ для тренування можна виокремити:

- *Локальні віртуальні машини*, такі як VirtualBox і VMware, використання яких дозволяють здобувачам освіти розгортати ізольовані лабораторні середовища на власних комп'ютерах.
- *Docker-контейнери з попередньо налаштованою системою Zabbix*, використання яких забезпечують швидке та стандартизоване розгортання системи моніторингу.
- *Хмарні середовища*, зокрема AWS, Azure, Google Cloud та OpenStack, використання яких дозволяють моделювати масштабовані та розподілені ІТ-інфраструктури.
- *Навчальні стенди на базі Raspberry Pi*, використання яких дозволяють створювати доступну платформу для експериментів із фізичними пристроями та мережевою інфраструктурою.

Застосування цих платформ забезпечує комплексну підготовку майбутніх фахівців з інформаційних технологій, формує практичні навички роботи з сучасними інструментами моніторингу, дозволяє реалізувати міждисциплінарні завдання та стимулює розвиток дослідницьких компетентностей, необхідних для роботи в реальних ІТ-середовищах.

Вивчення системи Zabbix має значний дидактичний потенціал для формування практичних навичок здобувачів освіти у сфері моніторингу ІТ-систем. Методично обґрунтоване впровадження цієї платформи в освітній процес забезпечує міждисциплінарний підхід до навчання, розвиток аналітичного мислення, автоматизацію практичної підготовки та готовність до вирішення реальних задач цифрової інфраструктури.

Для ефективного впровадження систем моніторингу в освітній процес доцільно застосовувати поетапний підхід до їхнього вивчення. Більш прості платформи дозволяють здобувачам освіти засвоїти базові принципи моніторингу та структуру перевірок, тоді як більш складні системи забезпечують розвиток аналітичного мислення, практичних навичок адміністрування та підготовку до роботи з сучасними ІТ-інфраструктурами. Такий підхід створює умови для поступового ускладнення завдань і формування професійних компетентностей, зокрема:

- *Nagios* добре підходить для введення в тематику моніторингу, оскільки у ній можна працювати з простими конфігураційними файлами і за її допомогою здобувачі освіти можуть навчитися розуміти структуру перевірок.
- *Prometheus* ідеальний для курсів, пов'язаних з DevOps, Cloud, Kubernetes. Однак його використання потребує доброго знання інфраструктури та мови PromQL.
- *Icinga* є логічним наступником Nagios, і може бути корисним як «другий крок» після ознайомлення з основами.
- *Zabbix* поєднує в собі повнофункціональний набір засобів моніторингу, візуалізації, керування, що робить його оптимальним вибором для комплексного вивчення моніторингу в освітньому середовищі.

**Таблиця 2**

**Практичні рекомендації для впровадження в ЗВО**

Рівень	Система	Обґрунтування
1 курс	Nagios	Вивчення основ моніторингу, CLI-орієнтація, ручне конфігурування.
2–3 курс	Zabbix	Вивчення архітектури, роботи з агентами, тригерами, візуалізацією.
3–4 курс (або магістратура)	Prometheus + Grafana	Моніторинг мікросервісів, контейнерів, Cloud/DevOps-середовищ.

Застосування поетапного підходу (Табл. 2) до вивчення різних систем моніторингу дозволяє здобувачам освіти поступово розвивати професійні компетентності, інтегрувати міждисциплінарні знання, формувати практичні навички роботи з сучасними ІТ-

інструментами та підвищує готовність до виконання складних аналітичних і прикладних завдань у реальних умовах ІТ-інфраструктури.

Проведений порівняльний аналіз свідчить, що Zabbix є універсальним інструментом, який гармонійно поєднує зручність у використанні, багатофункціональність і відкриту архітектуру. Це робить його придатним як для промислового застосування, так і для широкого впровадження в системі вищої освіти з метою формування компетентностей з моніторингу інформаційних систем.

Досвід використання системи Zabbix у закладах вищої освіти підтверджує ефективність цього інструмента як складової освітнього процесу. Його застосування дає змогу перейти від формального навчання дисциплін до інтегрованого навчання, у якому теорія тісно пов'язана з практикою. Важливо, що платформа є вільнопоширюваною і може бути розгорнута навіть на базовому сервері університету, що робить її доступною для будь-якого закладу освіти.

Педагогічні результати впровадження системи Zabbix виражаються у кількох напрямках. По-перше, зростає рівень мотивації здобувачів освіти, оскільки вони працюють із реальними технологіями, що використовуються в індустрії. По-друге, формуються професійні компетентності системного адміністрування, аналітики даних, DevOps і захисту даних. По-третє, підвищується якість навчальних досліджень, оскільки система Zabbix забезпечує достовірність і відтворюваність результатів. Нарешті, розширюється можливість міждисциплінарних проєктів – моніторинг може бути пов'язаний із вивченням інформатики, математики, менеджменту чи освіти дорослих.

**Висновки.** Система Zabbix є не лише технологічно потужним, а й педагогічно значущим інструментом, який поєднує у собі можливості моніторингу, аналітики та навчання. Її використання у процесі підготовки фахівців з інформаційних технологій дозволяє реалізувати концепцію інтегрованої ІТ-освіти, де теоретичні знання підкріплюються практичним досвідом. За допомогою системи Zabbix формується в здобувачів освіти системне бачення інфраструктури, навчає виявляти закономірності у поведінці складних систем, прогнозувати відмови та приймати обґрунтовані рішення. Порівняльний аналіз підтвердив, що серед систем з відкритим кодом саме система Zabbix має найкраще співвідношення між функціональністю, зручністю використання і навчальною придатністю. Її гнучкість, підтримка автоматизації та наявність інтегрованих засобів візуалізації роблять її придатною як для університетських лабораторій, так і для професійного середовища.

З педагогічної точки зору, система Zabbix сприяє розвитку самостійності, критичного мислення та дослідницьких навичок. Її використання створює умови для практичного навчання в моделі «навчання через дію», що відповідає сучасним тенденціям розвитку ІТ-освіти та галузі інформаційних технологій. Таким чином, впровадження системи Zabbix у навчальний процес сприяє не лише технічній підготовці здобувачів освіти, але й підвищує якість освіти загалом, роблячи її ближчою до потреб цифрового суспільства.

#### Список використаних джерел:

- [1]. Barros J., Silva A. Monitoring Strategies for Modern IT Infrastructures. *Journal of Network Systems*, 2021.
- [2]. Lee S. Open-Source Tools for IT Infrastructure Education. *International Journal of Information Technologies*, 2020.
- [3]. Грибовський О. М., Орлов М. В., Жовнір Ю. І., Дуда О. М. Від концепції до реальності: роль методології DevOps в екосистемах IoT. *Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського: Серія «Технічні науки»*. 2024. Т. 35 (№ 6). УДК: 004.4:004.415:004.678:004.7:004.9. DOI: 10.32782/2663-5941/2024.6.2/22..
- [4]. Yechkalo, Y. V., Tkachuk, V. V., Semerikov, S. O., Khotskina, S. M., Markova, O. M., Kravets, A. S. Developing digital competence in computer science education: an integrated framework for theory-driven pedagogical innovation. *Educational Dimension*. 2024. DOI: 10.55056/ed.945
- [5]. Захарченко С. М., Суприган О. І. *Основи системного адміністрування комп'ютерних мереж на базі ОС Windows ...: навч. посібник*. Вінниця : ВНТУ, 2008. 100 с.
- [6]. Zabbix Documentation. Zabbix LLC. URL: <https://www.zabbix.com/documentation>.
- [7]. Кмицяк В. М. Інтегровані підходи до автоматизації, моніторингу та оптимізації продуктивності високонавантажених баз даних: кваліфікаційна (бакалаврська) робота. Львів, Національний університет "Львівська політехніка", 2024. 84 с.
- [8]. Martovytskyi V., Koltun Y., Holubnychyi D., Sukhoteplyi V. Технологія моніторингу стану функціонування розподілених комп'ютерних систем. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2022. Т. 1 (67). С. 75–80. DOI:

10.26906/SUNZ.2022.1.075.

- [9]. Prometheus Monitoring. URL: <https://prometheus.io/docs/introduction/overview/>
- [10]. Vakaliuk, T., Antoniuk, D., Morozov, A., Medvedieva, M., Medvediev, M.: Green IT as a tool for design cloud-oriented sustainable learning environment of a higher education institution. In: Semerikov, S., Chukharev, S., Sakhno, S., Striuk, A., Osadchyi, V., Solovieva, V., Vakaliuk, T., Nechypurenko, P., Bondarenko, O., Danylchuk, H. (eds.) The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2020). Kryvyi Rih, Ukraine, May 20-22, 2020. E3S Web of Conferences 166, 10013 (2020). DOI: 10.1051/e3sconf/202016610013.
- [11]. Франчук В.М. Методика навчання інформатичних дисциплін в педагогічних університетах з використанням веб-орієнтованих систем: монографія. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2020. 434 с.

## FEATURES OF USING INFORMATION TECHNOLOGY INFRASTRUCTURE MONITORING SYSTEMS IN THE TRAINING OF FUTURE INFORMATION TECHNOLOGY SPECIALISTS

*Vasyl Franchuk*

**Abstract.** The article examines the possibilities of applying information technology infrastructure monitoring systems in the training of future specialists in information technologies at higher education institutions. It is emphasized that in the context of the digital transformation of education, the development of distance and blended learning, as well as the increasing complexity of university IT infrastructures, the need for modern tools for controlling and managing technical resources is growing. It is substantiated that the use of IT infrastructure monitoring systems is not only a technological solution for ensuring the stable operation of servers, network equipment, or cloud services, but also an effective educational tool that enables learners to develop practical competencies necessary for professional activities in the field of information technologies. The article provides a comparative analysis of widely used monitoring systems – Nagios, Icinga, Prometheus, Grafana, and Zabbix – considering their technical capabilities, usability, potential for integration into the educational environment, and didactic effectiveness. It is shown that Zabbix is distinguished by its versatility, extensive set of agent-based and agentless data collection methods, advanced trigger and notification mechanisms, capabilities for dashboard creation, administration automation, and simulation of real-world operational scenarios. Attention is paid to the development of Zabbix-based learning environments for monitoring servers, containerized systems, virtualization platforms, data storage infrastructures, and network services. Examples of integrating Zabbix into educational disciplines such as “System Administration,” “Data Protection,” “Administration of Computer Systems and Networks,” and “Web-Oriented Educational Computer Systems” are presented, with an emphasis on fostering analytical thinking and practical skills in using industry-level tools. It is demonstrated that the implementation of Zabbix in the educational process contributes to improving the quality of professional training, develops learners’ ability to work with complex IT infrastructures, and ensures the integration of theoretical knowledge with practical activities in conditions closely resembling real industrial environments.

**Keywords:** monitoring, Zabbix, IT education, administration, cloud computing, educational technologies.

### References (translated and transliterated)

- [1]. Barros, J., Silva, A. Monitoring Strategies for Modern IT Infrastructures. *Journal of Network Systems*, 2021.
- [2]. Lee, S. Open-Source Tools for IT Infrastructure Education. *International Journal of Information Technologies*, 2020.
- [3]. Hrybovskiy, O. M., Orlov, M. V., Zhovnir, Yu. I., Duda, O. M. From Concept to Reality: The Role of DevOps Methodology in IoT Ecosystems. *Scientific Notes of TNU named after V. I. Vernadsky: Technical Sciences Series*. 2024. Vol. 35 (No. 6). UDC: 004.4:004.415:004.678:004.7:004.9. DOI: 10.32782/2663-5941/2024.6.2/22.
- [4]. Yechkalo, Y. V., Tkachuk, V. V., Semerikov, S. O., Khotskina, S. M., Markova, O. M., Kravets, A. S. Developing Digital Competence in Computer Science Education: An Integrated Framework for Theory-Driven Pedagogical Innovation. *Educational Dimension*. 2024. DOI: 10.55056/ed.945
- [5]. Zakharchenko, S. M., Supryhan, O. I. *Fundamentals of Computer Network Administration Based on Windows OS*. Vinnytsia: VNTU, 2008. 100 p.
- [6]. Zabbix Documentation. Zabbix LLC. Available at: <https://www.zabbix.com/documentation>
- [7]. Kmytsiak, V. M. Integrated Approaches to Automation, Monitoring, and Optimization of High-Load Database Performance: Bachelor Thesis / Volodymyr Mykolaiovych Kmytsiak. Lviv, National University "Lviv Polytechnic", 2024. 84 p.
- [8]. Martovytskyi, V., Koltun, Y., Holubnychyi, D., Sukhoteplyi, V. Monitoring Technology of Distributed Computer Systems. *Systems of Control, Navigation and Communication*. 2022. Vol.1 (67). P. 75–80. DOI: 10.26906/SUNZ.2022.1.075.

- [9]. Prometheus Monitoring. [Online]. Available: <https://prometheus.io/docs/introduction/overview/>
- [10]. Vakaliuk, T., Antoniuk, D., Morozov, A., Medvedieva, M., Medvediev, M. Green IT as a Tool for Designing Cloud-Oriented Sustainable Learning Environment of a Higher Education Institution. In: Semerikov, S., Chukharev, S., Sakhno, S., Striuk, A., Osadchy, V., Solovieva, V., Vakaliuk, T., Nechypurenko, P., Bondarenko, O., Danylchuk, H. (eds.) The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2020). Kryvyi Rih, Ukraine, May 20-22, 2020. E3S Web of Conferences 166, 10013 (2020). DOI: 10.1051/e3sconf/202016610013.
- [11]. Franchuk, V. M. Methods of Teaching Informatics Disciplines in Pedagogical Universities Using Web-Oriented Systems: Monograph. Kyiv: NPU named after M.P. Drahomanov, 2020. 434 p.

## ФОРМУВАННЯ КІБЕРГІГІЄНИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ: ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ ПІДХОДИ ТА ПРАКТИЧНІ СТРАТЕГІЇ

**Анотація.** Стаття присвячена аналізу організаційно-педагогічних засад формування кібергігієни у закладах вищої освіти (ЗВО) в умовах зростання кіберзагроз. Актуальність зумовлена інтенсивною цифровізацією освіти, що супроводжується поширенням кіберінцидентів, таких як фішинг, витік даних і атаки на інформаційні системи ЗВО. Метою є розроблення концептуальних підходів до формування кібергігієни з урахуванням організаційних і педагогічних чинників для забезпечення безпечного цифрового середовища. Дослідження базується на змішаній методології, що включає якісні методи та кількісні. Проаналізовано теоретичні основи кібергігієни, зокрема психологічні та поведінкові аспекти, такі як когнітивні упередження та недооцінка ризиків, що підвищують вразливість до кіберзагроз. Вивчено сучасний стан впровадження кібергігієни в ЗВО України, де брак ресурсів, фрагментарність нормативної бази та низька мотивація учасників освітнього процесу ускладнюють системний підхід. Проведено порівняння з зарубіжним досвідом, зокрема пострадянськими країнами, як-от Естонія, де кібергігієна інтегрована через державно-приватне партнерство, та країнами ЄС і США. Запропоновано практичні стратегії: організаційні заходи, педагогічні підходи, співпраця з ІТ-компаніями для доступу до сучасних інструментів і проведення інформаційних кампаній для підвищення обізнаності. Розроблено поетапну модель формування кібергігієни: оцінка потреб, створення адаптованих матеріалів, навчання студентів, викладачів і персоналу, моніторинг ефективності. Результати можуть бути використані для розроблення навчальних програм, методичних рекомендацій і нормативних документів, що підвищать кібербезпеку в освіті. Перспективи подальших досліджень – емпірична перевірка стратегій у ЗВО України, оцінка їх впливу на безпеку освітнього процесу та масштабування моделі на інші рівні освіти, зокрема середню. Стаття наголошує на необхідності міждисциплінарного підходу, що поєднує організаційні, педагогічні та технологічні аспекти.

**Ключові слова:** кібергігієна, кібербезпека, вища освіта, педагогічні стратегії, організаційні заходи, гейміфікація, цифрова грамотність

**Вступ.** Сучасний етап розвитку суспільства вирізняється інтенсивною цифровізацією всіх сфер життєдіяльності, серед яких освіта посідає особливе місце. Заклади вищої освіти дедалі активніше інтегрують інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) у свої процеси – від впровадження платформ дистанційного навчання до використання хмарних сервісів для зберігання й опрацювання даних. Застосування ІКТ відкриває значні перспективи для підвищення якості освітнього процесу, зокрема через забезпечення гнучкості та доступності навчальних ресурсів. Проте водночас це породжує суттєві виклики, пов'язані з кіберзагрозами. Зокрема, за даними Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України [1], в країні спостерігається щорічне зростання кількості кіберінцидентів, таких як фішингові атаки, компрометація персональних даних і поширення шкідливого програмного забезпечення. У контексті вищої освіти ці загрози набувають особливої гостроти, оскільки вразливість окремого учасника освітнього процесу може спричинити порушення функціонування цілих інформаційних систем – наприклад, електронних журналів чи баз даних студентів.

Одним із ключових бар'єрів на шляху до безпечного використання цифрових технологій у закладах вищої освіти України залишається недостатній рівень кібергігієни серед студентів, викладачів та адміністративного персоналу. Під кібергігієною в цьому дослідженні розуміється комплекс знань і практичних навичок, спрямованих на безпечне поводження з ІКТ [4]. На жаль, у державних закладах вищої освіти ця проблема часто недооцінюється. Типові прорахунки включають використання слабких паролів, нехтування регулярними оновленнями програмного забезпечення та необережне поводження з електронною поштою,

що створює сприятливі умови для кібератак [6]. Разом із тим системне формування кібергігієни ускладнене відсутністю належно розроблених організаційних механізмів і педагогічних стратегій, адаптованих до специфіки вищої освіти. Як зазначають дослідники, освіта є стратегічно важливою сферою для впровадження принципів кібербезпеки, адже саме тут закладаються основи професійної компетентності майбутніх фахівців, які працюватимуть у цифровому середовищі [7].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Кібергігієна є складовою цифрової грамотності. NIST акцентує на важливості двофакторної автентифікації та оновлення програмного забезпечення [6], ENISA підкреслює роль людського фактора в кіберінцидентах [4]. В Україні Дія.Освіта пропонує базові курси з кібергігієни [2], але системний підхід до її інтеграції в освітні процеси відсутній. Нерозв'язаним залишається питання адаптації кібергігієни до специфіки вищої освіти.

**Метою написання статті** є аналіз теоретичних засад і розроблення концептуальних підходів до формування кібергігієни в закладах вищої освіти з урахуванням організаційно-педагогічних чинників. Серед завдань дослідження – огляд наукових джерел з питань кібергігієни, узагальнення зарубіжного досвіду та формулювання практичних пропозицій, які можуть стати основою для подальших емпіричних досліджень. У статті не ставиться за мету презентувати результати власного емпіричного аналізу, а радше виконується роль підготовчого етапу, окреслюючи перспективні напрями для вивчення проблеми. Теоретичне осмислення організаційних і педагогічних аспектів формування кібергігієни сприятиме створенню безпечного цифрового середовища у закладах вищої освіти, що є необхідною умовою їх ефективного функціонування в умовах глобальної цифровізації. У довгостроковій перспективі розроблені концептуальні підходи можуть бути використані для створення навчальних програм і нормативних документів, спрямованих на підвищення рівня кібербезпеки та кібергігієни в академічній спільноті.

**Теоретичні основи формування кібергігієни.** Формування кібергігієни у закладах вищої освіти становить собою багатогранний процес, що вимагає ретельного аналізу теоретичних засад і їх адаптації до специфіки освітнього середовища. У рамках цього дослідження кібергігієна трактується як сукупність знань, умінь і практичних навичок, спрямованих на забезпечення безпечного та відповідального використання цифрових технологій учасниками освітнього процесу [1]. Цей концепт охоплює захист персональних даних, протидію кіберзагрозам – зокрема фішингу чи шкідливому програмному забезпеченню, – а також дотримання етичних норм у цифровому просторі [4]. У вищій освіті кібергігієна набуває особливого значення через активне застосування онлайн-ресурсів, платформ дистанційного навчання та хмарних технологій, що суттєво підвищує вразливість до кіберінцидентів.

**Психологічні та поведінкові аспекти кібергігієни.** Формування кібергігієни в ЗВО вимагає врахування психологічних і поведінкових факторів, які впливають на сприйнятливність учасників освітнього процесу до кіберзагроз. Згідно з ENISA, когнітивні упередження, такі як надмірна впевненість у власній безпеці чи недооцінка ризиків, часто призводять до помилок, як-от відкриття фішингових листів чи використання слабких паролів [4]. Наприклад, студенти можуть ігнорувати попередження про оновлення програмного забезпечення через брак часу чи хибне відчуття безпеки. Соціальна інженерія, яка використовує психологічні маніпуляції, експлуатує довіру до офіційних джерел чи бажання швидко вирішити проблему, що особливо небезпечно в академічному середовищі [10]. Дослідження Furnell та Vasileiou підкреслює, що низька обізнаність про кіберзагрози часто поєднується з браком критичного мислення, що робить студентів і викладачів вразливими до атак [11]. Інтеграція кібергігієни в рамки цифрової грамотності передбачає використання освітніх моделей, орієнтованих на мотивацію. Модель самоспрямованого навчання Knowles наголошує на важливості внутрішньої мотивації дорослих, що актуально для студентів ЗВО [5]. Навчальні програми з кібергігієни мають демонструвати практичну користь, наприклад, захист особистих даних чи уникнення фінансових втрат. Такий підхід сприяє формуванню стійкої поведінки, спрямованої на

безпечне використання ІКТ, і підвищує ефективність навчання. Наприклад, програми, які підкреслюють зв'язок між кібергігієною та кар'єрними перспективами, можуть мотивувати студентів до активного освоєння цих навичок.

Організаційні аспекти формування кібергігієни потребують системного підходу, який інтегрує управлінські, технічні та нормативні складові. Ключову роль тут відіграє адміністрація закладів вищої освіти, на яку покладається відповідальність за розроблення внутрішніх політик і процедур, що гарантують безпечне функціонування інформаційно-технічної інфраструктури. Наприклад, зарубіжні джерела, такі як NIST, акцентують на доцільності впровадження двофакторної автентифікації та регулярного оновлення програмного забезпечення як базових захисних заходів. В Україні ці практики лише починають набувати обрисів: у стратегічних документах Міністерства освіти і науки України [3] підкреслюється важливість розвитку цифрових компетентностей, однак конкретні кроки до інтеграції кібергігієни в управлінські механізми ЗВО залишаються фрагментарними. Зарубіжний досвід – зокрема співпраця фінських університетів із агентствами кібербезпеки [4] – переконливо демонструє, що організаційна підтримка є визначальною умовою для системного впровадження кібергігієнічних практик.

Педагогічні підходи до формування кібергігієни ґрунтуються на принципах андрагогіки, які враховують особливості навчання дорослої аудиторії [5]. Оскільки студенти закладів вищої освіти уже володіють певним рівнем самостійності, навчання кібергігієні має бути орієнтованим на практичні результати та внутрішню мотивацію. У цьому контексті оптимальним є компетентнісний підхід, використання якого передбачає розвиток не лише теоретичних знань, а й конкретних навичок – наприклад, уміння розпізнавати фішингові атаки чи створювати надійні паролі [2]. Ефективність такого підходу посилюється за умови використання інтерактивних методів, таких як симуляції кіберінцидентів чи аналіз реальних прикладів, що сприяють кращому засвоєнню матеріалу [7]. Водночас важливо заохочувати самонавчання, адже стрімка еволюція кіберзагроз вимагає від учасників освітнього процесу постійного вдосконалення своїх знань.

Аналіз наукових джерел засвідчує, що кібергігієна є складовою ширшої концепції цифрової грамотності, яка дедалі частіше розглядається як невід'ємна частина сучасної освіти. Прикладом може слугувати британська програма "Cyber Essentials" [8], адаптована для закладів освіти і збагачена модулями з кібергігієни, що потенційно могло б стати орієнтиром для України. Натомість в українському контексті проблема нерідко сприймається як суто технічна, а не педагогічна, що суттєво звужує можливості її комплексного вирішення [2]. Порівняльний аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду виокремлює прогалини в нормативному регулюванні та педагогічній підготовці, які потребують подальшого теоретичного осмислення.

Теоретичні засади формування кібергігієни у вищій освіті синтезують організаційні механізми (нормативна база, інфраструктурне забезпечення) та педагогічні стратегії (компетентнісний підхід, інтерактивність). Такий синтез створює концептуальну основу для розроблення практичних підходів, адаптованих до українських реалій. У перспективі доцільним буде емпіричне тестування запропонованих ідей у конкретних закладах освіти для оцінювання їх ефективності та практичної цінності.

**Методологічні підходи.** Дослідження організаційно-педагогічних засад формування кібергігієни у закладах вищої освіти вимагає ретельно продуманих методологічних підходів, які б ураховували як теоретичні аспекти, так і практичні потреби всіх, хто залучений до освітнього процесу. Оскільки кібергігієна є міждисциплінарною темою, що перетинає кібербезпеку, педагогіку та організаційний менеджмент, доцільним є поєднання якісних і кількісних методів. Використання такого підходу дає змогу охопити як об'єктивні показники – скажімо, рівень знань про кіберзагрози, – так і суб'єктивні оцінки, наприклад, як студенти чи викладачі ставляться до навчання кібергігієни. Це цілком узгоджується з принципами андрагогіки, де акцент робиться на практичній користі та внутрішній мотивації [5].

Серед методів, які видаються перспективними, варто виокремити анкетування. Воно могло б стати інструментом для оцінювання базових кібергігієнічних компетентностей студентів, викладачів і працівників адміністрації. Анкети, наприклад, могли б містити запитання про те, як часто люди користуються цифровими інструментами, чи знають вони, як створювати надійні паролі, чи вміють розпізнавати фішингові атаки, а також чи готові вчитися чомусь новому в цій сфері. Для аналізу даних доцільно залучити статистичні програми, такі як PSPP або R (з RStudio), які допомогли б простежити зв'язки між рівнем обізнаності та такими факторами, як вік, спеціальність чи досвід роботи з інформаційними технологіями [7]. Це дало б змогу висунути припущення про те, що саме впливає на формування кібергігієни.

Для поглибленого вивчення кібергігієни доцільно використовувати змішаний методологічний підхід, який поєднує кількісні та якісні методи. Анкетування може базуватися на структурованій анкеті, що включає питання про частоту використання двофакторної автентифікації, розпізнавання фішингових листів та готовність до навчання. Наприклад, анкета може містити запитання: "Чи оновлюєте ви паролі щоквартально?" або "Чи можете ви відрізнити фішинговий лист від легітимного?". Для аналізу даних пропонується застосовувати регресійний аналіз у програмах, таких як R, щоб виявити кореляції між рівнем кібергігієни та демографічними факторами (вік, спеціальність, досвід) [7]. Додатково перспективним є метод кейс-стаді, який передбачає тестування стратегій у реальних умовах ЗВО. Наприклад, пілотне дослідження в УДУ імені Михайла Драгоманова могло б оцінити ефективність тренінгів із кібергігієни, залучаючи студентів і викладачів різних факультетів. OSCE рекомендує кейс-стаді для аналізу організаційних бар'єрів, таких як брак ресурсів чи недостатня координація, що перешкоджають впровадженню кібербезпеки [7]. Таке дослідження могло б включати впровадження навчального модуля з кібергігієни та оцінку його впливу через повторне анкетування.

Щоб доповнити цифри живою картиною, пропонується звернутися до якісних методів, зокрема глибинних інтерв'ю з адміністрацією та викладачами. Напівструктурований формат таких бесід дозволив би з'ясувати, що заважає на організаційному рівні – чи то брак ресурсів, чи то недостатня підготовка, – а також які педагогічні труднощі виникають, наприклад, чому студенти не завжди "горять" цією темою. Аналіз відповідей можна було б провести через контент-аналіз, як це радять у проєктах OSCE, щоб виокремити основні проблеми й теми, які потребують уваги.

Не менш важливим елементом методології є аналіз нормативної бази та стратегій – приміром, "Концепції розвитку цифрових компетентностей" від Міністерства освіти і науки України [3] чи зарубіжних практик, описаних у звітах ENISA [4]. Це допомогло б зрозуміти, наскільки кібергігієна вже «вплетена» в освітні політики, і підказало, як їх можна вдосконалити. Для порівняння корисним буде звернутися до міжнародного досвіду, наприклад, до рекомендацій NIST щодо оцінювання кіберкомпетентностей в академічному середовищі, що могло б слугувати орієнтиром для наших реалій.

Таким чином, методологічні підходи до вивчення кібергігієни у вищій освіті спираються на комбінацію кількісних методів (анкетування, статистичний аналіз) і якісних технік (інтерв'ю, аналіз документів). Запропонована схема є концептуальною основою, яку ще належить перевірити на практиці в українських закладах вищої освіти. Саме це могло б стати наступним кроком для подальших досліджень.

**Сучасний стан кібергігієни у закладах вищої освіти.** Сучасний стан кібергігієни у закладах вищої освіти відображає глобальні тенденції цифровізації, які приносять як нові можливості, так і серйозні виклики. В українському контексті ця проблема набуває особливої гостроти через стрімке зростання кіберзагроз і недостатню підготовленість освітніх інституцій до їхнього подолання. Зокрема, за даними Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України [1], у 2022 році зафіксовано понад 2,5 тисячі кіберінцидентів, значна частка яких зачепила державні установи, включно з освітніми. Такі загрози, як фішинг, витік даних чи атаки на платформи дистанційного навчання, стають дедалі частішими, що лише

підкреслює необхідність системного формування кібергігієни серед усіх учасників освітнього процесу.

На міжнародному рівні дослідження вказують на те, що кібергігієна в закладах освіти залишається слабким місцем. Наприклад, звіт ENISA [4] наголошує, що близько 60% кіберінцидентів у європейських університетах пов'язані з людським фактором – необізнаністю чи необережністю користувачів. Типові помилки, такі як слабкі паролі, ігнорування оновлень програмного забезпечення чи незнання основ соціальної інженерії, зокрема фішингових атак, лише погіршують ситуацію [6]. Ці спостереження переконують мене в тому, що кібергігієна – це не лише технічне питання, а й педагогічна проблема, яка вимагає комплексного підходу до навчання та підвищення свідомості.

В Україні ситуація ускладнена кількома специфічними чинниками. По-перше, брак ресурсів суттєво обмежує можливості ЗВО для впровадження сучасних систем захисту чи регулярних тренінгів. Як зазначають у Дія.Освіта [2], лише незначна частина студентів і викладачів проходить базове навчання з кібергігієни, яке зазвичай зводиться до разових акцій. По-друге, нормативна база, зокрема "Концепція розвитку цифрових компетентностей" від Міністерства освіти і науки України [3], декларує важливість цифрової грамотності, але, на жаль, не пропонує конкретних механізмів для інтеграції кібергігієни в освіту. Це різко контрастує з зарубіжними підходами, де такі питання детально прописані – наприклад, у британській програмі "Cyber Essentials" [8], яка встановлює чіткі стандарти для закладів освіти, включно з тренінгами та сертифікацією.

Порівняльний аналіз з іншими пострадянськими країнами, зокрема Естонією, демонструє суттєві відмінності. Естонія, відома своєю розвинутою кібербезпековою інфраструктурою, інтегрує кібергігієну в освітні програми через державно-приватне партнерство, що забезпечує доступ до сучасних ресурсів і експертизи [4]. Наприклад, естонські університети співпрацюють із національним центром кібербезпеки для розробки навчальних модулів і проведення тренінгів. В Україні такі ініціативи обмежені через брак фінансування та координації. Геополітичні фактори, зокрема зростання кібератак в умовах війни, додатково ускладнюють ситуацію. За даними Держспецзв'язку, у 2022 році освітні установи стали мішенню цілеспрямованих атак, таких як витік даних студентів чи компрометація платформ дистанційного навчання [1]. Це підкреслює нагальну потребу в посиленні кібергігієнічних практик у ЗВО України для захисту інформаційної інфраструктури.

Організаційні перешкоди в Україні також пов'язані з недостатньою взаємодією між адміністрацією ЗВО і державними структурами у сфері кібербезпеки. Зарубіжний досвід, як-от співпраця фінських університетів із національними агентствами [4], показує, що партнерство з державою може значно посилити ефективність кібергігієнічних заходів. В Україні подібні ініціативи лише зароджуються, хоча проекти на кшталт "Посилення спроможностей у сфері кібергігієни" від OSCE дають надію на поступовий прогрес [7].

Педагогічні труднощі, у свою чергу, зумовлені низькою мотивацією студентів і викладачів до освоєння кібергігієни. Як зазначають експерти, багато хто сприймає кібербезпеку як суто технічну сферу, що не стосується їхньої основної роботи чи навчання [2]. Це підтверджують і міжнародні джерела: NIST підкреслює, що без педагогічної підтримки навіть найкращі технічні рішення втрачають ефективність [6]. У США, наприклад, цю проблему вирішують через інтеграцію кібергігієни в навчальні плани – від окремих курсів до коротких модулів у межах інших дисциплін. В Україні такі практики поки рідкість, хоча окремі ЗВО, як-от Київський політехнічний інститут, уже роблять перші кроки, пропонуючи факультативні заняття з кібербезпеки, а УДУ імені Михайла Драгоманова співпрацюють з Кіберполіцією та проводять зустрічі-лекції з кібергігієни для бажаючих учасників освітнього процесу.

Позитивні зрушення в Україні все ж помітні. Інформаційні кампанії, як-от "Місяць кібербезпеки" [1], спрямовані на підвищення обізнаності, показують, що залучити студентів і викладачів можливо. Проте ці заходи мають епізодичний характер і не забезпечують системності. Порівняння з американськими програмами, такими як "Cybersecurity Awareness

Training" [6], лише підкреслює потребу в більш структурованому підході, який би поєднував організаційні та педагогічні зусилля.

Отже, сучасний стан кібергігієни у закладах вищої освіти в Україні характеризується низкою проблем – від недостатньої обізнаності й обмежених ресурсів до браку педагогічних стратегій. Водночас аналіз літератури та зарубіжного досвіду відкриває перспективи для вдосконалення, які потребують подальшого теоретичного осмислення й емпіричної перевірки в наших умовах.

Практичні стратегії формування кібергігієни. Формування кібергігієни у закладах вищої освіти вимагає розробки практичних стратегій, які б гармонійно поєднували організаційні заходи та педагогічні підходи. Оскільки емпіричні дані для оцінки їхньої дієвості в українських умовах поки відсутні, ці стратегії мають концептуальний характер і спираються на аналіз літератури, зарубіжний досвід та логічні міркування. Їхньою основною метою є створення безпечного цифрового середовища у ЗВО, підвищення обізнаності учасників освітнього процесу та формування у них стійких навичок протидії кіберзагрозам.

**Організаційні заходи.** На організаційному рівні доцільно зосередитися на системному підході до впровадження кібергігієни в діяльність закладів вищої освіти. Першим кроком могло б стати розроблення внутрішніх політик кібербезпеки, які б чітко регулювали використання інформаційно-технічних ресурсів. Наприклад, NIST рекомендує застосовувати двофакторну автентифікацію для доступу до електронних систем ЗВО – від журналів до платформ дистанційного навчання. В українських реаліях такі заходи могли б бути оформлені через накази адміністрації та включені до стратегічних планів розвитку закладів, що узгоджується з положеннями "Концепції розвитку цифрових компетентностей" [3].

Другим важливим напрямом є створення у вищих спеціалізованих центрах або груп із кібербезпеки, які б відповідали за координацію навчальних ініціатив, моніторинг загроз і реагування на інциденти. Зарубіжний досвід, зокрема співпраця американських університетів із Національним інститутом стандартів і технологій [6], свідчить, що такі структури значно підвищують ефективність превентивних заходів. В Україні подібне могло б реалізуватися через залучення місцевих ІТ-фахівців і партнерство з державними структурами, як-от Держспецзв'язок [1], який уже пропонує базові навчальні матеріали в рамках "Місяця кібербезпеки".

**Педагогічні стратегії.** Педагогічні стратегії, враховуючи тематику статті, мають базуватися на принципах андрагогіки, враховуючи мотивацію та практичні потреби дорослої аудиторії [5]. Одним із перспективних рішень є введення модулів із кібергігієни до навчальних програм. У Великій Британії, наприклад, програма "Cyber Essentials" [8] пропонує короткі курси для студентів і викладачів, що охоплюють основи кібербезпеки. В українських ЗВО це могло б втілитися через факультативні заняття або інтеграцію теми в дисципліни, пов'язані з інформаційними технологіями чи професійною етикою.

Інтерактивні тренінги виглядають ще одним дієвим інструментом для підвищення залученості та результативності навчання. Симуляції кібератак – наприклад, фішингових кампаній чи спроб злому паролів – дозволяють учасникам на практиці відпрацьовувати свої дії в умовах загрози. Такі методи успішно застосовуються в програмах OSCE і могли б бути адаптовані для України з використанням доступних онлайн-ресурсів, як-от платформа Дія.Освіта. Додавання гейміфікації, наприклад балів за виконання завдань, могло б додатково стимулювати студентів, особливо враховуючи їхню часто низьку зацікавленість у темі кібербезпеки.

**Гейміфікація у навчанні кібергігієни.** Для підвищення мотивації студентів доцільно використовувати гейміфікацію. Наприклад, віртуальний "кібер-квест", де учасники розпізнають фішингові листи чи створюють надійні паролі для "проходження рівнів", може зробити навчання цікавим і ефективним. Такі методи, за OSCE, підвищують залученість і сприяють засвоєнню матеріалу [7]. Гейміфікація може бути реалізована через платформи, як-от Дія.Освіта, з елементами змагальності, наприклад, балами за правильні дії. Прикладом

може бути гра, де студенти "розблоковують" рівні, ідентифікуючи підозрілі листи чи налаштовуючи двофакторну автентифікацію, що сприяє практичному закріпленню навичок.

**Співпраця з ІТ-компаніями.** Партнерство з приватними ІТ-компаніями може значно посилити ресурси ЗВО для впровадження кібергігієни. Фінський досвід показує, що співпраця університетів із технологічними фірмами забезпечує доступ до експертизи та сучасних інструментів [4]. В Україні подібні ініціативи могли б включати залучення компаній до розробки навчальних матеріалів чи проведення тренінгів. Наприклад, партнерство з локальними ІТ-фірмами могло б забезпечити ЗВО безкоштовними ліцензіями на антивірусне ПЗ чи платформи для симуляцій кібератак, що зменшило б фінансове навантаження на заклади.

Не менш важливим є підтримка викладачів. Організація семінарів чи онлайн-курсів із кібергігієни – наприклад, на основі матеріалів Держспецзв'язку – могла б покращити їхню готовність працювати зі студентами. Водночас розробка методичних рекомендацій для «вплетення» (додавання) кібергігієни в різні дисципліни додала б процесу системності. Приклад Фінляндії, де тренінги для викладачів стали основою успіху [4], лише підтверджує, що професійний розвиток педагогів є критично важливим для таких ініціатив.

**Кампанії з підвищення обізнаності.** Доповнити формальне навчання могли б інформаційні кампанії, орієнтовані на всіх учасників освітнього процесу. Плакати, вебінари чи електронні розсилки з практичними порадами – наприклад, "Як створити надійний пароль" чи "Як розпізнати фішинг" – є простими, але ефективними інструментами. В Україні подібні заходи вже реалізуються в рамках "Місяця кібербезпеки" [1], але їхній потенціал можна розширити на локальний рівень ЗВО, залучаючи студентські організації до створення цікавого й доступного контенту.

**Технологічні інструменти для підтримки кібергігієни в ЗВО.** У контексті зростання кіберзагроз і активної цифровізації освітнього процесу ЗВО потребують сучасних технологічних інструментів для підтримки формування кібергігієни. Такі інструменти не лише сприяють підвищенню безпеки інформаційних систем, але й відіграють ключову роль у навчанні студентів, викладачів і адміністративного персоналу. Їхнє використання дозволяє автоматизувати певні аспекти кібербезпеки, спрощувати моніторинг загроз і створювати інтерактивне середовище для практичного освоєння кібергігієнічних навичок.

Одним із основних інструментів є програмне забезпечення для симуляції кібератак, яке дозволяє учасникам освітнього процесу відпрацьовувати реакцію на типові загрози, такі як фішинг чи компрометація даних. Наприклад, платформи на кшталт KnowBe4 або Proofpoint, які широко застосовуються в європейських університетах [4], пропонують симуляції фішингових кампаній, де користувачі вчаться розпізнавати підозрілі листи та уникати їхньої взаємодії. В Україні подібні інструменти можуть бути адаптовані через співпрацю з локальними ІТ-компаніями або використання відкритих платформ, таких як Дія.Освіта, яка вже пропонує базові модулі з кібергігієни [2]. Такі симуляції не лише підвищують обізнаність, але й дозволяють оцінити рівень підготовки учасників через аналітику їхніх дій.

Іншим важливим інструментом є системи управління паролями, які допомагають створювати та зберігати надійні паролі. Програми, такі як LastPass або 1Password, рекомендовані NIST [6], можуть бути інтегровані в інформаційні системи ЗВО для забезпечення безпечного доступу до платформ дистанційного навчання чи електронних журналів. В українських реаліях, де ресурси часто обмежені, доцільно використовувати безкоштовні альтернативи, як-от Bitwarden, які пропонують базові функції для створення складних паролів і їх захисту. Впровадження таких інструментів супроводжується навчальними сесіями, де студенти та викладачі ознайомлюються з принципами їхньої роботи, що сприяє формуванню стійких кібергігієнічних звичок.

Апаратні засоби ідентифікації, такі як USB-токени чи смарт-карти, також відіграють важливу роль у забезпеченні кібербезпеки. Згідно з дослідженням Василя Михайловича Франчука [9], такі пристрої забезпечують надійний захист завдяки шифруванню та прив'язці до конкретних робочих станцій, що особливо актуально для адміністративного персоналу

ЗВО, який працює з чутливими даними. Наприклад, використання токенів YubiKey для двофакторної автентифікації може значно знизити ризик несанкціонованого доступу до баз даних студентів чи викладачів. Хоча впровадження таких рішень вимагає початкових інвестицій, їх ефективність виправдовує витрати, особливо в умовах зростання кібератак, зафіксованих Держспецзв'язком [1].

Аналітичні інструменти для моніторингу кіберзагроз також є важливим елементом. Системи на основі штучного інтелекту, такі як Splunk або QRadar, дозволяють ЗВО відстежувати підозрілу активність у реальному часі, наприклад, спроби несанкціонованого доступу до платформ дистанційного навчання. Для українських ЗВО, де бюджет може бути обмеженим, доцільно розглядати відкриті рішення, такі як ELK Stack, які забезпечують базовий аналіз логів і можуть бути адаптовані для потреб вишу. Такі інструменти не лише підвищують безпеку, але й можуть використовуватися в навчальних цілях, дозволяючи студентам технічних спеціальностей аналізувати реальні дані в рамках практичних занять.

Інтеграція технологічних інструментів у навчальний процес також передбачає використання гейміфікованих платформ. Наприклад, платформа Hack The Box, популярна в європейських ЗВО [4], дозволяє студентам у ігровій формі вирішувати задачі з кібербезпеки, такі як захист від атак або аналіз вразливостей. В Україні подібний підхід може бути реалізований через створення локальних гейміфікованих модулів, які інтегруються в навчальні програми. Наприклад, студенти могли б отримувати бали за виконання завдань, таких як правильне налаштування двофакторної автентифікації чи розпізнавання фішингових листів, що мотивувало б їх до активного навчання.

Використання технологічних інструментів потребує координації з організаційними та педагогічними заходами. Наприклад, адміністрація ЗВО має забезпечити технічну підтримку для впровадження програмного забезпечення, а викладачі – інтегрувати ці інструменти в навчальні курси. Зарубіжний досвід, зокрема співпраця фінських університетів із технологічними компаніями [4], показує, що партнерство з ІТ-сектором може значно полегшити доступ до таких рішень. В Україні подібна співпраця могла б реалізуватися через залучення локальних ІТ-компаній до надання безкоштовних ліцензій чи консультацій для ЗВО.

Таким чином, технологічні інструменти, такі як симуляційні платформи, менеджери паролів, апаратні засоби ідентифікації та аналітичні системи, створюють міцну основу для підтримки кібергігієни в ЗВО. Їхнє впровадження потребує адаптації до українських реалій, зокрема через використання доступних і відкритих рішень, але може значно підвищити безпеку освітнього середовища та ефективність навчання. Подальші дослідження мають оцінити практичну ефективність таких інструментів у контексті українських ЗВО.

**Концептуальна модель.** На основі аналізу літератури та зарубіжного досвіду пропонується поетапну модель формування кібергігієни у вищій освіті:

1. *Оцінка потреб:* Визначення поточного рівня обізнаності та виявлення вразливостей через опитування чи тестування.

2. *Розроблення модулів:* Підготовка навчальних матеріалів, адаптованих до специфіки конкретного вишу.

3. *Навчання:* Проведення тренінгів і курсів для студентів і викладачів.

4. *Моніторинг:* Оцінка прогресу через регулярні перевірки та зворотний зв'язок. Ця модель спирається на рекомендації OSCE [7], і має гіпотетичний характер та потребує емпіричної апробації, але вже зараз може слугувати орієнтиром для практичних кроків.

**Перспективи реалізації.** Використання запропонованої стратегії враховують як глобальні тенденції (інтерактивність, системність), так і локальні особливості України (обмежені ресурси, низька мотивація). Їх сильна сторона – у гнучкості: ці підходи можна адаптувати до потреб різних ЗВО залежно від їхнього профілю та можливостей. Проте для остаточного підтвердження їхньої ефективності необхідні подальші дослідження, які б оцінили вплив цих заходів на рівень кібергігієни в реальних умовах українських закладів освіти.

У рамках запропонованої концептуальної моделі формування кібергігієни у закладах вищої освіти ключовими компонентами є розробка навчальних модулів і організація навчання. Розробка модулів передбачає створення адаптованих навчальних матеріалів, які відповідають специфіці вишу та сучасним викликам кібербезпеки. Окрім базового змісту, рекомендованого Державною службою спеціального зв'язку та захисту інформації України [1], модулі мають включати теми, присвячені протидії соціальній інженерії, такий як фішинг, що використовує маніпуляції людською психологією для отримання доступу до даних [8]. Студенти повинні ознайомитися з методами перевірки ідентичності запитів і правилами нерозкриття паролів [8]. Також модулі мають охоплювати різні методи ідентифікації користувачів, зокрема апаратну (смарт-карти, USB-токени), біометричну та багатофакторну, з акцентом на створенні надійних паролів через комбінацію букв, цифр і символів [10]. Такі матеріали можуть включати практичні завдання, як-от аналіз підозрілих електронних листів або тестування надійності паролів.

Навчання у межах моделі передбачає проведення тренінгів і курсів, які формують практичні навички кібергігієни. Відповідно до рекомендацій NIST [6], тренінги мають бути інтерактивними, наприклад, через симуляції фішингових атак, що допомагають розпізнавати підозрілі запити на зміну паролів або розкриття даних [8]. Учасники також можуть опановувати використання апаратних засобів ідентифікації, таких як USB-токени, які забезпечують високу надійність завдяки шифруванню та прив'язці до робочих станцій [9]. Для викладачів доцільно організувати заняття з розробки політик безпеки, що включають чіткі інструкції щодо поведінки з відвідувачами та захисту паролів як власності організації [8]. Такі тренінги підвищують обізнаність і сприяють формуванню культури кібербезпеки в ЗВО.

Отже, практичні стратегії формування кібергігієни охоплюють організаційні заходи (політики, центри кібербезпеки), педагогічні підходи (модулі, тренінги, підтримка викладачів) і кампанії з підвищення обізнаності. Ці ідеї, підкріплені літературою, створюють концептуальну основу для забезпечення безпечного цифрового середовища у вищій освіті.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Проведений аналіз теоретичних засад і сучасного стану кібергігієни у закладах вищої освіти підкреслює її критичну важливість в умовах цифровізації. Зростання кіберзагроз – фішингу, витоку даних, атак на системи дистанційного навчання – свідчить про нагальну потребу в системному підході до розвитку кібергігієнічних компетентностей серед студентів, викладачів і адміністративного персоналу. Теоретичні основи, розглянуті в статті, спираються на поєднання організаційних механізмів (нормативне регулювання, інфраструктура) і педагогічних стратегій (компетентнісний підхід, інтерактивність, гейміфікація), що відповідає принципам андрагогіки та закордонному досвіду [4], [5]. Це створює міцний фундамент для розроблення практичних рішень, адаптованих до потреб вищої освіти.

Сучасний стан кібергігієни, як в Україні, так і глобально, характеризується низкою викликів: недостатньою обізнаністю, обмеженими ресурсами та фрагментарністю нормативного забезпечення [1], [6]. Водночас зарубіжні практики, наприклад "Cyber Essentials" у Великій Британії [8], демонструють переваги системного підходу, який міг би стати прикладом для України. Практичні стратегії, запропоновані в статті, – від внутрішніх політик і центрів кібербезпеки до навчальних модулів, тренінгів і гейміфікації – обґрунтовані літературою [2], [7] і є концептуальними ідеями, які ще потребують емпіричної перевірки.

Значення цього дослідження полягає в тому, що воно окреслює теоретичну базу та практичні напрями для формування кібергігієни, сприяючи створенню безпечного цифрового середовища у вищій освіті. Запропонована поетапна модель (оцінка потреб, розробка модулів, навчання, моніторинг) може стати основою для системних змін, хоча її впровадження, та я переконаний, що вона потребує доопрацювання. Для адміністрацій ЗВО ці напрацювання пропонують орієнтири для розроблення політик, для викладачів – ідеї для інтеграції кібергігієни в освітній процес, а для студентів – поштовх до саморозвитку в цій сфері.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з емпіричною перевіркою запропонованих ідей. Зокрема, доцільно провести анкетування та інтерв'ю для оцінки

реального рівня кібергієни в українських ЗВО, а також протестувати ефективність інтерактивних тренінгів чи навчальних модулів у контрольованих умовах. Іншим цікавим напрямом могло б стати вивчення впливу кібергієни на академічну успішність чи розробка спеціалізованих програм для студентів різних спеціальностей – наприклад, технічних чи гуманітарних. Такі дослідження, дозволять перейти від теоретичних напрацювань до практичних рішень, які матимуть відчутний вплив на безпеку освітнього процесу.

#### Список використаних джерел:

- [1]. Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України. Місяць кібербезпеки: матеріали для навчання. 2023. URL: <https://www.cip.gov.ua/ua/news/v-ukrayini-rozpochavsya-misyac-kiberbezpeki>
- [2]. Базові знання з кібергієни: онлайн-курс. Мінцифри України; платформа Дія.Освіта. Київ, 2023. URL: <https://osvita.diia.gov.ua/courses/cyber-hygiene>
- [3]. Міністерство освіти і науки України. Концепція розвитку цифрових компетентностей. Київ, 2024. URL: <https://mon.gov.ua/>
- [4]. European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). Cybersecurity Skills Development in the EU [Розвиток навичок кібербезпеки в ЄС]. Athens, 2021. URL: <https://www.enisa.europa.eu/publications/the-status-of-cyber-security-education-in-the-european-union>
- [5]. Knowles M. S. The Modern Practice of Adult Education: From Pedagogy to Andragogy [Сучасна практика освіти дорослих: від педагогіки до андрагогіки]. Cambridge: Cambridge Adult Education, 1980. 400 с.
- [6]. National Institute of Standards and Technology (NIST). Cybersecurity Awareness Training Guidelines [Керівні принципи навчання обізнаності з кібербезпеки]. Gaithersburg, MD, 2020. URL: <https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/50/final>
- [7]. Organization for Security and Co-operation in Europe (OSCE). Посилення спроможностей українських державних органів у сфері кібергієни та кібербезпеки. 2022. URL: <https://www.osce.org/uk/project-coordinator-in-ukraine>
- [8]. UK National Cyber Security Centre. Cyber Essentials Scheme [Схема кібероснов]. London, 2018. URL: <https://www.ncsc.gov.uk/cyberessentials>
- [9]. Франчук В. М. Захист даних. Засоби пароліної ідентифікації та адміністрування. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. 2017. № 19 (26). с. 170–174.
- [10]. Франчук В. М. Захист даних. Соціальна інженерія. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. 2015. № 17 (24). с. 20–26.
- [11]. Furnell S., Vasileiou I. Security education and awareness: A behavioral perspective [Освіта та обізнаність з безпеки: поведінкова перспектива]. Computers & Security. 2019. Vol. 87. 101586. DOI: 10.4018/978-1-5225-7847-5. URL: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7847-5>

### FORMATION OF CYBER HYGIENE IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS: ORGANIZATIONAL AND PEDAGOGICAL APPROACHES AND PRACTICAL STRATEGIES

*Kostiantyn Zlahodukh*

**Abstract.** The article is dedicated to analyzing the organizational and pedagogical foundations of forming cyber hygiene in higher education institutions (HEIs) amid the growing cyber threats. The relevance is driven by the intensive digitalization of education, accompanied by an increase in cyber incidents such as phishing, data leaks, and attacks on HEI information systems. The aim is to develop conceptual approaches to forming cyber hygiene, considering organizational and pedagogical factors to ensure a secure digital environment. The study is based on a mixed methodology, including qualitative and quantitative methods. It analyzes the theoretical foundations of cyber hygiene, particularly psychological and behavioral aspects. The current state of cyber hygiene implementation in Ukrainian HEIs is examined, where resource shortages, fragmented regulatory frameworks, and low motivation among educational process participants hinder a systematic approach. A comparison is made with international experiences, including post-Soviet countries like Estonia, where cyber hygiene is integrated through public-private partnerships, and EU and US countries. Practical strategies are proposed: organizational measures, pedagogical approaches, collaboration with IT companies. A phased model for cyber hygiene formation is developed: needs assessment, creation of tailored materials, training of students, faculty, staff, and effectiveness monitoring. The results can be used to develop training programs, methodological guidelines, and regulations to enhance cybersecurity in education. Future research prospects include empirical testing of the strategies in Ukrainian HEIs, evaluating their impact on educational process security, and scaling the model to other educational levels, such as secondary education.

The article emphasizes the need for an interdisciplinary approach combining organizational, pedagogical, and technological aspects.

**Keywords:** cyber hygiene, cybersecurity, higher education, pedagogical strategies, organizational measures, gamification, digital literacy

### References (translated and transliterated)

- [1]. Derzhavna Sluzhba Spetsialnoho Zv'iazku ta Zakhystu Informatsii Ukrainy, Misiats Kiberbezpeky: Materialy dlia Navchannia [Cybersecurity Month: Training Materials], Kyiv, Ukraine, 2023. [Online]. Available: <https://www.cip.gov.ua/ua/news/v-ukrayini-rozpochavsya-misyac-kiberbezpeki>. (In Ukrainian)
- [2]. Mintsyfry Ukrainy, Bazovi Znannia z Kibergigiieny: Onlain-Kurs [Basic Knowledge of Cyber Hygiene: Online Course], Kyiv, Ukraine: Diia.Osvita Platform, 2023. [Online]. Available: <https://osvita.diia.gov.ua/courses/cyber-hygiene>. (In Ukrainian)
- [3]. Ministerstvo Osvity i Nauky Ukrainy, Kontseptsiiia Rozvytku Tsyfrovyykh Kompetentnosti [Concept of Digital Competencies Development], Kyiv, Ukraine, 2024. [Online]. Available: <https://mon.gov.ua/> (In Ukrainian)
- [4]. European Union Agency for Cybersecurity (ENISA), Cybersecurity Skills Development in the EU, Athens, Greece, 2021. [Online]. Available: <https://www.enisa.europa.eu/publications/the-status-of-cyber-security-education-in-the-european-union>. (In English)
- [5]. M. S. Knowles, *The Modern Practice of Adult Education: From Pedagogy to Andragogy*, Cambridge, UK: Cambridge Adult Education, 1980, 400 p. (In English)
- [6]. National Institute of Standards and Technology (NIST), *Cybersecurity Awareness Training Guidelines*, Gaithersburg, MD, USA, 2020. [Online]. Available: <https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/50/final> (In English)
- [7]. Organization for Security and Co-operation in Europe (OSCE), Posylennia Spromozhnosti Ukrainykykh Derzhavnykh Orhaniv u Sferi Kibergigiieny ta Kiberbezpeky [Strengthening the Capabilities of Ukrainian State Bodies in Cyber Hygiene and Cybersecurity], Vienna, Austria, 2022. [Online]. Available: <https://www.osce.org/uk/project-coordinator-in-ukraine>. (In Ukrainian)
- [8]. UK National Cyber Security Centre, *Cyber Essentials Scheme*, London, UK, 2018. [Online]. Available: <https://www.ncsc.gov.uk/cyberessentials>. (In English)
- [9]. V. M. Franchuk, "Zakhyst Danykh. Zasoby Parolnoi Identyfikatsii ta Administruvannia" [Data Protection. Means of Password Identification and Administration], *Naukovyi Chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriiia № 2. Kompiuterno-Oriientovani Systemy Navchannia*, no. 19 (26), pp. 170–174, 2017. (In Ukrainian)
- [10]. V. M. Franchuk, "Zakhyst Danykh. Sotsialna Inzheneriia" [Data Protection. Social Engineering], *Naukovyi Chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriiia № 2. Kompiuterno-Oriientovani Systemy Navchannia*, no. 17 (24), pp. 20–26, 2015. (In Ukrainian)
- [11]. S. Furnell and I. Vasileiou, "Security education and awareness: A behavioral perspective," *Computers & Security*, vol. 87, 101586, 2019, doi: 10.4018/978-1-5225-7847-5. [Online]. Available: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7847-5>. (In English)

## СИНХРОНІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ ТА СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ НАВЧАЛЬНИМ КОНТЕНТОМ

**Анотація.** У сучасних умовах цифровізації освіти питання ефективного управління навчальним процесом, зокрема за допомогою електронних платформ, набуває особливої актуальності. Стрімкий розвиток інформаційних технологій та зростаюча потреба у впровадженні дистанційних і змішаних форм навчання зумовили широке застосування систем управління навчанням (LMS) та систем управління навчальним контентом (LCMS) у закладах вищої освіти. Ці інструменти покликані забезпечити зручний доступ до навчальних матеріалів, контроль прогресу студентів та автоматизацію обліку результатів їхньої діяльності. Проте на практиці часто виникають проблеми узгодження термінології, дублювання функцій різних систем, а також технічної інтеграції даних, що особливо відчутно у випадках, коли в одному навчальному закладі одночасно використовуються кілька програмних рішень. Метою дослідження є аналіз функціональних можливостей LMS, LCMS та CMS, їх порівняння, а також розроблення та реалізація прототипу системи синхронізації навчальних результатів на прикладі інтеграції системи MOODLE та внутрішньої системи "ПС-журнал успішності" (розробник ПП "Політек-Софт"). У статті описано архітектуру запропонованого рішення, реалізованого з використанням мови Java, фреймворку Spring Boot та баз даних MySQL і Firebird. Особливу увагу приділено технічним аспектам побудови інтеграційного модуля, роботі з кількома базами даних, механізмам періодичного оновлення, а також збереженню даних у проміжній таблиці для подальшої опрацювання. Запропоноване рішення успішно пройшло тестування з використанням реальних дамів баз даних і продемонструвало стабільну роботу. Результати свідчать про перспективність підходу до автоматизованої синхронізації оцінювання в системах змішаного навчання. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію з іншими освітніми платформами, реалізацію зворотного обміну даними та підтримку широкого спектру типів навчальної активності.

**Ключові слова:** системи управління контентом, системи управління навчанням, системи управління навчальним контентом, синхронізація даних, змішане навчання.

**Вступ.** Глобалізація, інновації та швидке розширення технологій є сучасними тенденціями, які призвели до впровадження новітніх технологій у більшості галузей, і особливо в освітній сфері [1]. Поки технології в освіті розвиваються, багато компаній створюють нові інструменти онлайн навчання, що призводить до зміни освітнього середовища [2]. Технології дистанційного навчання впливають на продуктивність викладачів та навчання здобувачів освіти, так як використання програмних засобів зв'язує здобувачів освіти між собою та викладачами.

Нині більшість навчальних організацій та закладів вищої освіти впровадили деякі програмні засоби, в яких студентам надаються веборієнтовані системи для навчання. Деякі з цих програмних систем включають систему управління контентом, систему управління навчанням та систему управління навчальним контентом. Використання цих систем забезпечує певний тип підтримки і функцій для освітніх організацій, які реалізували їх. Однак, незважаючи на обізнаність про це програмне забезпечення та їх поширення і реалізацію, назви систем часто неправильно використовуються в літературі і викликають плутанину [3], [4]. Основна причина цієї плутанини пояснюється схожістю термінів і функцій між ними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання впровадження та ефективного використання систем управління контентом (CMS), систем управління навчанням (LMS) та систем управління навчальним контентом (LCMS) активно досліджується у наукових колах. Наприклад, у дослідженнях [1], [2] розглядаються чинники, що впливають на вибір та ефективне використання даних систем, а у дослідженнях [5], [9] – стратегії їх впровадження.

Автори [3], [4] звертають увагу на термінологічну плутанину, що виникає у процесі використання понять CMS, LMS та LCMS, та здійснюють функціональне розмежування між цими типами систем.

Автором [11] приділено окрему увагу сумісності LCMS з іншими освітніми та корпоративними системами, зокрема LMS, що дозволяє створити цілісну інфраструктуру змішаного навчання. Таким чином, огляд наукових публікацій підтверджує актуальність дослідження та вказує на потребу у створенні рішень, використання яких забезпечують ефективну інтеграцію та синхронізацію між різними типами систем у межах цифрового освітнього середовища закладів вищої освіти.

**Мета написання статті.** Метою написання статті є дослідження систем управління контентом, систем управління навчанням і систем управління навчальним контентом, виявлення можливості їх інтеграції та опис прототипу рішення для автоматизованої синхронізації результатів навчальної діяльності здобувачів освіти між цими системами на прикладі системи MOODLE і "ПС-журнал успішності" (розробник ПП "Політек-Софт").

**Подання основного матеріалу дослідження.** Системи управління контентом, системи управління навчанням і системи управління навчальним контентом часто "конкурують" за ресурси однієї організації. Реальність така, що кожна система має дуже специфічні сильні сторони та особливості, які можуть доповнювати одна одну. Організації повинні визначити свої бізнес-вимоги, а потім ретельно розглянути функціональні можливості кожної корпоративної системи, перш ніж робити інвестиції.

Загалом звичайна організація може задовольнити свої потреби в управлінні дистанційним навчанням за допомогою систем управління навчанням, які також забезпечують потужний функціонал для управління навчальним процесом. Організація, зацікавлена в переході до підходу, заснованого на об'єктах навчання, або організація, яка також зацікавлена в збереженні інтелектуального капіталу через управління базою знань, повинна розглянути системи управління навчальним контентом, які забезпечують необхідні можливості управління контентом і зберігання (сховища даних).

Ефективне тренування та навчання створюють прямі і непрямі витрати для організацій і займають час працівників. Особам, які приймають рішення, потрібні відомості про те, який обсяг і який вид навчання проводиться в їхніх організаціях, результати навчання, прогрес здобувачів освіти і кваліфікацію співробітників, а також вимоги до навчання для підтримки цілей організації. Пошук способів збереження та відстеження даних про типи навчання, зміст і час проходження навчання допоможе керівникам організацій у їхніх зусиллях із стратегічного та тактичного планування. Оскільки всі форми навчання стають дорожчими, керівництво бажатиме отримати більше відомостей не лише про результати навчання здобувачів освіти, але й про те, хто чому навчається, скільки кваліфікованих (або сертифікованих) працівників можуть бути задіяні для будь-якого конкретного завдання [5].

Організаціям вигідні системи, використання яких дозволяє керувати процесом навчання, адміністрування, відстеження та звітування. Водночас працівникам потрібен легкий доступ до даних, щоб планувати та керувати своїм професійним розвитком. Існує широкий вибір програмних засобів, які допомагають організаціям управляти адмініструванням курсів і навчання, контентом та ключовою організаційною інформацією. У відповідь на такі вимоги, як перелічені раніше, виникли три категорії корпоративних систем.

Замість того, щоб зосереджуватися на пошуку та представленні навчального контенту з загального джерела, запропонований підхід полягає в тому, щоб корпоративні системи сприяли сильній орієнтації на навчання на власному досвіді та досвіді інших. Це передбачає педагогічний зсув, від акценту на навчанні як на придбанні заздалегідь визначеного контенту, до балансу, який включає або навіть наголошує на навчанні як участі та внеску в навчальний досвід у спосіб, який може бути зафіксований і повторно використаний іншими [6].

Пошук способу організувати, представити, зберегти та ефективно оновити цей навчальний досвід – це те, що сприяло розвитку трьох корпоративних систем:

- системи управління контентом;

- системи управління навчанням;
- системи управління навчальним контентом.

Для того, щоб багаторазове використання на основі внесків зростало в організації, специфічні технічні інструменти та функції інтерфейсу користувача є критично важливими [6]. Еволюція цих програмних засобів стала можливою завдяки зростанню можливостей використання мереж Інтернет та Інтранет і була зумовлена необхідністю ефективного сортування та розподілу великих обсягів даних для великих розподілених організацій.

Управління контентом – це набір технологій, використання яких спрямовує і дозволяє організаціям та закладам освіти вносити, керувати та ділитися своїми структурованими та/або неструктурованими даними. Системи управління контентом (англ. Content Management Systems, CMS) – це сховища даних, які також можуть містити інструменти для розроблення, впорядкування та об'єднання контенту з метою його спрощення створення та адміністрування [7], [12]. Початково була розроблена для використовування газетною індустрією, а потім адаптована в середині 1990-х років для керування великими обсягами контенту, необхідного для великих сайтів. За допомогою CMS об'єднують робочий процес і керують даними на основі критеріїв їх пошуку та отримання.

За допомогою CMS може підтримуватися контент на основі навчальних об'єктів багаторазового використання. Прикладом є зображення, яке використовується в кількох різних газетних статтях, орієнтованих на різну аудиторію. Або документація деякої організації, яка використовується в усій організації та міститься в CMS, тому її потрібно оновлювати лише в одному місці. За допомогою CMS керують невеликими взаємопов'язаними одиницями даних, де кожна одиниця визначається своїм розташуванням на сайті. CMS орієнтовані в основному на створення та редагування вебсторінок із перехресними посиланнями між ними. CMS забезпечують тісну інтеграцію між розробленням контенту та сховищем даних (тобто базою даних, в якій зберігаються та керуються частини даних) разом із потужним механізмом публікації [8].

CMS не підходять для навчання, оскільки вони призначені для передачі базових даних. Вони просто ідентифікують користувача та доставляють фрагменти контенту, пов'язані з цим користувачем. Навчання з використанням веборієнтованих систем вимагає систем, використання яких враховує такі особливості, як рівень складності курсу, чи виконали здобувачі освіти необхідні передумови, а також який спосіб навчання для них найефективніший.



Рис. 1. Компоненти системи управління контентом

Метою використання CMS є забезпечення централізованого зберігання невеликих обсягів даних для легкого пошуку, перегляду та розповсюдження, а найважливішою його частиною є сам контент. Вибірка типів контенту, який можна зберігати та поширювати через CMS, включає:

- прості сторінки;
- комплексні сторінки зі спеціальним макетом і представленням;
- динамічні дані, отримані з баз даних тощо;

- навчальні матеріали;
- онлайн-посібники;
- загальна бізнес документація [7].

Системи управління контентом іноді ототожнюють із системами управління курсами (англ. Course Management Systems). Системи управління курсами є складнішими, ніж CMS, оскільки вони об'єднують доставку контенту, комунікацію, діяльність здобувачів освіти, спільну роботу, зворотний зв'язок, тестування, розробку портфоліо, інструменти групового програмного забезпечення та інструменти адміністрування для викладача [6]. CMS в свою чергу орієнтовані на контент, з метою зберігання даних та забезпечення доступу до них. Хоча CMS самі собою не є джерелом знань, вони можуть бути дуже цінним інструментом у процесах зберігання навчальних матеріалів [7].

У той час як метою CMS є зберігання та розповсюдження контенту, метою систем управління навчанням (англ. Learning Management Systems, LMS) є спрощення адміністрування програм навчання/тренінгу в організації [7]. Використання LMS дозволяє здобувачу освіти познайомитись з дистанційним навчанням. За допомогою LMS можна керувати взаємодією між здобувачем освіти і дистанційним навчанням та іншими пов'язаними ресурсами. LMS допомагають здобувачам освіти планувати та контролювати свій прогрес у навчанні. LMS – це програмне забезпечення, за допомогою якого автоматизується адміністрування навчальних заходів [9]. Автоматизація адміністративних функцій за допомогою LMS може призвести до значної економії часу, персоналу та ресурсів. LMS має значні адміністративні функції, які допомагають організації ставити цілі, надавати, відстежувати, аналізувати навчання та звітувати про нього. Використання цих надійних адміністративних функцій дозволяє організаціям відстежувати проходження обов'язкових тренінгів (наприклад, з техніки безпеки, поводження з небезпечними матеріалами), строк дії професійних сертифікатів (наприклад, для медичних і освітніх працівників) і обов'язкові програми, пов'язані з робочими кадрами.

LMS інтегрують інструменти для керування відстеженням здобувачів освіти і контенту разом із відповідними робочими процесами. Використання цих комбінацій інструментів і процесів дозволяє за допомогою LMS підтримувати створення та управління навчання і відстеження результатів здобувачів освіти. Використання системи управління навчанням дозволяють компаніям планувати та відстежувати навчальні потреби та досягнення співробітників, клієнтів і партнерів. Кожна LMS повинна мати можливість відображати навчальний каталог, реєструвати здобувачів освіти, відстежувати їх прогрес і надавати звіти. В LMS має бути підтримка різних режимів навчання – онлайн, під керівництвом інструктора, самостійний, спільний, полегшений, ускладнений тощо.

LMS або встановлюються в Інтранет мережі організації, або розміщуються за межами постачальників послуг. У разі використання постачальників послуг доступ до LMS здійснюється або через Екстранет, який є приватною мережею, яка використовує протоколи Інтернет та загальнодоступні телекомунікаційні системи для зовнішнього обміну даними, або через Інтернет, який складається з взаємопов'язаних мереж за допомогою протоколів TCP/IP [7]. Інтернет є зовнішнім щодо корпоративної внутрішньої мережі. Система управління навчанням використовує Інтернет-технології для керування взаємодією між користувачами та використання ними навчальних ресурсів, що означає, що ці технології застосовуються незалежно від того, чи керується LMS організацією всередині чи ззовні [5].

Деякі LMS можуть мати функції керувати контентом, але це не є їх основною метою використання. Хоча LMS відрізняються від різних розробників за різними функціями, усі вони мають такі основні характеристики: онлайн-каталог курсів; система онлайн реєстрації; оцінювання компетентностей; можливість запуску та відстеження освітнього процесу; оцінювання навчання; управління навчальним матеріалом; налаштовувана звітність; засоби спільного та синхронного навчання; і можливість інтеграції з іншими корпоративними системами [5]. Крім того, метою LMS є управління процесами, пов'язаними з наданням і адмініструванням навчання та освіти. LMS структуровані навколо самого курсу, а не його

контенту. Використання LMS підтримує багато функцій управління навчанням, але не створює, не шукає та не управляє контентом для здобувача освіти, що буде показано згодом. Інструменти для спільної роботи в LMS включають можливості, використання яких дозволяють здобувачам освіти працювати одночасно один з одним, використовуючи технологію Інтернет/Інтранет/Екстранет у поєднанні з CMS.

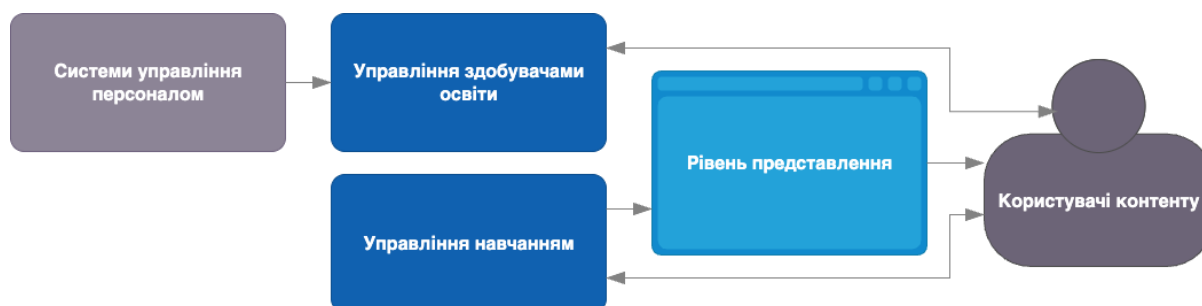


Рис. 2. Компоненти системи управління навчанням

Використання системи управління навчальним контентом (англ. Learning Content Management Systems, LCMS) дозволяють зберігати контент, керувати ним і повторно використовувати його за допомогою інтегрованої бази даних. LCMS – це складне програмне забезпечення, яке зберігає навчальні об’єкти, а потім організовує та надає їх у безлічі комбінацій. Основними компонентами LCMS є:

- інструмент розроблення, який не потребує додаткового написання коду;
- динамічний інтерфейс доставки, за допомогою якого надається доступ до контенту;
- адміністративний компонент, за допомогою якого керують обліковими записами здобувачів освіти, запускаються курси та відстежується процес навчання;
- репозиторій навчальних об’єктів, який є центральною базою даних, яка містить контент і де здійснюється керування ним.

Також центральною складовою LCMS є навчальні об’єкти багаторазового використання (англ. Reusable Learning Objects, RLO), які є відносно новими у навчальній галузі, оскільки вони були представлені наприкінці 1990-х років. Вони є контекстно-незалежні, переносні та багаторазово використовувані частини контенту, які керуються та надаються у цифровому вигляді. Конструкції з використанням RLO дозволяють повторно використовувати навчальні об’єкти, а не відтворювати їх з нуля щоразу, коли необхідний контент. Цей підхід до проектування підтримує швидке та економічно ефективно розроблення навчальних матеріалів які забезпечують узгодженість даних, одночасно знижуючи витрати на їх підтримку. Значною мірою завдяки таким перевагам, RLO постають як головна технологія під час проектування, розроблення та надання доступу до контенту, завдяки її потенціалу повторного використання, генеративності, адаптивності та масштабованості [10].

RLO – це технологічна конструкція, яка була реалізована і зараз успішно застосовується в організаціях і закладах вищої освіти. Насправді це не нова концепція. Новим є те, що педагоги та розробники контенту тепер мають доступ до технологій, використання яких надають потенціал для поширення, адаптації та повторного використання більшої різноманітності навчальних ресурсів для створення та вдосконалення навчання, ніж будь-коли раніше. Навчальні ресурси тепер називають об’єктами навчання [7]. Відбулася зміна парадигми, оскільки педагоги починають думати в категоріях навчальних об’єктів, а не в більш широких по обсягу навчальних ресурсів.

Використання RLO надають незліченні можливості для легкого доступу до адаптованого навчання та вже давно впроваджуються в організаціях та університетах. Вони забезпечують безпрецедентну ефективність у проектуванні, розробленні та надання доступу до контенту. Навчальні об’єкти назавжди змінили вигляд та форму навчання, а їх можливості використання залежать від допоміжних технологій, які необхідно реалізувати [6]. Розуміння концепції RLO дає змогу почати розуміти, як цими інформаційними «фрагментами» можна систематично керувати для ефективного й оптимального застосування в системах управління контентом.

Центральна база даних або репозиторій надає навчальні об'єкти (RLO, навчальні ресурси або контент, яким можна ділитися) здобувачам освіти окремо, або об'єднує об'єкти в навчальні модулі. Ці об'єкти та модулі представлені здобувачам освіти через інтерфейс, за допомогою якого відстежуються користувачі, надаються посилання на дані та опрацьовуються оцінювання та відгуки. За допомогою адміністративного додатку здійснюється керування даними про здобувачів освіти, запускаються курси з каталогу, відстежуються та створюються звіти про прогрес здобувачів освіти. У системі для розроблення є шаблони, які автоматизують створення курсів. Використовуючи ці шаблони, автори можуть розробити цілий курс, використовуючи існуючі навчальні об'єкти в репозиторії, створюючи нові навчальні об'єкти або використовуючи комбінацію старих і нових об'єктів. Таким чином, LCMS можуть підтримувати створення та керування RLO.

Використання LCMS вирішує багато проблем, з якими стикається організація в управлінні навчальним процесом та їх використанні серед своїх співробітників або здобувачів освіти. LCMS спрощують та прискорюють багато одноманітних і трудомістких аспектів збору даних, створення курсів і їх публікації, щоб навчальні заклади могли бути більш продуктивними та зосереджувати більше ресурсів на важливій діяльності.

За допомогою LCMS фіксуються дані в різноманітних оригінальних форматах і зберігаються таким чином, щоб полегшити модульне упорядкування, опрацювання, обмін, повторне використання, керування та представлення в контексті навчальних курсів, онлайн-довідкової бібліотеки, онлайн-помічників для роботи, презентації та інших формах ділової комунікації.

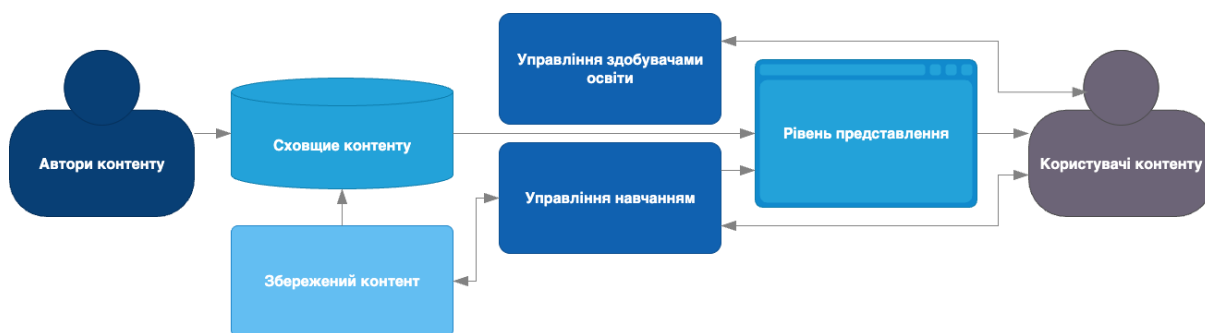


Рис. 3. Компоненти системи управління навчальним контентом

Незважаючи на те, що 81% LCMS включають деякий функціонал LMS, це не є їх основною метою. 100% LCMS були описані як сумісні зі сторонніми системами управління навчанням. Іншими словами, вони нібито можуть безперебійно працювати з LMS, створеними іншими компаніями. LCMS базується на RLO моделі, що дозволяє повторно використовувати контент у межах курсів чи програм або в інших курсах чи програмах. Щоб досягти цього, в LCMS керування контентом здійснюється окремо від медіа (технологічного інтерфейсу), у яку контент буде доставлено. RLO збираються в навчальні блоки або доступні як окремі фрагменти даних та доставляються здобувачу освіти [7].

Успішне та ефективне розгортання LCMS значною мірою залежить від ефективного розроблення та використання навчальних об'єктів, які є повторно використовуваними та незалежними від медіа фрагментами даних, організованими системою класифікації метаданих. LCMS не створювалися з наміром замінити LMS. LCMS і LMS можуть доповнювати одні одних, і кожні вирішують унікальне завдання. Організації зазвичай починають звертати увагу на LCMS, коли вони стикаються з проблемою створення та підтримки величезної кількості спеціального електронного навчального контенту. LCMS особливо підходять для роботи з великими обсягами контенту для змішаного навчання [11]. Використання ефективних LCMS дозволять організації організувати навчальну програму без написання додаткового коду.

Для розроблення прототипу системи інтеграції вебсервісів закладу вищої освіти були обрані властивості синхронізації результатів навчальної діяльності здобувачів освіти в системі

управління навчанням та системі управління навчальним контентом. В якості системи управління навчанням буде система “ПС-журнал успішності”, а в якості системи управління навчальним контентом – система MOODLE.

Завданням прототипу розроблення була реалізація механізму отримання результатів навчальної діяльності здобувачів освіти з бази даних в системі MOODLE та перенесення їх в проміжну таблицю для подальшого запису в таблиці успішності бази даних системи “ПС-журнал успішності”. Під результатами навчальної діяльності будемо мати на увазі загальні бали за відвідування лекційних та лабораторних занять, проходження тестових завдань, включаючи модульні контролю та екзамени, виконання самостійних, лабораторних, практичних робіт тощо.

В якості інструменту для прототипа розроблення було обрано мову програмування Java та фреймворк Spring, який побудований на базі цієї мови. Фреймворк Spring має безліч особливостей, однією з яких є зручний механізм для роботи з базами даних та їх сутностями, що допоможе швидко виконати поставлені завдання. Також буде використано модуль Spring Boot, використання якого дозволить просте створення системи на основі цього фреймворку. Для зменшення кількості надлишкового коду також буде використана бібліотека Lombok. В якості сховища даних в системі MOODLE виступає система управління базами даних MySQL, а в системі “ПС-журнал успішності” – Firebird.

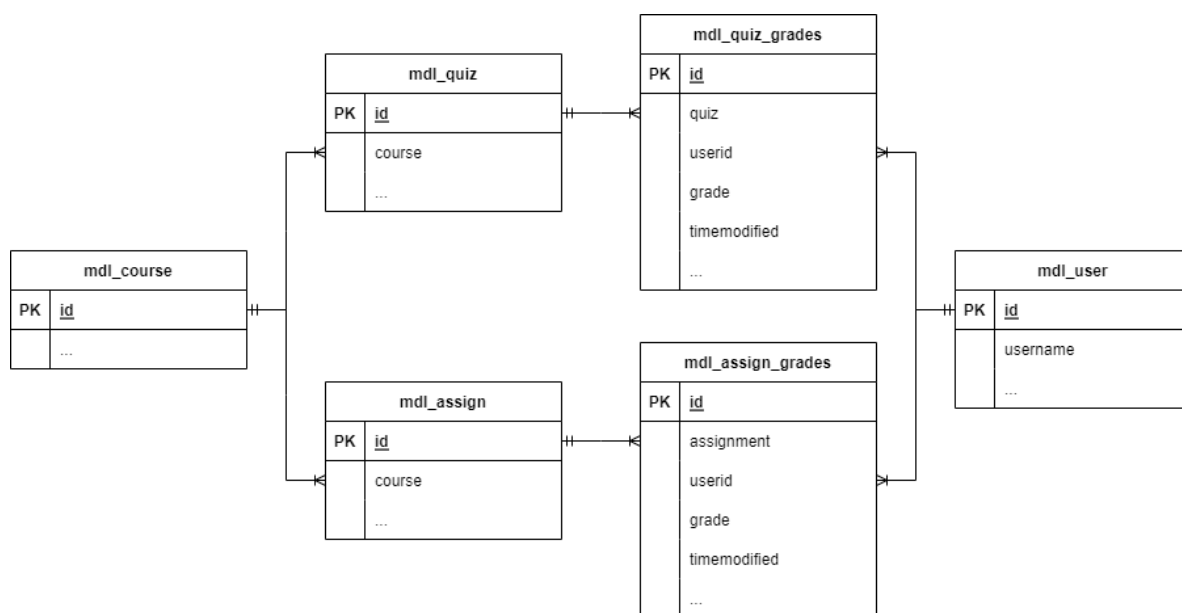


Рис. 4. Графічне подання сутностей *mdl\_quiz\_grades*, *mdl\_assign\_grades* та залежних від них

У системі MOODLE результати навчальної діяльності зберігаються в різних таблицях залежно від типу активності: відвідування (*mdl\_attendance\_log*), виконання завдань (*mdl\_assign\_grades*), проходження тестів (*mdl\_quiz\_grades*), уроки (*mdl\_lesson\_grades*) та семінари (*mdl\_workshop\_grades*). Кожен запис містить дані про здобувача освіти, курс, елемент курсу, час і саму оцінку. Завдяки цьому можна визначити, хто, коли і за що отримав оцінку, а також до якого курсу вона належить.

Також усі вищезгадані типи результатів навчальної діяльності здобувачів освіти зберігаються в таблиці *mdl\_grade\_grades*, але в менш зручному вигляді. Ця таблиця може бути корисна для отримання записів про загальний бал за курс, так як вони також зберігаються в цій таблиці. Обчислення даних балів відбувається динамічно, тому вони залишаються актуальними впродовж всього курсу. Записи в цій таблиці, як і в попередніх, містять в собі ідентифікатор здобувача освіти, ідентифікатор елемента курсу, за який було виставлено оцінку, час, в який було виставлено оцінку, та сама оцінка. Єдина відмінність в тому що елементи курсу для попередніх таблиць зберігаються окремо для кожного виду оцінювання, а для цієї таблиці – в одній таблиці *mdl\_grade\_items*. Записи в таблиці *mdl\_grade\_items* містять в собі ідентифікатор курсу та тип елемента. Наприклад, якщо тип елемента має значення

course, то оцінки з даним елементом є загальними балами за весь курс. Таким чином, маючи доступ до таблиці mdl\_grade\_items, можна легко дізнатись загальний бал за курс, а також коли та кому він був виставлений.

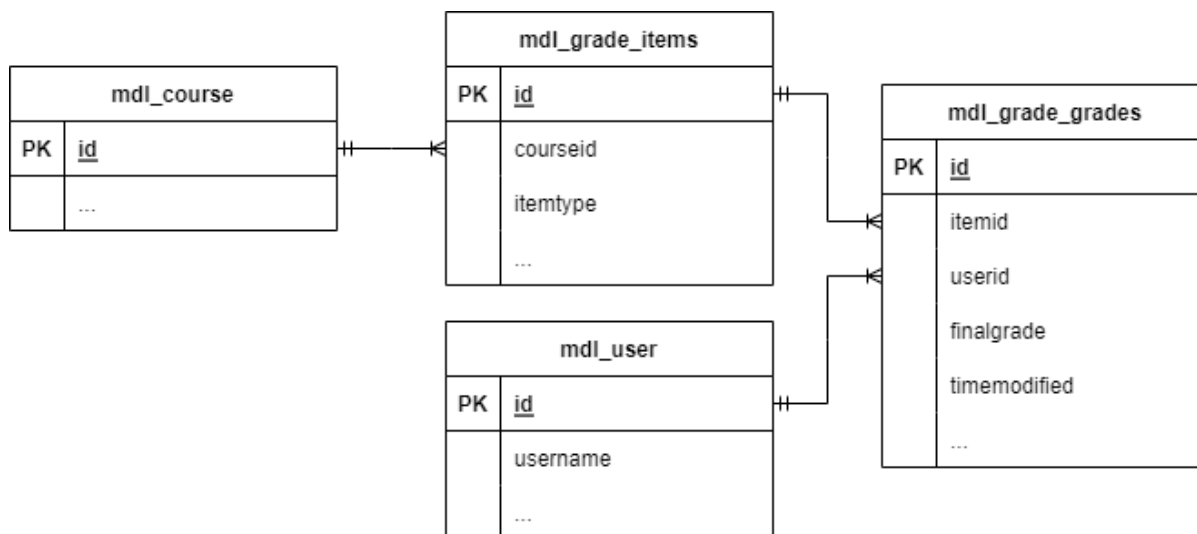


Рис. 5. Графічне подання сутності mdl\_grade\_grades та залежних від неї

Під час розроблення прототипу було прийнято рішення отримувати результати навчальної діяльності як загальний бал за курс із записів в таблиці mdl\_grade\_grades. Також було прийнято рішення, що проміжна таблиця, в яку будуть перенесені ці бали, буде існувати на стороні бази даних системи “ПС-журнал успішності” для полегшення їх подальшого запису в таблиці успішності цієї системи.

Першим етапом розроблення прототипу системи стала реалізація та конфігурація підключення до кількох баз даних одночасно. Даний етап викликав найбільші складності, так як зазвичай системи розробляються для роботи з однією єдиною базою даних, тому функції фреймворків зазвичай не передбачають явного способу роботи з кількома різними базами даних.

Другим етапом розроблення прототипу стало створення моделей для роботи з таблицею mdl\_grade\_grades та пов’язаними з нею сутностями в MOODLE. Було реалізовано чотири моделі: MoodleGrade, MoodleGradeItem, MoodleUser і MoodleCourse. Також створено модель проміжної таблиці moodle\_grades у базі даних системи “ПС-журнал успішності”, куди переноситимуться підсумкові оцінки з системи MOODLE. Таблиця містить поля course (ідентифікатор курсу), student (корпоративна пошта користувача) та grade (оцінка за курс), а унікальність записів забезпечується первинним ключем із полів course та student.

Третім етапом розроблення прототипу системи стала реалізація самого механізму синхронізації навчальної діяльності між системою MOODLE та системою “ПС-журнал успішності”. Однією з найголовніших з вимог до цього механізму стала наявність періодичного виконання процесу синхронізації, таким чином система буде виконувати всі процеси без потреби її самостійного перезапуску кожного разу. Ця особливість може бути легко реалізована за допомогою додавання до метода анотації @Scheduled, параметром якої є stop-вираз. Stop-вираз складається з 6 частин: секунд, хвилин, годин, день місяця, номер місяця та день тижня. Таким чином його використання дозволяє описувати час виконання з точністю до секунд. В нашому випадку, виконання процесу буде відбуватись кожні 30 хвилин, тому stop-вираз буде мати такий вигляд: \* 0/30 \* \* \* ?.

Сама логіка синхронізації доволі проста. Спочатку знаходяться всі результати навчальної діяльності з таблиці mdl\_grade\_grades, в яких час оновлення був не більше 30 хвилин тому, тобто в яких значення поля timemodified буде лежати у проміжку між теперішнім часом та часом, який був 30 хвилин тому. Після цього у знайдених результатах перевіряється значення поля itemtype залежної таблиці mdl\_grade\_items. Якщо воно має значення course, то

даний результат є загальним балом за увесь курс. Якщо такі результати існують, то проводиться їх перенесення в базу даних системи “ПС-журнал успішності”.

Процес перенесення даних до таблиці moodle\_grades у системі “ПС-журнал успішності” починається з перевірки її наявності в базі даних. Якщо таблиця відсутня, вона створюється разом із первинним ключем, що складається з полів course і student. Далі в таблицю записуються дані з системи MOODLE: ідентифікатор курсу, ім'я користувача та загальний бал. Якщо запис уже існує, але оцінка змінилась – вона оновлюється. Синхронізація виконується кожні 30 хвилин. Подальший перенос даних у фінальні таблиці успішності буде реалізовано розробниками системи, тож створення прототипу вважається завершеним і готовим до тестування.

Для перевірки результатів роботи прототипу розробленої системи було використано дампи баз даних системи MOODLE та “ПС-журнал успішності”. Дамп бази даних – це файл, який містить структуру та контент бази даних. Його використовують як інструмент для резервного копіювання даних, тому за допомогою цього файлу можна відновити структуру та контент бази даних на будь-якому пристрої, де встановлений сервер відповідної системи управління базами даних. Таким чином, маючи дамп бази даних, можна легко зімітувати реальну, базу даних, що і було зроблено під час дослідження. Після імпортування найостанніших дамтів обох баз даних і створення їх локальних копій було почато процес тестування.

Тестування прототипу розпочалось із підготовки тестових даних. Оскільки система відбирає оцінки з таблиці mdl\_grade\_grades, оновлені не більше 30 хвилин тому, виникла потреба вручну оновити поле timemodified, яке відповідає за час останнього редагування. Через відсутність підключення до самої системи MOODLE, оновлення здійснюється програмно за допомогою SQL-запиту, який встановлює значення timemodified на поточний Unix-час. Це дозволяє системі розпізнавати дані як нещодавно змінені й включати їх у процес синхронізації.

Після налаштування тестових даних можна запускати прототип системи та почати безпосереднє тестування. Так як час оновлення для всіх записів таблиці mdl\_grade\_grades було встановлено до поточного, очікується, що прототип системи знайде всі ці записи. Після цього очікується, що знайдені записи відфільтруються за значенням поля itemtype залежної таблиці mdl\_grade\_items. Якщо воно дорівнює course, то запис відповідає загальному балу за курс і він буде перенесений в таблицю moodle\_grades бази даних системи “ПС-журнал успішності” у форматі, який був описаний вище. Також, якщо таблиці moodle\_grades не існує, вона повинна бути створена. Додатково очікується, що якщо перенесений запис з подібним ідентифікатором курсу та ім'ям користувача в таблиці moodle\_grades вже існує, але загальний бал за курс відрізняється, то він буде оновлений до нового значення.

Під час тестування всі очікувані результати були досягнуті. Усі загальні бали за курси в базі даних системи MOODLE були знайдені та успішно перенесені в таблицю moodle\_grades бази даних системи “ПС-журнал успішності”, яку було попередньо створено. Також загальний бал за курс був оновлений для записів, які вже існували з подібним ідентифікатором курсу та ім'ям користувача. Таким чином, можна вважати, що результати роботи прототипу відповідають очікуванням.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження було проаналізовано ключові особливості систем управління навчанням (LMS), систем управління контентом (CMS) та систем управління навчальним контентом (LCMS), що дало змогу виявити їх функціональні відмінності, переваги та сфери застосування в закладах вищої освіти. Було обґрунтовано доцільність їхньої взаємної інтеграції для підвищення ефективності цифрового освітнього середовища. На практиці реалізовано прототип механізму синхронізації результатів навчальної діяльності здобувачів освіти між системою MOODLE (LCMS) та системою “ПС-журнал успішності” (LMS), що доводить технічну можливість та функціональність запропонованого підходу. Під час тестування прототипу підтверджено його функціональність: дані про загальні бали за курс успішно передавалися з системи MOODLE до проміжної таблиці

бази даних LMS. Автоматизація процесу за допомогою періодичного виконання забезпечує зручність та зменшує потребу у втручанні користувача.

У подальших дослідженнях планується розширення функцій системи, зокрема: обговорення з розробниками можливості імплементації автоматичного виставлення балів на стороні системи "ПС-журнал успішності", впровадження розробленого прототипу на тестові середовища з метою перевірки його стабільності в умовах, наближених до реальних, а також подальша інтеграція з іншими освітніми платформами. Окрему увагу буде приділено вдосконаленню механізмів валідації, безпеки та логування процесів синхронізації даних.

### Список використаних джерел:

- [1] Alshammari S. H. The influence of technical support, perceived self-efficacy, and instructional design on students' use of learning management systems. *Turkish Online Journal of Distance Education*. 2020. С. 112–141. DOI: <https://doi.org/10.17718/tojde.762034> (дата звернення: 13.07.2025).
- [2] Mohd Kasim N. N., Khalid F. Choosing the right learning management system (LMS) for the higher education institution context: a systematic review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. 2016. Т. 11, № 06. С. 55-61. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i06.5644> (дата звернення: 13.07.2025).
- [3] Watson W. R., Watson S. L. An argument for clarity: what are learning management systems, what are they not, and what should they become?. *TechTrends*. 2007. Т. 51, № 2. С. 28-34. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11528-007-0023-у> (дата звернення: 13.07.2025).
- [4] Ninoriya S., Chawan P.M., Meshram B.B. CMS, LMS and LCMS for eLearning. *IJCSI International Journal of Computer Science*. 2011. Т. 8, № 2. С. 644–647. URL: [https://www.researchgate.net/publication/316510070\\_CMS\\_LMS\\_and\\_LCMS\\_For\\_eLearning](https://www.researchgate.net/publication/316510070_CMS_LMS_and_LCMS_For_eLearning) (дата звернення: 13.07.2025).
- [5] Rosenberg M. J., Foshay R. E-learning: strategies for delivering knowledge in the digital age. *Performance Improvement*. 2002. Т. 41, № 5. С. 50–51. DOI: <https://doi.org/10.1002/pfi.4140410512> (дата звернення: 13.07.2025).
- [6] Collis B., Strijker A. New pedagogies and re-usable learning objects: toward a new economy in education. *Journal of Educational Technology Systems*. 2001. Т. 30, № 2. С. 137–157. DOI: <https://doi.org/10.2190/k1fq-xaf6-htkn-48k0> (дата звернення: 13.07.2025).
- [7] Krämer B. J. Learning objects: standards, metadata, repositories, and LCMS - Edited by Keith Harman & Alex Koohang. *British Journal of Educational Technology*. 2010. Т. 41, № 6. С. 973. DOI: [https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01135\\_1\\_4.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01135_1_4.x) (дата звернення: 13.07.2025).
- [8] Robertson J. Is it document management or content management? URL: [https://www.steptwo.com.au/papers/cmb\\_dmorc/](https://www.steptwo.com.au/papers/cmb_dmorc/) (дата звернення: 13.07.2025).
- [9] Rossett A. Six steps to developing a successful e-learning initiative: excerpts from the e-learning guidebook. *The ASTD e-Learning Handbook*. New York, 2002. С. 249.
- [10] Wiley D. Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, a Metaphor, and a Taxonomy. *The Instructional Use of Learning Objects*. Bloomington, Indiana, 2002. С. 3.
- [11] Feldstein M. What's important in a learning content management system. *eLearn*. 2002. Т. 2002, № 5. С. 4. DOI: <https://doi.org/10.1145/566786.566792> (дата звернення: 13.07.2025).
- [12] Франчук В.М. Використання web-орієнтованих комп'ютерних систем в освітньому закладі. Вища освіта України: теоретичний та науково-методичний часопис. 3 (54). Тематичний випуск "Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології", Додаток 2, том 2, 2014 р. Київ-Кіровоград. С.12-14.

## SYNCHRONIZATION OF LEARNING OUTCOMES IN LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS AND LEARNING CONTENT MANAGEMENT SYSTEMS

*Kyrylo Karpenko*

**Abstract.** In the modern context of educational digitalization, the issue of effectively managing the learning process, particularly using electronic platforms, has become especially relevant. The rapid advancement of technology and the growing need for distance learning have led to the widespread adoption of Learning Management Systems (LMS) and Learning Content Management Systems (LCMS) in higher education institutions. These tools are designed to provide convenient access to learning materials, monitor students' progress, and automate the recording of their performance. However, in practice, challenges often arise regarding terminology alignment, duplication of functions across different systems, and technical data integration, which becomes especially evident when multiple software solutions are used simultaneously within the same institution. This study aims to analyze the functional capabilities of LMS, LCMS, and CMS, to compare them, and to develop and implement a prototype system for synchronizing academic results, using the example of integrating the MOODLE system with the internal system "PS Academic Performance Journal" (developed by Politek-Soft LLC). The article describes the architecture of the proposed solution, implemented

using Java, the Spring Boot framework, and MySQL and Firebird databases. Attention is paid to the technical aspects of building the integration module, working with multiple databases, implementing periodic update mechanisms, and storing data in an intermediate table for further processing. The proposed solution has undergone successful testing using real database dumps and has demonstrated stable operation. The results suggest the potential of this approach for automating the synchronization of assessments within blended learning systems. Future research may focus on integrating with other educational platforms, implementing two-way data exchange, and supporting a wide range of learning activity types.

**Keywords:** content management systems, learning management systems, learning content management systems, data synchronization, blended learning.

### References (translated and transliterated)

- [1] S. H. Alshammari, "The influence of technical support, perceived self-efficacy, and instructional design on students' use of learning management systems", *Turkish Online Journal of Distance Education*, vol. 21, no. 3, pp. 112–141, Jul. 2020, doi: <https://doi.org/10.17718/tojde.762034> (Access: 13.07.2025) (in English).
- [2] N. N. Mohd Kasim and F. Khalid, "Choosing the right learning management system (LMS) for the higher education institution context: a systematic review", *International Journal of Emerging Technologies in learning (iJET)*, vol. 11, no. 06, pp. 55-61, Jun. 2016, doi: <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i06.5644> (Access: 13.07.2025) (in English).
- [3] W. R. Watson and S. L. Watson, "An argument for clarity: what are learning management systems, what are they not, and what should they become?", *TechTrends*, vol. 51, no. 2, pp. 28-34, Mar. 2007, doi: <https://doi.org/10.1007/s11528-007-0023-y> (Access: 13.07.2025) (in English).
- [4] S. Ninoriya, P.M. Chawan and B.B. Meshram, "CMS, LMS and LCMS for eLearning", *IJCSI International Journal of Computer Science*, vol. 8, no. 2, pp. 644–647, Apr. 2011, [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/316510070\\_CMS\\_LMS\\_and\\_LCMS\\_For\\_eLearning](https://www.researchgate.net/publication/316510070_CMS_LMS_and_LCMS_For_eLearning) (Access: 13.07.2025) (in English).
- [5] M. J. Rosenberg and R. Foshay, "E-learning: strategies for delivering knowledge in the digital age", *Performance Improvement*, vol. 41, no. 5, pp. 50–51, May 2002, doi: <https://doi.org/10.1002/pfi.4140410512> (Access: 13.07.2025) (in English).
- [6] B. Collis and A. Strijker, "New pedagogies and re-usable learning objects: toward a new economy in education", *Journal of Educational Technology Systems*, vol. 30, no. 2, pp. 137–157, Dec. 2001, doi: <https://doi.org/10.2190/k1fq-xaf6-htkn-48k0> (Access: 13.07.2025) (in English).
- [7] B. J. Krämer, "Learning objects: standards, metadata, repositories, and LCMS - Edited by Keith Harman & Alex Koohang", *British Journal of Educational Technology*, vol. 41, no. 6, p. 973, Oct. 2010, doi: [https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01135\\_1\\_4.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01135_1_4.x) (Access: 13.07.2025) (in English).
- [8] J. Robertson, "Is it document management or content management?", *Step Two*, Oct. 2022. [Online]. Available: [https://www.steptwo.com.au/papers/cmb\\_dmorcml/](https://www.steptwo.com.au/papers/cmb_dmorcml/) (Access: 13.07.2025) (in English).
- [9] A. Rossett, "Six steps to developing a successful e-learning initiative: excerpts from the e-learning guidebook" in *The ASTD e-Learning Handbook*, New York: McGraw-Hill, 2002, p. 249 (in English).
- [10] D. Wiley, "Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, a Metaphor, and a Taxonomy" in *The Instructional Use of Learning Objects*, Bloomington, Indiana: Agency for Instructional Technology, 2002. p. 3 (in English).
- [11] M. Feldstein, "What's important in a learning content management system", *eLearn*, vol. 2002, no. 5, p. 4, May 2002, doi: <https://doi.org/10.1145/566786.566792> (Access: 13.07.2025) (in English).
- [12] V. M. Franchuk, "The use of web-oriented computer systems in educational institutions", *Vyshcha osvita Ukrainy: teoretychnyi ta naukovo-metodychnyi chasopys*, no. 3 (54), special issue "Pedagogika vyshchoi shkoly: metodolohiia, teoriia, tekhnolohii", suppl. 2, vol. 2, pp. 12–14, Kyiv–Kirovohrad, 2014 (in Ukrainian).

**Франчук Наталія Петрівна**

кандидат педагогічних наук, доцент,

<sup>1</sup>завідувач кафедри інноваційних технологій викладання загальноосвітніх дисциплін

Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна;

<sup>2</sup>старший науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем

Інститут цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України, м. Київ, Україна

ORCID ID 0000-0002-0213-143X

*n.p.franchuk@udu.edu.ua*

**Радчук Андрій Олександрович**

кандидат історичних наук,

доцент кафедри інноваційних технологій викладання загальноосвітніх дисциплін

Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна

ORCID ID 0009-0002-2408-7772

*a.o.radchuk@udu.edu.ua*

## **РОЗВИТОК ЦИФРОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ПЕДАГОГІЧНИХ І НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЗАСОБАМИ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

**Анотація.** У статті розглядається проблема розвитку цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників у контексті активного впровадження інструментів штучного інтелекту в наукову та освітню діяльність. Проаналізовано використання систем штучного інтелекту як засобу підвищення ефективності професійної діяльності, організації дослідницьких процесів, автоматизації рутинних завдань, персоналізації навчання, інтеграції в освітню практику педагогів, зокрема вплив на зміст, форми та ефективність освітнього процесу. Об'єктом дослідження є цифрові компетентності наукових і науково-педагогічних працівників у контексті їхньої професійної діяльності. Предметом дослідження виступає процес розвитку цифрових компетентностей наукових і науково-педагогічних працівників шляхом інтеграції систем штучного інтелекту у навчально-методичну, дослідницьку та адміністративну діяльність. У фокусі – результати анкетного опитування педагогічних і науково-педагогічних, яке мало на меті виявити рівень обізнаності, готовності та ставлення до використання інструментів штучного інтелекту. Більшість респондентів визнає потенціал ШІ для оптимізації підготовки до занять, зокрема, скорочення часу на рутинні операції, підвищення якості матеріалів і можливість швидко адаптувати уроки під конкретну групу учнів. А це своєю чергою сприяє персоналізації навчального контенту та підвищення зацікавлення здобувачів освіти. Водночас значна частина учасників опитування акцентує на ризиках – від втрати академічної доброчесності до зменшення когнітивної самостійності здобувачів освіти. Аналіз отриманих відповідей дозволив виокремити ключові переваги і виклики, пов'язані з цифровою трансформацією освітньої діяльності та визначити ключові напрями використання інструментів штучного інтелекту для формування цифрових навичок педагога, зокрема у сфері опрацювання даних, наукової комунікації, цифрової безпеки та академічної доброчесності.

**Ключові слова:** цифрова компетентність, штучний інтелект, педагогічні працівники, науково-педагогічні працівники, персоналізація, інтелектуальні системи, автоматизація освітнього процесу, інструменти штучного інтелекту.

**Вступ.** Сучасна цифрова трансформація освіти і науки зумовлює необхідність перегляду традиційних підходів до професійної діяльності педагогічних працівників. Зокрема, активне впровадження систем штучного інтелекту (ШІ) змінює не лише інструментарій наукової роботи, а й вимоги до цифрової компетентності вчителя. Формування цифрових навичок стає критично важливим фактором забезпечення їхньої академічної мобільності, ефективного обміну знаннями, генерації нових ідей та інновацій. Проблема полягає у нерівномірності цифрових компетентностей педагогів, браку методичних рекомендацій та етичних дилем, що залишаються перешкодами для повноцінного впровадження інструментів ШІ в освітній процес. Потрібен системний підхід до розвитку цифрових компетентностей з урахуванням специфіки роботи з інструментами ШІ, особливо в контексті науково-дослідної діяльності. Інструменти на базі ШІ дедалі активніше проникають в освітнє середовище: їх використання автоматизує рутинні завдання, персоналізує навчання, забезпечує нові підходи до оцінювання,

створення контенту та комунікації. Водночас їх впровадження викликає численні питання етичного, методичного та психологічного характеру. Попри очевидні переваги, в освітянському середовищі відчувається брак чіткого розуміння меж, можливостей і наслідків використання ШІ в закладах загальної середньої освіти. Це зумовлює необхідність глибшого аналізу ставлення наукової та педагогічної спільнот до використання ШІ, виявлення реального рівня готовності до його застосування науковими й науково-педагогічними працівниками, та окреслення умов ефективної цифрової трансформації освітнього процесу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останні роки позначені зростанням наукового інтересу до цифрової трансформації вищої освіти та наукової діяльності. Багато дослідників акцентують увагу на важливості інтеграції цифрових компетентностей у систему професійного розвитку наукових і науково-педагогічних працівників. Існує потреба в системному аналізі можливостей використання ШІ як засобу самонавчання, адаптивної підтримки, цифрової комунікації та аналізу наукових даних. ЮНЕСКО прагне підтримувати держави-члени у використанні потенціалу технологій ШІ, водночас забезпечуючи, щоб їх застосування в освітньому контексті керувалося основними принципами інклюзії та рівності [1].

Нік Бостром (Nick Bostrom) ще в 2015 році стверджував, що «Цінності, які має ШІ, повинні відповідати нашим, не лише у звичному контексті, наприклад, де ми можемо легко перевірити поведінку штучного інтелекту, але також у всіх нових контекстах, з якими може зіткнутися ШІ у невизначеному майбутньому» [2].

Коул Страйкер (Cole Stryker) та Еда Кавлакоглу (Eda Kavlakoglu) у своїй статті [3] дають доволі вичерпні відомості про ШІ, та описують простий спосіб уявити його. Стверджують, що ШІ – це серія вкладених або похідних концепцій, що виникли протягом понад 70 років. Безпосередньо під штучним інтелектом автори вбачають машинне навчання, яке передбачає створення моделей шляхом навчання алгоритму для прийняття прогнозів або рішень на основі даних.

В Україні питання цифрової грамотності та використання ШІ розкриваються у працях багатьох вчених, зокрема [4], [5], [6], [7], [8], [9], однак сфера застосування ШІ у розвитку цифрової компетентності саме педагогічних працівників досі залишається недостатньо вивченою.

Автори [10] наводять перелік цифрових інструментів, використання яких сприяє ефективному використанню ШІ для належної цифрової підготовки педагогів. Вони систематизували відповідні цифрові інструменти за функціональним призначенням. Така систематизація цифрових інструментів ШІ дозволяє дослідникам свідомо обирати ті ресурси, які відповідають конкретному етапу дослідження. Систематизовано основні категорії цифрових інструментів, що працюють на основі штучного інтелекту та активно застосовуються в науковій діяльності. Вони охоплюють різні етапи дослідницького процесу – від пошуку літератури до обговорення результатів. Зокрема, виокремлено шість функціональних груп інструментів:

1. **Інструменти для пошуку, аналізу та систематизації літератури**, використання яких сприяє формуванню якісного літературного огляду завдяки інтелектуальному пошуку, побудові візуалізацій наукових зв'язків та генеруванню відповідей на дослідницькі питання (Semantic Scholar [11], Elicit [12], Research Rabbit [13], Connected Papers [14]);
2. **Інструменти підтримки академічного письма**, серед яких – генеративні моделі (ChatGPT [15], Gemini [16], Claude [17]), використання яких допомагає створювати текстові фрагменти, структурувати думки, редагувати й стилістично вдосконалювати рукописи. До цієї групи також належать сервіси перевірки академічного стилю та пояснення складних наукових текстів (Writefull [18], Paperpal [19], SciSpace [20]);
3. **Інструменти для аналізу та візуалізації даних**, що включають AutoML-платформи (DataRobot [21], Google AutoML [22]), середовища візуального програмування (створення агентів з урахуванням даних – KNIME [23], інтелектуальний аналіз даних та машинне навчання з відкритим кодом та візуалізацією даних – Orange [24]), а також

наукові середовища з підтримкою бібліотек машинного навчання (Jupyter Notebooks [25] із TensorFlow, PyTorch [26] тощо);

4. **Інструменти для управління проектами та дослідницькою діяльністю**, за допомогою яких можна організувати нотатки, посилання та зв'язки між ідеями (Notion AI [27], Obsidian [28]), управляти бібліографією з використанням ШІ (Zotero [29] з плагінами), а також проводити автоматизоване рецензування (AI Reviewers [30]);
5. **Інструменти верифікації, перевірки доброчесності та етичності**, спрямовані на виявлення автоматично згенерованих текстів, плагіату, а також на аналіз упередженості в наукових даних (Turnitin AI Detector [31], SciCheck [32]);
6. **Інструменти для комунікації та популяризації науки**, використання яких допомагає візуалізувати дослідження, створювати відео-презентації, а також адаптувати складні матеріали для ширшої аудиторії (Canva AI [33], Synthesia [34], Perplexity.ai [35]).

**Метою написання даної статті** є вивчення та аналіз сприйняття, досвіду використання та очікувань педагогічних та науково-педагогічних працівників щодо інтеграції інструментів штучного інтелекту в освітній процес, а також у формуванні практичних рекомендацій для впровадження ШІ на засадах педагогічної доцільності, етичної відповідальності та цифрової обізнаності.

**Подання основного матеріалу.** Дослідження базується на результатах анкетного опитування, проведеного серед освітян різних вікових категорій (рис. 1), які мали досвід використання ШІ або виявляли зацікавленість у його впровадженні в освітній процес (рис. 2). В опитуванні взяли участь 127 осіб.

127 відповідей

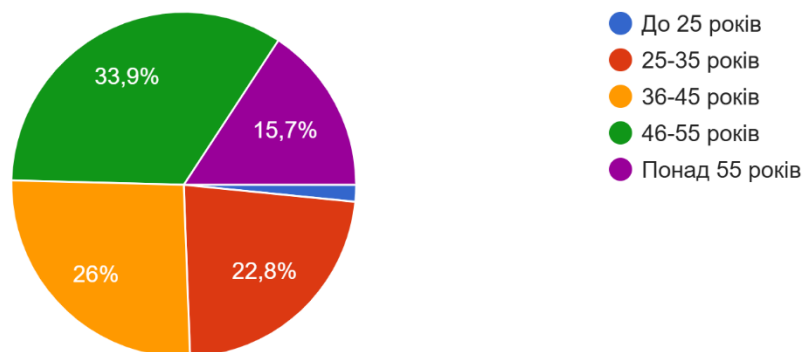


Рис. 1. Вік респондентів

На скільки Ви оцінюєте Ваш рівень обізнаності про штучний інтелект

127 відповідей



Рис. 2. Рівень обізнаності про можливості використання ШІ

З проведеного опитування видно, що переважає досвідчена аудиторія (рис. 1), яка підвищує довіру до суджень щодо застосування ІІІ в освіті. Респонденти охоплюють як загальноосвітні, так і спеціальні предмети та адміністративні ролі. Дане опитування проводилось під час проходження респондентами підвищення кваліфікації в Українському державному університеті імені Михайла Драгоманова, а також науково-педагогічними працівниками Інституту цифровізації освіти НАПН України. Воно охопило питання рівня ознайомленості з інструментами ІІІ, сфер їх використання в освітньому процесі, виявлення переваг, ризиків та очікуваних змін. Більше 70% уже мають досвід використання ІІІ, ще 25,2% зацікавлені в інтеграції інструментів ІІІ в освітній процес. І лише 1 з 5 респондентів почувається впевнено та добре розуміє характеристики та можливості використання (рис. 2).

Аналіз даних показав, що педагогічні та науково-педагогічні працівники переважно використовують ІІІ для пошуку даних, створення навчальних матеріалів і генерації ідей. Значна частина респондентів вважає, що ІІІ допомагає оптимізувати час підготовки до занять і сприяє підвищенню мотивації здобувачів освіти. Завдяки автоматизації рутинних операцій, адаптивному аналізу навчального контенту та підтримці педагогічного планування. Проте водночас педагоги та науковці висловлюють занепокоєння щодо впливу надмірної автоматизації педагогічних процесів та формування поверхневого мислення на академічну добросовісність, критичне мислення та автентичність робіт, які готують здобувачі освіти.

Досить ґрунтовно респонденти дали відповіді на відкрите питання: «Які труднощі або ризики, на Вашу думку, пов'язані з використанням ІІІ у педагогічній діяльності?». У цих відкритих відповідях респонденти окреслили широкий спектр ризиків, пов'язаних із впровадженням ІІІ в освіту. Насамперед, учасники анкетування вказували на психологічні й педагогічні загрози, заміщення самостійного мислення поверхневим й ослаблення аналітичних та творчих навичок здобувачів освіти за умов надмірної залежності від ІІІ, а також зменшення міжособистісної взаємодії в освітньому процесі.

Водночас значна частина відповідей акцентувала увагу на проблемах академічної добросовісності. питань авторського права та інтелектуальної власності, зокрема щодо генерованих матеріалів і використання навчальних ресурсів; безпеки персональних і захисту конфіденційних даних в освітніх середовищах; зміщення ціннісних орієнтирів у бік технологізації навчання на шкоду гуманістичним аспектам розвитку особистості. ІІІ розглядається як фактор, що спонукає до списування, автоматичного копіювання даних та зменшення критичності у засвоєнні знань. Тобто ослаблення аналітичних та творчих навичок здобувачів освіти за умов надмірної залежності від застосування інструментів ІІІ.

Окремо зазначено й технічні труднощі: не всі педагоги мають достатню цифрову компетентність, а використання ІІІ потребує додаткового навчання.

Для розуміння загальної картини ризики можна розділити за такими критеріями:

### **1. Психолого-педагогічні ризики:**

- знеособлення освітнього процесу, втрата емоційного зв'язку між здобувачем освіти та наставником;
- зниження мотивації, пасивність здобувачів освіти, відсутність самостійного мислення;
- притуплення когнітивних і розумових здібностей, деградація критичного мислення;
- втрата інтересу до класичних форм навчання, зниження пізнавальної активності.

### **2. Етичні та академічні виклики:**

- академічна недобросовісність (перефразування, плагіат, списування, шахрайство);
- зловживання ІІІ під час виконання навчальних завдань;
- використання чужих думок без критичного осмислення.

### **3. Технічні й методичні проблеми:**

- помилкові або неперевірені відповіді ІІІ;
- нерівність доступу до технологій, відсутність відповідного обладнання;
- зміщення ціннісних орієнтирів у бік технологізації навчання на шкоду гуманістичним аспектам розвитку особистості;
- недостатня цифрова компетентність педагогічних та науково-педагогічних працівників.

#### 4. Ризики приватності та безпеки:

- проблеми з опрацюванням персональних даних;
- небезпека витоку конфіденційних даних.

Однак більшість опитаних (77%) вважають навички роботи з ШІ важливими або дуже важливими (рис. 3).

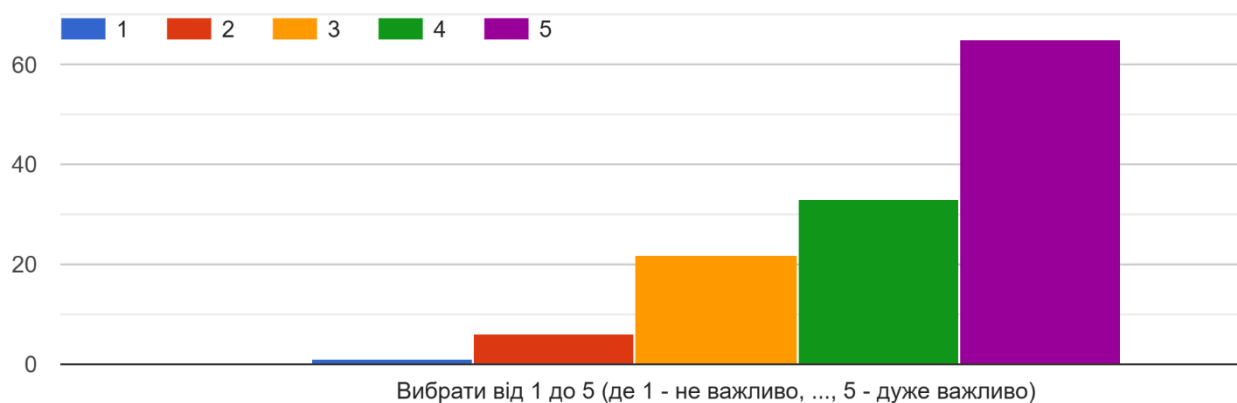


Рис. 3. Важливість набуття навичок використання ШІ педагогічними працівниками

Отже можна стверджувати, що розвиток і впровадження інструментів ШІ в освіту потребує зваженого балансування між інноваційністю та етико-педагогічними принципами, забезпеченням академічної доброчесності та формуванням цифрової культури як викладачів, так і здобувачів освіти.

За умов зростання усвідомлення значущості компетентностей у сфері штучного інтелекту, очевидною стає потреба переосмислення існуючих практик його інтеграції в освітній простір. Передусім доцільно відмовитися від поверхневого, інструментально-утилітарного застосування технологій, що часто редукує їхню освітню цінність до механічної економії часу чи ефекту новизни. Натомість акцент має зміщуватися на розвиток критичного цифрового мислення, здатності педагога інтерпретувати роботу і рефлексувати щодо етичних, педагогічних і методологічних наслідків.

Університетські спільноти, які апелюють до інноваційності, мають подолати тенденцію некритичної імплементації готових рішень, зумовлену маркетинговими наративами технологічних компаній. Справжня інновація передбачає методологічно обґрунтовані експерименти, що базуються на емпіричній перевірці освітньої ефективності, а не на реплікації «модних» інструментів без аналізу їх впливу на когнітивні процеси здобувачів освіти. У цьому контексті необхідними є розширення програм підвищення кваліфікації педагогів, запровадження дослідницько орієнтованих модулів з етики, безпеки та обмежень використання інструментів ШІ.

Водночас слід подолати риторичне протиставлення «традиційного» та «цифрового» навчання, яке в реальності лише приховує недостатність розуміння дидактичних трансформацій. Ефективність технологічного впровадження не може ґрунтуватися на припущенні, що алгоритмічні моделі апіорі кращі; навпаки, необхідне критичне визначення зон, де використання інструментів ШІ дійсно посилює освітній процес, і сфер, у яких воно може призводити до когнітивної атрофії або підміни рефлексивної діяльності механізованою відповіддю. Важливо, щоб політика академічної доброчесності еволюціонувала не як каральна система, а як культура відповідального творення знання, у якій технології виконують роль каталізатора, а не заміника інтелектуальних зусиль.

Тобто якісне впровадження інструментів ШІ передбачає не зростання швидкості виконання освітніх завдань, а формування зрілої цифрової педагогіки, де технологічні засоби стають елементом складнішої системи науково обґрунтованого мислення, етичної відповідальності та розвитку інтелектуальної автономії суб'єктів навчання.

### Які інструменти ШІ Вам відомі? (можна обрати кілька варіантів)

127 відповідей

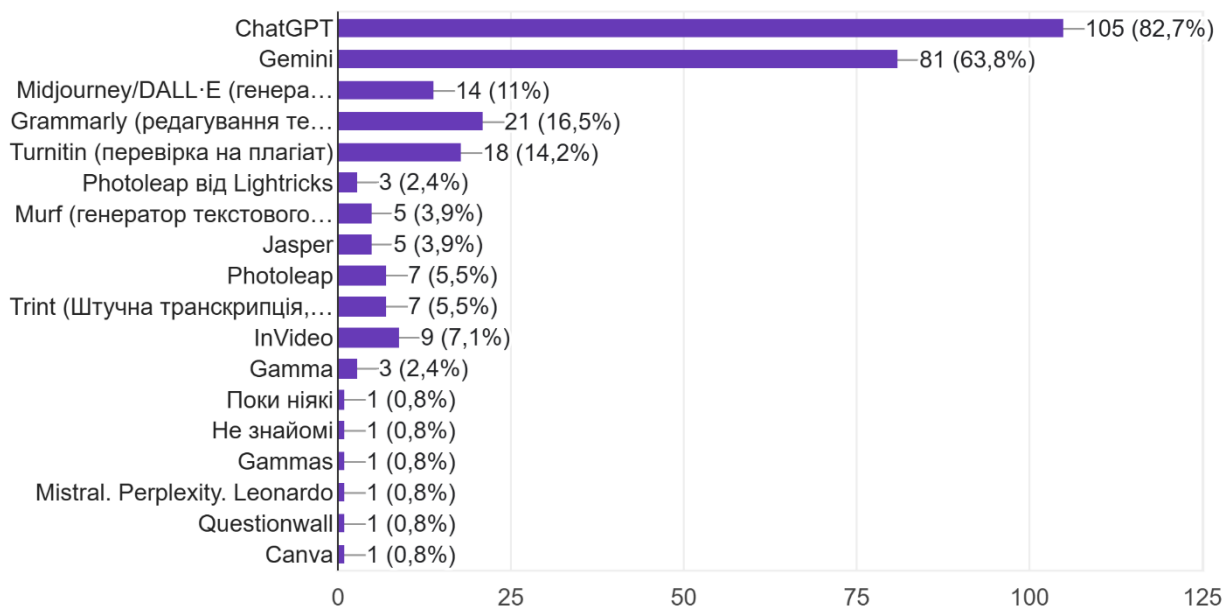


Рис. 4. Відомі інструменти ШІ

З опитування стало зрозумілим, що ChatGPT є головним і найбільш впізнаваним інструментом ШІ (рис. 4). Хоча водночас усі опитані нами користувачі використовують й інші інструменти. Скоріш за все першість і ефект масштабу ChatGPT набув через його швидку поширеність в медіа, соцмережах і освітньому середовищі. Він був одним із перших інструментів генеративного ШІ, відкритих для масового користувача (листопад 2022). Дуже простий у використанні, інтерфейс максимально схожий на звичайний чат, а отже будь-хто без технічних знань може почати працювати, не потрібне складне налаштування чи програмування. Підходить для різних завдань: від написання текстів, створення планів і тестів до пояснення наукових понять і кодування. Працює і як «пошуковик», і як «репетитор», і як «помічник для письма». Через масовість використання став брендом, який автоматично асоціюється з «ШІ-асистентом». OpenAI регулярно додає нові функції (голос, зображення, інтеграції), підтримуючи інтерес і конкурентність.

Основне застосування ШІ опитані вбачають у підготовці матеріалів до занять. Думки щодо впливу використання ШІ на зменшення навантаження розділилися. Частина респондентів вважає, що ШІ частково полегшує їхню роботу (наприклад, під час підготовки матеріалів або автоматизації перевірки), однак дехто зауважує, що це потребує додаткових зусиль на етапі освоєння та інтеграції нових інструментів.

### Чи вважаєте Ви використання ШІ в освітньому процесі етично прийнятним?

127 відповідей

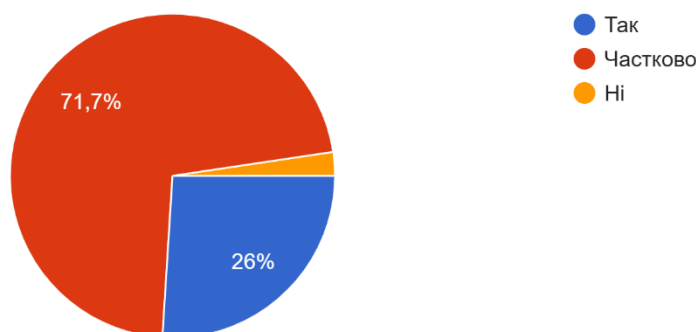


Рис. 5. Етичність використання ШІ в освітньому процесі

Етичне використання ІІІ у навчанні передбачає прозорість (повідомлення про використання ІІІ як допоміжного інструмента), розвиток критичного мислення (перевірка й корекція матеріалів), дотримання академічної доброчесності (уникнення подання готових текстів як власних) та баланс (розширення можливостей, а не заміна вчителя). Більшість педагогів вважає застосування ІІІ в освітньому процесі (рис. 5) етично прийнятним, однак переважає поміркована позиція. Учасники визнають користь у використанні таких інструментів, але за умови дотримання певних меж, прозорих правил та контролю за використанням. Є й ті, хто сумнівається у прийнятності ІІІ в освітньому процесі, особливо в контексті порушення принципів доброчесності.

Половина респондентів зазначила, що в їхньому закладі вже проводилися окремі тренінги або семінари на тему використання ІІІ, проте ці ініціативи були фрагментарними. Значна частка виявила зацікавлення у такому навчанні, хоча дехто наголосив на його відсутності або неактуальності для себе. Хоча частина респондентів уже пройшла навчальні курси або вебінари щодо використання ІІІ, інша частина планує це зробити. Дехто ще не має досвіду такого навчання, але визнає його необхідність, що свідчить про високий потенціал для організації освітніх програм із цифрової трансформації. Водночас переважна більшість опитаних визнає, що потребує подальшого професійного розвитку у сфері застосування ІІІ. Вони переконані, що навчання допоможе педагогам не лише ознайомитися з інструментами ІІІ, а й адаптувати їх до своєї повсякденної професійної практики (рис. 6).

127 відповідей

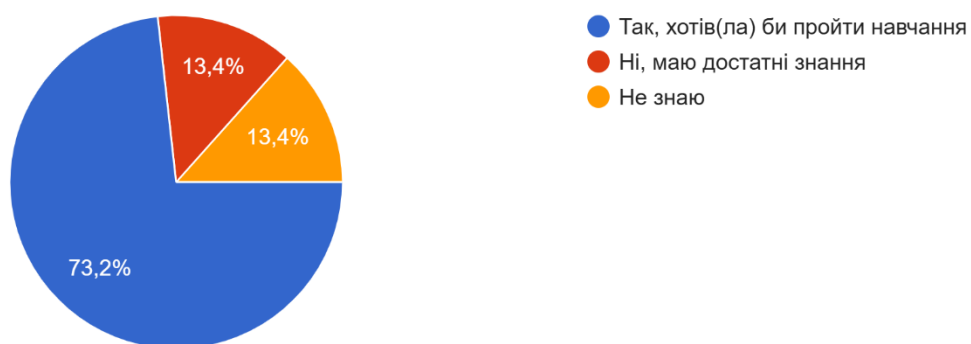


Рис. 6. Потреба у додаткових знаннях щодо використання ІІІ

Загальна оцінка впливу використання ІІІ на навчання є стримано позитивною. Педагоги відзначають, що застосування таких інструментів здатне помірно покращити організацію й ефективність освітнього процесу. Проте є певна кількість респондентів, які поки що не відчули суттєвих змін або навіть зіткнулися з ускладненнями. Більшість педагогів вважає, що впровадження ІІІ підвищує зацікавленість здобувачів освіти у навчанні. Проте водночас наголошується, що цей ефект часто є короткотривалим або залежить від контексту: важливо не просто використовувати інструмент, а інтегрувати його до педагогічної стратегії (рис. 7).

127 відповідей

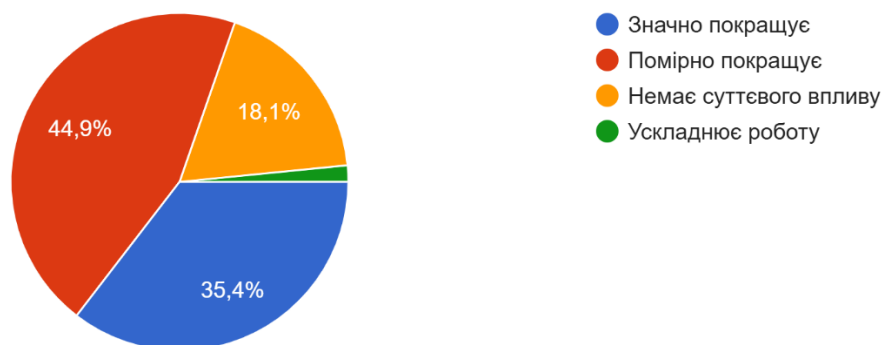


Рис. 7. Використання ІІІ в педагогічній діяльності

Найчастіше педагоги вказували на загрози академічної недоброчесності, зниження критичного мислення та зростання технологічної залежності серед здобувачів освіти. Меншою мірою, але також актуальною, виявилася проблема недостатньої цифрової обізнаності самих педагогів.

Значна частина респондентів або не знає, чи існують у їхньому закладі внутрішні положення, які регламентують використання ШІ, або стверджує, що таких документів немає. Це вказує на брак системного підходу до впровадження ШІ в освітніх установах. Також бракує системного підходу до навчання щодо застосування ШІ педагогами та науковцями. Більшість з опитаних із задоволенням пройшли б таке навчання. Однак є й такі, що не вбачають у цьому нагальної потреби. Лише невелика частка закладів проводить регулярне навчання з ШІ. Близько третини вже мали поодинокі заходи (семінари, тренінги). Найбільша група (половина опитаних) висловила зацікавленість у такому навчанні, хоча воно ще не організоване. Невелика частина (менше 10 %) вважає тему неактуальною (рис. 8).

Чи проводиться у Вашому закладі освіти навчання щодо використання ШІ?

127 відповідей



Рис. 8. Навчання щодо використання ШІ у закладі освіти

Переважає думка, що ШІ має бути частково інтегрований в освітній процес, але не як обов'язковий компонент усіх дисциплін. Педагоги наголошують на важливості зваженого, гнучкого підходу до застосування ШІ, який враховуватиме специфіку предмету, рівень підготовки здобувачів освіти і компетентність педагога.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Використання інструментів ШІ відкриває нові можливості для розвитку цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників, сприяючи вдосконаленню наукової комунікації, автоматизації процесів, підвищенню якості дослідницької діяльності. Ефективне використання інструментів ШІ потребує формування нових підходів до цифрової освіти, що включають методичну підтримку, міждисциплінарну інтеграцію та етичну рефлексію.

ChatGPT став найбільш впізнаваним завдяки простоті, універсальності та сильному бренду, а також тому, що саме він зробив штучний інтелект масовим і доступним. Водночас інші інструменти розвиваються паралельно, часто займаючи ключові позиції (наука, дизайн, навчальні системи), доповнюючи ChatGPT там, де потрібна спеціалізація.

Застосування різних інструментів ШІ допомагає планувати та організувати навчання, зокрема адаптувати матеріал під різний рівень здобувачів освіти (від простого пояснення до поглибленого аналізу), підказує сучасні підходи до навчання (STEM, AR/VR, персоналізоване навчання, AI-інтеграція), швидко надає приклади та шаблони документів (критерії оцінювання, інструкції, контрольні завдання), пояснює складні поняття доступною мовою.

Результати дослідження можуть бути корисними методистів, розробників освітніх програм і всіх, хто зацікавлений у впровадженні інноваційних технологій на засадах педагогічної доцільності та етичної відповідальності.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні моделей цифрової компетентності з акцентом на застосування інструментів ШІ, створенні освітніх програм і

платформ із вбудованими інструментами ШІ, а також у вивченні впливу використання ШІ на якість наукової діяльності та академічну автономію.

### Список використаних джерел:

- [1] Artificial intelligence in education. URL: <https://www.unesco.org/en/digital-education/artificial-intelligence?hub=32618>
- [2] Nick Bostrom. What should we do, as individuals and as a species, to optimize our long-term prospects? TED2015 March 2015. URL: [https://www.ted.com/talks/nick\\_bostrom\\_what\\_happens\\_when\\_our\\_computers\\_get\\_smarter\\_than\\_we\\_are/transcript](https://www.ted.com/talks/nick_bostrom_what_happens_when_our_computers_get_smarter_than_we_are/transcript)
- [3] What Is Artificial Intelligence (AI)? | IBM. 9 Aug. 2024. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence>.
- [4] Братусь І., Кузьменко Г., Волкова А. Деякі аспекти використання штучного інтелекту в українському навчальному процесі. *Грааль науки*, №. 34, грудень 2023 р., с. 278-82, doi: 10.36074/grail-of-science.08.12.2023.61.
- [5] Кремень, В., Ничкало, Н., Лук'янова, Л., Лазаренко, Н. та ін. (Ред. Кремень В.Г.). *Освіта для цифрової трансформації суспільства: монографія* (Т. 1). 2024. 526 с. Київ: ТОВ «Юрка Любченка». <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742488>
- [6] Морзе Н. В., Бойко М. А., Струтинська О. В., Смирнова-Трибульська Є. М. Якою має бути цифрова компетентність вчителів у галузі використання штучного інтелекту?. *Електронне наукове фахове видання "ВІДКРИТЕ ОСВІТНЄ Е-СЕРЕДОВИЩЕ СУЧАСНОГО УНІВЕРСИТЕТУ"*, вип. 16, Квітень 2024, с. 76-91, doi: 10.28925/2414-0325.2024.166
- [7] Спірін О. М., Овчарук О. В. Цифрова компетентність. *Енциклопедія освіти*. Нац. акад. пед. наук України: 2-ге вид., допов. та перероб. Київ: Юрінком Інтер, 2021. С. 1095–1096. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/730767>.
- [8] Франчук, Н. П., Ткаченко, В. А. Виклики та проблеми впровадження цифрових інструментів у науково-освітній діяльності. *Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану: матеріали Звітної наукової конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України*. 2025, 27 лютого. С. 71–73. Київ. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/745107>
- [9] Шакотько С. В., Шакотько В. В. Використання штучного інтелекту учасниками освітнього процесу. *Імідж сучасного педагога*, вип. 3(216), Липень 2024, с. 5-13, doi: 10.33272/2522-9729-2024-3(216)-5-13.
- [10] Франчук Н.П., Франчук В.М. Цифрова трансформація наукової діяльності через використання інструментів штучного інтелекту: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Підготовка педагогів до професійної діяльності в умовах змішаного навчання» (Рівне, 14-15 травня 2025 року). С. 317-322. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/745701>
- [11] Semantic Scholar. URL: <https://www.semanticscholar.org/>
- [12] Elicit. URL: <https://elicit.com/>
- [13] Research Rabbit. URL: <https://www.researchrabbit.ai/>
- [14] Connected Papers. URL: <https://www.connectedpapers.com/>
- [15] ChatGPT. URL: <https://chatgpt.com/>
- [16] Gemini. URL: <https://gemini.google.com/>
- [17] Claude. URL: <https://claude.ai/>
- [18] Writefull. URL: <https://www.writefull.com/>
- [19] Paperpal. URL: <https://paperpal.com/>
- [20] SciSpace. URL: <https://scispace.com/>
- [21] DataRobot. URL: <https://www.datarobot.com/>
- [22] Google AutoML. URL: <https://cloud.google.com/automl>
- [23] Open for Innovation | KNIME. URL: <https://www.knime.com/>
- [24] Orange Data Mining. URL: <https://orangedatamining.com/>
- [25] Jupyter Notebooks. URL: <https://jupyter.org/>
- [26] PyTorch. URL: <https://pytorch.org/>
- [27] Notion AI. URL: <https://www.notion.com/product/ai>
- [28] Obsidian. URL: <https://obsidian.md/>
- [29] Zotero. URL: <https://www.zotero.org/>
- [30] AI Reviewers. URL: <https://hyperwriteai.com/aitools/ai-reviewer>
- [31] AI Detector. URL: <https://in.turnitin.com/solutions/topics/ai-writing/ai-detector/>
- [32] Sci Check. URL: <https://www.sci-check.com/>
- [33] Canva AI: Your all-in-one AI assistant. URL: <https://www.canva.com/ai-assistant/>
- [34] Synthesia: #1 AI Video Platform for Business. URL: <https://www.synthesia.io/>
- [35] Perplexity. URL: <https://www.perplexity.ai/>

# DEVELOPMENT OF DIGITAL COMPETENCES OF PEDAGOGICAL AND SCIENTIFIC-PEDAGOGICAL WORKERS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS

*Nataliia Franchuk, Andriy Radchuk*

**Abstract.** The article considers the issue of developing digital competence among scientific and scientific-pedagogical professionals, considering the active integration of intellectual technologies into scientific and educational activities. It analyzes the use of artificial intelligence systems to increase the efficiency of professional activity, organize research processes, automate routine tasks, personalize learning, and integrate them into teachers' educational practice, with a particular focus on their impact on the content, forms, and effectiveness of the educational process. The focus is on the results of a questionnaire survey of teachers and pedagogical staff, which aimed to identify their level of awareness of, and attitude towards, using artificial intelligence tools. Most respondents recognize the potential of AI to optimize class preparation, personalize educational content, and increase student engagement. At the same time, a significant proportion of participants emphasize the risks, ranging from the loss of academic integrity to the reduction of students' cognitive independence. Inequalities in teachers' digital competence, a lack of methodological recommendations, and ethical dilemmas remain obstacles to the full implementation of AI in the educational process. Analyzing the responses enabled us to identify the main advantages and disadvantages of the digital transformation of educational activities, as well as the main areas in which artificial intelligence tools can be used to develop digital skills, particularly in data processing, scientific communication, digital security, and academic integrity. The article provides an overview of modern approaches to implementing artificial intelligence in education and science, outlining the prospects for further research in this area. The article emphasizes the need for a comprehensive institutional policy on the use of artificial intelligence.

**Keywords:** digital competence, artificial intelligence, scientific and pedagogical workers, scientific activity, personalization, intelligent systems.

## References (translated and transliterated)

- [1] Artificial intelligence in education. [Online]. Available: <https://www.unesco.org/en/digital-education/artificial-intelligence?hub=32618> (in English)
- [2] Nick Bostrom. What should we do, as individuals and as a species, to optimize our long-term prospects? TED2015 March 2015. [Online]. Available: [https://www.ted.com/talks/nick\\_bostrom\\_what\\_happens\\_when\\_our\\_computers\\_get\\_smarter\\_than\\_we\\_are/transcript](https://www.ted.com/talks/nick_bostrom_what_happens_when_our_computers_get_smarter_than_we_are/transcript) (in English)
- [3] What Is Artificial Intelligence (AI)? | IBM. 9 Aug. 2024. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence>
- [4] Bratus I., Kuzmenko H., Volkova A. Deiaki aspekty vykorystannia shtuchnoho intelektu v ukrainskomu navchalnomu protsesi. [Some aspects of the use of artificial intelligence in the Ukrainian educational process] *Hraal nauky*, 34. Dec. 2023, p. 278-82, doi: 10.36074/grail-of-science.08.12.2023.61. (in Ukrainian)
- [5] Kremen, V., Nychkalo, N., Lukianova, L., Lazarenko, N. ta in. (Red. Kremen V.H.). Osvita dlia tsyfrovii transformatsii suspilstva: monohrafiia [Education for digital transformation of society : monograph]. In 2 vols., vol. 1; scientific editor. Kremenia, N. Nychkalo, L. Lukianovoi, N. Lazarenko. Kyiv : TOV «Iurka Liubchenka», 2024. 526 p. [Online]. Available: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742488> (in Ukrainian)
- [6] Morze N. V., Boiko M. A., Strutynska O. V., Smyrnova-Trybulska Ye. M. Yakoiu maie buty tsyfrova kompetentnist vchyteliv u haluzi vykorystannia shtuchnoho intelektu? Elektronne naukovе fakhove vydannia "VIDKRYTE OSVITNIE E-SEREDOVYShchE SUCHASNOHO UNIVERSYTETU" [What should be the digital competence of teachers in the field of using artificial intelligence? Electronic scientific professional publication "OPEN EDUCATIONAL E-ENVIRONMENT OF A MODERN UNIVERSITY"], Issue 16, Apr. 2024, p. 76-91, doi: 10.28925/2414-0325.2024.166 (in Ukrainian)
- [7] Spirin O. M., Ovcharuk O. V. Tsyfrova kompetentnist. Entsyklopediia osvity. Nats. akad. ped. nauk Ukrainy. [Digital competence. Encyclopedia of education. National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine]: 2nd ed., supplemented and revised. Kyiv: Yurinkom Inter, 2021. P. 1095–1096. [Online]. Available: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/730767>. (in Ukrainian)
- [8] Franchuk N.P., Franchuk V.M. Tsyfrova transformatsiia naukovoii diialnosti cherez vykorystannia instrumentiv shtuchnoho intelektu: materialy IV Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Pidhotovka pedahohiv do profesiinoii diialnosti v umovakh zmishanoho navchannia». [Digital transformation of scientific activity through the use of artificial intelligence tools: materials of the IV All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Preparation of Teachers for Professional Activity in Blended Learning"]. Rivne, May 14-15, 2025. P. 317-322. [Online]. Available: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/745701> (in Ukrainian)
- [9] Franchuk, N. P., Tkachenko, V. A. Vyklyky ta problemy vprovadzhennia tsyfrovyykh instrumentiv u naukovu-osvitnii diialnosti. Tsyfrova transformatsiia naukovo-osvitnikh seredovyshch v umovakh voiennoho stanu: materialy Zvitnoi naukovoii konferentsii Instytutu tsyfrovizatsii osvity NAPN Ukrainy. [Challenges and problems of

- implementing digital tools in scientific and educational activities. Digital transformation of scientific and educational environments under martial law: materials of the Report Scientific Conference of the Institute of Digitalization of Education of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Feb. 27, 2025. P. 71–73. Kyiv. [Online]. Available: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/745107> (in Ukrainian)
- [10] Shakotko Ye. V., Shakotko V. V. Vykorystannia shtuchnoho intelektu uchasnykamy osvithnoho protsesu. Imidzh suchasnoho pedahoha. [The use of artificial intelligence by participants in the educational process. Image of a modern teacher], vol. 3(216), July 2024, p. 5-13, doi: 10.33272/2522-9729-2024-3(216)-5-13. (in Ukrainian)
- [11] Semantic Scholar. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/>
- [12] Elicit. [Online]. Available: <https://elicit.com/>
- [13] Research Rabbit. [Online]. Available: <https://www.researchrabbit.ai/>
- [14] Connected Papers. [Online]. Available: <https://www.connectedpapers.com/>
- [15] ChatGPT. [Online]. Available: <https://chatgpt.com/>
- [16] Gemini. [Online]. Available: <https://gemini.google.com/>
- [17] Claude. [Online]. Available: <https://claude.ai/>
- [18] Writefull. [Online]. Available: <https://www.writefull.com/>
- [19] Paperpal. [Online]. Available: <https://paperpal.com/>
- [20] SciSpace. [Online]. Available: <https://scispace.com/>
- [21] DataRobot. [Online]. Available: <https://www.datarobot.com/>
- [22] Google AutoML. [Online]. Available: <https://cloud.google.com/automl>
- [23] Open for Innovation | KNIME. [Online]. Available: <https://www.knime.com/>
- [24] Orange Data Mining. [Online]. Available: <https://orangedatamining.com/>
- [25] Jupyter Notebooks. [Online]. Available: <https://jupyter.org/>
- [26] PyTorch. [Online]. Available: <https://pytorch.org/>
- [27] Notion AI. [Online]. Available: <https://www.notion.com/product/ai>
- [28] Obsidian. [Online]. Available: <https://obsidian.md/>
- [29] Zotero. [Online]. Available: <https://www.zotero.org/>
- [30] AI Reviewers. [Online]. Available: <https://hyperwriteai.com/aitools/ai-reviewer>
- [31] AI Detector. [Online]. Available: <https://in.turnitin.com/solutions/topics/ai-writing/ai-detector/>
- [32] Sci Check. [Online]. Available: <https://www.sci-check.com/>
- [33] Canva AI: Your all-in-one AI assistant. [Online]. Available: <https://www.canva.com/ai-assistant/>
- [34] Synthesia: #1 AI Video Platform for Business. [Online]. Available: <https://www.synthesia.io/>
- [35] Perplexity. [Online]. Available: <https://www.perplexity.ai/>

**Кархут Володимир Ярославович**

кандидат педагогічних наук, доцент

Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0009-0004-9449-6517

*v.y.karhut@udu.edu.ua*

**Галицький Олександр Вадимович**

кандидат педагогічних наук, доцент

Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-7694-3019

*o.v.galutskiy@udu.edu.ua*

## ІНТЕГРАЦІЯ ПРИНЦИПІВ ВЕБДОСТУПНОСТІ В ПІДГОТОВКУ МАЙБУТНІХ РОЗРОБНИКІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

**Анотація.** Сучасні вимоги до розробки програмного забезпечення у країнах Європейського Союзу (ЄС) та Сполучених Штатах Америки (США) передбачають обов'язкове дотримання стандартів веб-доступності. Програмні продукти, що не відповідають цим вимогам, не можуть отримати сертифікацію для використання в державних установах, що фактично робить інклюзивність невід'ємною умовою якості та конкурентоспроможності програмних систем. Україна, рухаючись шляхом євроінтеграції та враховуючи зростання кількості осіб з інвалідністю внаслідок війни, має активно інтегрувати принципи доступності у сферу освіти та професійної підготовки майбутніх фахівців з розроблення програмного забезпечення. У статті здійснено аналіз освітніх програм спеціальності «Інженерія програмного забезпечення» в провідних університетах України. Дослідження дає можливість визначити низку навчальних дисциплін, які є найбільш релевантними для інтеграції тематики веб-доступності. Серед них – «Програмування веб-застосувань», «Людино-машинна взаємодія» та «UI/UX дизайн», «Якість програмного забезпечення та тестування», «Аналіз вимог до програмного забезпечення», а також навчальні дисципліни, що охоплюють мультимедійні та гіпертекстові технології. Ці курси мають безпосередній зв'язок із практикою проєктування і реалізації користувацьких інтерфейсів, тестуванням та забезпеченням якості, що створює найбільш сприятливі умови для включення знань про веб-доступність. Окрему увагу приділено огляду відкритих освітніх електронних ресурсів, які можуть слугувати базисом для формування навчального контенту. Серед них виділено навчальний курс «Веб-доступність» на платформі *Diiia.Education*, міжнародний навчальний курс «Digital Accessibility Foundations» від *W3C*, а також навчальні програми від *Deque University* та *Coursera*. Їх використання дає можливість інтегрувати перевірені методики та практичні підходи у навчальний процес, доповнюючи академічні навчальні дисципліни сучасними матеріалами.

**Ключові слова:** веб-доступність, WCAG, підготовка, розробники програмного забезпечення, програмна інженерія, інклюзія.

**Вступ.** Важливим кроком державної політики у сфері інклюзивності стало ухвалення Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 березня 2025 р. № 294-р «Про внесення змін до Національної стратегії із створення безбар'єрного простору в Україні на період до 2030 року». Документ визначає цифрову безбар'єрність одним із пріоритетів державного розвитку. Зокрема, серед конкретних завдань передбачено забезпечення доступності пристроїв та спеціального програмного забезпечення для осіб з обмеженнями повсякденного функціонування. Проте в цьому нормативному акті не деталізовано механізми реалізації поставлених цілей, зокрема не розкрито, яким чином має забезпечуватися підготовка кадрів, здатних створювати доступні цифрові продукти.

У США вимоги до доступності електронних та інформаційних технологій закріплені на законодавчому рівні, зокрема у Section 508 Закону про реабілітацію 1973 р., що зобов'язує забезпечувати доступність вебсайтів і програмного забезпечення для державних установ. У Європейському Союзі діє Директива 2016/2102 про доступність вебсайтів і мобільних додатків державних органів, а також Акт Європейської доступності, який з червня 2025 р. встановлює єдині вимоги до цифрових продуктів та послуг на внутрішньому ринку ЄС. В Україні імплементовано стандарт EN 301 549, який відповідає вимогам WCAG 2.1, однак він

має переважно рекомендаційний характер і не супроводжується такою ж суворістю юридичної відповідальності. Водночас загальною державною політикою задекларовано рух у напрямку цифрової доступності, але ключовим викликом залишається відсутність системної підготовки фахівців, здатних створювати продукти, що відповідають міжнародним стандартам.

В Україні основною освітньою спеціальністю, яка забезпечує підготовку фахівців з проектування, розробки та тестування програмного забезпечення – це «Інженерія програмного забезпечення». Саме в межах цієї програми формуються ключові компетентності майбутніх веброзробників, інженерів з тестування та архітекторів програмних систем. Вона охоплює широкий спектр навчальних дисциплін, пов'язаних із алгоритмами та структурою даних, веб-технологіями, проектуванням інтерфейсів і управлінням життєвим циклом програмного забезпечення. Проте питання вебдоступності, що безпосередньо визначає якість і придатність цифрових продуктів для користувачів із різними потребами, залишається поза увагою як у базових навчальних планах, так і в методичному забезпеченні. Відсутність окремих навчальних курсів чи системних модулів, присвячених доступності, ставить під сумнів готовність випускників відповідати міжнародним стандартам, які вже давно функціонують у США та ЄС. Тому актуальним завданням є проведення аналізу сучасного стану викладання в межах цієї спеціальності з метою з'ясування, наскільки рівень підготовки студентів українських закладів вищої освіти відповідає глобальним тенденціям та вимогам щодо створення інклюзивного програмного забезпечення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Різні аспекти цифрової доступності та інтеграції ІКТ в освіту стали предметом уваги сучасних українських дослідників. Так, С. Дембіцька та І. Сіверт у статті «*Цифрова доступність в освіті: виклики та перспективи*» акцентують на тому, що ключовими бар'єрами у сфері онлайн-освіти залишаються відсутність адаптованих матеріалів та низький рівень підготовки викладачів, що обмежує можливості студентів з особливими освітніми потребами [13]. У роботі Т. Собченко та О. Желізняк розглядається практичне використання цифрових сервісів у вищій педагогічній освіті. Автори підкреслюють, що без відповідної педагогічної підготовки та методичного забезпечення цифрові інструменти не здатні повною мірою забезпечити інклюзивність освітнього процесу [15]. Т. Бондаренко аналізує роль інформаційно-комунікаційних технологій у забезпеченні доступності та розвитку інклюзивної освіти. Вона показує, що ІКТ стають ключовим фактором подолання освітніх бар'єрів для осіб з особливими потребами, проте наголошує на необхідності формування відповідних компетентностей у майбутніх педагогів [4]. Ще раніше В. Биков, О. Спірін та О. Пінчук відзначали, що модернізація освітньої системи вимагає науково-методичного супроводу та впровадження сучасних стандартів доступності, без чого цифровізація освіти може посилювати існуючу нерівність [3]. Л. Сущенко, О. Андрющенко та П. Сущенко у своїй роботі про цифрову трансформацію ЗВО підкреслюють, що в умовах діджиталізації суспільства саме інклюзивність і доступність повинні стати критеріями якості освітніх реформ [16]. І. Бородкіна та Г. Бородкін пропонують практичні шляхи забезпечення доступності веб-ресурсів для осіб з обмеженими фізичними особливостями, наголошуючи на важливості імплементації європейських стандартів у вітчизняні освітні практики [5]. Нарешті, у монографії Г. Давиденка «*Цифрова інклюзія та доступність: соціальна діджиталізація*» узагальнюється досвід упровадження принципів цифрової інклюзії та підкреслюється їхній суспільний і освітній вимір [8]. А. Юрійчук у статті «*Вебдоступність навчальних матеріалів: підходи та інструменти платформи Moodle*» аналізує можливості застосування Moodle для створення доступного навчального контенту та підкреслює роль технічних і методичних інструментів у забезпеченні рівного доступу студентів до освітніх матеріалів [17]. У статті [13] досліджено вплив віртуальних навчальних середовищ на інклюзивну освіту, надаються рекомендації щодо подальшого впровадження та оптимізації ВНС у навчальному процесі для забезпечення рівного доступу до освіти для всіх учасників навчального процесу, включаючи тих, хто має особливі освітні потреби.

Отже, науковий дискурс підтверджує зростання уваги до проблем цифрової доступності та інклюзивної освіти. Проте більшість досліджень зосереджуються на педагогічних і

соціальних аспектах, тоді як питання формування компетентностей майбутніх розробників програмного забезпечення у сфері вебдоступності фактично залишаються поза увагою науковців. Це створює наукову нішу, яку має заповнити дане дослідження.

**Мета написання статті** полягає в аналізі освітніх спеціальностей, пов'язаних із підготовкою майбутніх розробників програмного забезпечення, з точки зору наявності навчальних дисциплін або модулів, присвячених вивченню вебдоступності. Особлива увага приділяється спеціальності «Інженерія програмного забезпечення», яка є однією з провідних у формуванні фахових компетентностей веброзробників і тестувальників. У дослідженні передбачається виокремити основні проблеми сучасного стану викладання принципів вебдоступності, а також окреслити можливі напрями вдосконалення навчальних програм відповідно до міжнародних стандартів та потреб українського суспільства.

**Подання основного матеріалу дослідження.** В українській системі вищої освіти підготовка фахівців у сфері інформаційних технологій здійснюється за кількома спорідненими спеціальностями, серед яких провідними є «Інженерія програмного забезпечення», «Комп'ютерні науки», «Інформаційні системи та технології», «Комп'ютерна інженерія» та «Кібербезпека». Кожна з них має власну акцентуацію: від фундаментальних алгоритмічних і математичних засад до прикладних аспектів програмування, адміністрування систем та інформаційного захисту. Спільним для окреслених напрямів є наявність навчальних дисциплін, що формують базові та прикладні навички розробки програмного забезпечення, включно з мовами програмування, базами даних, технологіями мобільної та веброзробки, а також тестуванням і забезпеченням якості. Проте серед цього спектру навчальних компонентів питання вебдоступності залишаються найтісніше пов'язаними саме з підготовкою до створення клієнтської частини веб- і мобільних застосунків. Саме тут вимоги до інтерфейсів, дизайну та користувацької взаємодії визначають, чи зможе програмний продукт бути придатним для всіх категорій користувачів, включно з людьми, які мають обмеження зору, слуху чи моторних функціях. Враховуючи це, у роботі доцільним видається зосередити увагу насамперед на спеціальності «Інженерія програмного забезпечення», яка є однією з головних освітніх програм, спрямованих на підготовку розробників програмних систем і визначає зміст значної частини навчальних планів у сфері інформаційних технологій в Україні.

У структурі спеціальності «Інженерія програмного забезпечення» у Львівській політехніці можна виокремити низку навчальних дисциплін, що є найбільш релевантними для підняття тематики вебдоступності. Передусім це «Людино-машинна взаємодія», де розглядається проектування інтерфейсів і користувацький досвід; а також «Програмування в інтернет», яке безпосередньо охоплює веб-технології та клієнтську частину застосунків. Додатково до них тематично дотичними є навчальні курси «Комп'ютерна графіка», «Технології мультимедіа» та вибіркові навчальні дисципліни, пов'язані з програмуванням графіки, оскільки саме тут формуються основи роботи з візуальним контентом, де питання доступності є особливо критичними. Важливими також виглядають навчальні курси «Якість та тестування програмного забезпечення», «Аналіз вимог до програмного забезпечення» та «Конструювання програмного забезпечення», де доречно враховувати доступність як обов'язковий критерій якості. У контексті мобільних застосунків потенційну роль можуть відігравати навчальні курси з кросплатформного програмування та програмування для мобільних платформ. Хоча жодна з цих навчальних дисциплін наразі прямо не позиціонується як така, що охоплює вебдоступність, саме вони мають найбільший потенціал для висвітлення даної проблематики у навчальному процесі [9].

У межах освітньої програми КНУ імені Тараса Шевченка зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» (бакалаврат, пройдена через «Програмну інженерію») пропонуються наступні навчальні дисципліни:

- «Розробка WEB-орієнтованих систем» – ключова для фронтенд-розробки, саме тут вебдоступність може бути безпосередньо впроваджена.
- Фрагменти "WEB 3.0", що включають HTML5, DHTML, CSS3, DOM, AJAX – усі вони критичні для інтерфейсної вебдоступності.

- «Комп’ютерна графіка», «Розробка мультимедійних систем» – стосуються візуального компоненту, де питання контрасту, «читаємості», альтернативних описів є вкрай важливими.
- Серед загальних навчальних курсів: «Програмна інженерія», «Методи забезпечення якості програмних систем», «Методи тестування та оцінки надійності програмних систем» – логічні місця для введення accessibility як критерію якості.
- Фреймворки і технології UI/UX, наприклад .NET, Django, JavaScript, що широко використовуються у веброботці, – саме через них можна формалізувати навички доступності.

Із переліченого вище випливає, що хоча вебдоступність у КНУ імені Тараса Шевченка не викладається як окрема навчальна дисципліна, найбільш релевантними для її впровадження є предмети, що формують основу інтерфейсного коду, тестування і контролю якості. Саме ці навчальні курси можуть, і мають, стати майданчиком для інтеграції стандартів WCAG, роботи з ARIA, тестування на доступність і адаптивного дизайну [10].

У навчальному плані спеціальності «Інженерія програмного забезпечення» в КПІ імені Ігоря Сікорського також наявні навчальні дисципліни, які виглядають найбільш релевантними для висвітлення проблем вебдоступності. Передусім це «Програмування вебзастосувань», що безпосередньо охоплює створення клієнтської частини вебсистем, а також модулі з аналізу вимог та забезпечення якості програмного забезпечення, де вебдоступність може розглядатися як один із ключових критеріїв. Дотичними є також навчальні курси, пов’язані з графікою та мультимедіа, адже саме вони визначають візуальний та контентний аспекти вебдоступності, а в контексті інноваційних напрямів певну роль можуть відігравати навчальні дисципліни з інтелектуальних систем і технологій інтернету речей. Попри це, жоден із навчальних курсів не позиціонується безпосередньо як такий, що викладає основи вебдоступності, що підтверджує наявність освітньої прогалини. Це стосується передусім обов’язкової частини навчальної програми, тоді як вибіркові навчальні дисципліни у цьому переліку не представлені [11].

У навчальному плані спеціальності «Інженерія програмного забезпечення» в Харківському національному університеті радіоелектроніки (ХНУРЕ) можна виділити низку навчальних дисциплін, які мають безпосереднє відношення до формування навичок у сфері вебдоступності. Основне місце тут посідають навчальні курси «Програмування вебзастосувань» та «Програмування в мережевих середовищах», що орієнтовані на створення клієнтської та серверної частини сучасних вебсистем і є базою для застосування міжнародних стандартів доступності. Важливим доповненням є навчальні дисципліни «Людино-машинна взаємодія» та «UI/UX дизайн», які безпосередньо спрямовані на проєктування інтерфейсів і користувацького досвіду, де питання інклюзивності та зручності для різних категорій користувачів повинні стати невід’ємним елементом навчання. Тематика доступності також органічно вплітається у навчальні курси «Аналіз вимог до програмного забезпечення», «Архітектура програмного забезпечення» та «Якість програмного забезпечення та тестування», адже саме тут визначаються критерії якості та механізми перевірки їх дотримання. Додатково релевантними є навчальні курси з мультимедіа та гіпермедіа («Мультимедіа-системи», «Гіпертекст та гіпермедіа»), де принципи забезпечення альтернативних форматів подання відомостей та адаптивної їх візуалізації мають вирішальне значення для користувачів із порушеннями зору чи слуху. Нарешті, важливу роль у контексті вебдоступності можуть відігравати навчальні дисципліни, що охоплюють сучасні інструменти та мови програмування, зокрема «Поглиблене вивчення JavaScript», «Скриптові мови програмування» та «Інструментальні засоби автоматизації тестування», які дають можливість інтегрувати практичні підходи до створення та перевірки доступного програмного забезпечення. Таким чином, попри відсутність спеціалізованого навчального курсу, спрямованого виключно на вебдоступність, програма ХНУРЕ включає широкий спектр навчальних дисциплін, які створюють потенційні можливості для інтеграції цієї тематики у процес підготовки майбутніх розробників [12].

У результаті розгляду навчальних програм провідних українських університетів (Львівська політехніка, КНУ імені Тараса Шевченка, КПІ імені Ігоря Сікорського та Харківський національний університет радіоелектроніки) встановлено, що спеціалізовані навчальні курси, присвячені безпосередньо вебдоступності, відсутні. Водночас у різних програмах наявні навчальні дисципліни, які є спільними за змістом або логікою й створюють підґрунтя для інтеграції цієї тематики. Найбільш перспективними виявляються ті предмети, які пов'язані з розробкою веб-застосувань, проєктуванням користувацьких інтерфейсів, тестуванням програмного забезпечення та роботою з мультимедійним контентом.

Серед усіх розглянутих навчальних курсів варто виокремити кілька блоків, які повторюються у програмах більшості університетів і в яких питання доступності можуть бути інтегровані природним чином. До таких дисциплін належать «Програмування веб-застосувань», «Людино-машинна взаємодія / UI/UX дизайн», «Якість програмного забезпечення та тестування», «Аналіз вимог до програмного забезпечення», а також «Гіпертекст та гіпермедіа / Мультимедіа-системи». Саме вони формують базові компетентності, де знання про вебдоступність найбільш доречно розглядати не як додатковий елемент, а як невід'ємну складову (див. табл. 1).

**Таблиця. 1.**

**Релевантність навчальних дисциплін до впровадження елементів вебдоступності**

<b>Дисципліна</b>	<b>Аргументація релевантності</b>
<b>Програмування веб-застосувань</b>	Ключова навчальна дисципліна для фронтенд-розробки; саме тут студенти знайомляться зі стандартами WCAG, ARIA та принципами доступного коду.
<b>Людино-машинна взаємодія / UI/UX дизайн</b>	Формує компетентності в проєктуванні інтерфейсів; доступність тут напряду пов'язана з інклюзивністю та зручністю використання.
<b>Якість програмного забезпечення та тестування</b>	Доступність може бути визначена як один із критеріїв якості, а також інтегрована у практики автоматизованого тестування.
<b>Аналіз вимог до програмного забезпечення</b>	На етапі збору та визначення вимог можливо закласти доступність як обов'язкову характеристику програмного продукту.
<b>Гіпертекст та гіпермедіа / Мультимедіа-системи</b>	Розглядають структурування контенту, мультимедіа та альтернативні формати (описи, субтитри), що критично важливо для інклюзивного доступу.

Попри наявність перспективних навчальних курсів, тематику вебдоступності варто інтегрувати й у решту навчальних дисциплін – від основ програмування до проєктного практикуму. Такий підхід дав би можливість сформуванню у студентів цілісне уявлення про вебдоступність як фундаментальну вимогу сучасної розробки. Проте на першому етапі доцільно сфокусуватися саме на тих навчальних дисциплінах, які найбільш релевантні та безпосередньо пов'язані з користувацьким досвідом, вебтехнологіями та якістю програмного забезпечення. Це дасть можливість закласти системні знання та практичні навички, що відповідають міжнародним вимогам і сприятимуть підготовці конкурентоспроможних фахівців.

Наступним кроком є розгляд відкритих освітніх електронних ресурсів, що вже існують у вільному доступі та можуть слугувати базисом для створення або наповнення освітніх модулів у межах цих навчальних дисциплін. Такий підхід дає можливість уникнути дублювання зусиль і водночас інтегрувати у вітчизняні програми перевірені міжнародні й національні практики.

У контексті дослідження додаткових електронних освітніх ресурсів варто відзначити відкриті онлайн-курси, присвячені тематиці вебдоступності. Вони можуть стати корисним інструментом для розширення навчального процесу та формування у студентів практичних навичок, які не завжди відображені у формальних навчальних планах.

На теренах України досить вдалим прикладом є навчальний курс «*Вебдоступність*»

(рис.1) на платформі *Diia.Education*, який у доступній формі висвітлює ключові принципи WCAG, роботу з кольоровими контрастами, альтернативні формати подання контенту та навігацію для користувачів із різними обмеженнями. Завдяки простій структурі та мові подачі він може бути інтегрований як базовий навчальний ресурс для початкового ознайомлення з темою [6].

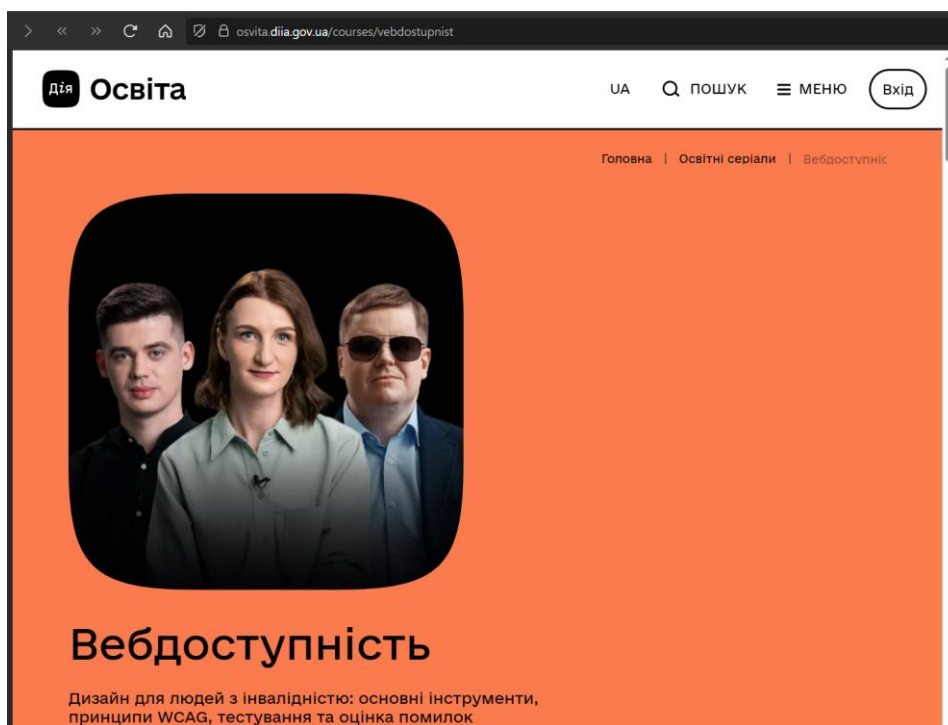


Рис. 1. Навчальний курс «Вебдоступність» на платформі *Diia.Education*

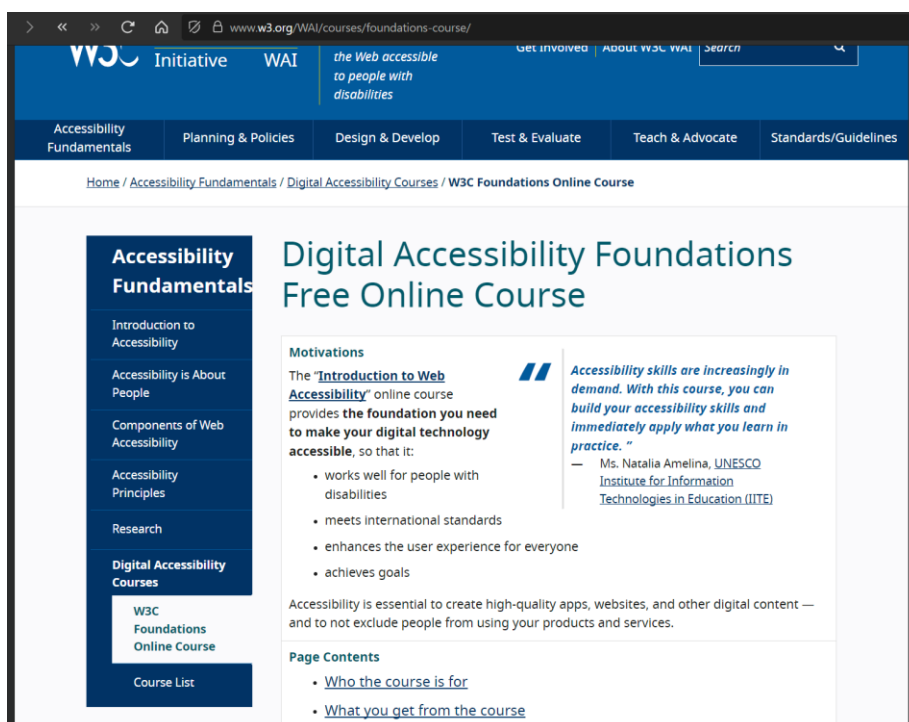


Рис. 2. Навчальні курси «*Digital Accessibility Foundations*» від W3C

Міжнародний рівень представлений навчальним курсом «*Digital Accessibility Foundations*» від W3C (W3Cх) (рис. 2.), що надає фундаментальні знання про стандарти вебдоступності, мотивацію їх впровадження та технічні принципи реалізації. Подібні навчальні електронні ресурси дають можливість студентам зрозуміти, що вимоги до інклюзивності є не лише локальною ініціативою, а є визнаним міжнародним стандартом у

розробці програмного забезпечення [2].

Для більш глибокої професійної підготовки варто звернути увагу на навчальні курси від *Deque University* (рис. 3.), які орієнтовані на розробників і тестувальників та охоплюють, як базові знання, так і підготовку до міжнародних сертифікацій. Додатково на глобальних платформах, зокрема *Coursera*, доступні навчальні курси з акцентом на практичне тестування доступності, роботу з інструментами перевірки та інтеграцію принципів інклюзивності у дизайн [1].

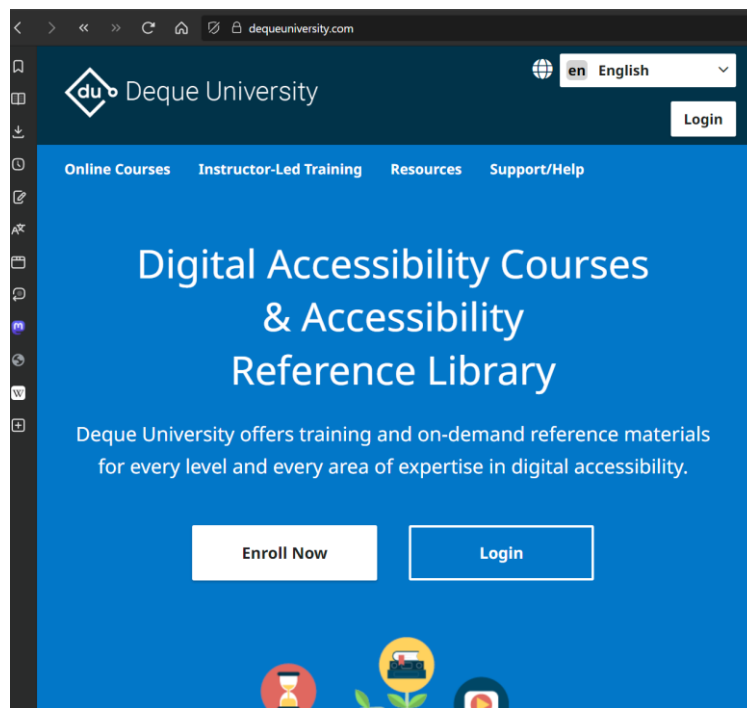


Рис. 3. Навчальні курси від Deque University

Таким чином, використання відкритих онлайн-курсів є доцільним як додатковий освітній ресурс: вони дають можливість швидко інтегрувати сучасні практики у навчання, розширюють доступ до якісних матеріалів та забезпечують студентів можливістю порівнювати локальний і міжнародний досвід.

**Висновки.** У ході проведеного дослідження було проаналізовано навчальні плани спеціальності «Інженерія програмного забезпечення» в провідних університетах України. Це дало змогу виокремити низку ключових навчальних дисциплін, у які доцільно інтегрувати тематику вебдоступності. Передусім мова йде про навчальні курси, пов'язані з розробкою вебзастосувань, людино-машинною взаємодією та UI/UX-дизайном, тестуванням програмного забезпечення, аналізом вимог, а також опрацюванням мультимедійного контенту. Саме ці навчальні дисципліни мають найбільший потенціал для формування у студентів практичних навичок у сфері доступності.

Додатково було здійснено огляд відкритих онлайн-курсів, що висвітлюють базові та поглиблені аспекти вебдоступності. Зокрема, ресурси від *Diaa.Education*, *W3C (W3Cx)*, *Deque University* та *Coursera* можуть слугувати ефективною основою для формування навчальних модулів або практичних завдань у межах існуючих навчальних дисциплін. Їхня інтеграція дає можливість швидко адаптувати навчальний процес до сучасних міжнародних вимог та забезпечити доступ студентів до перевірених методичних матеріалів.

Подальшим напрямом дослідження вбачається більш детальний аналіз конкретних методів інтеграції тематики доступності в окремі навчальні дисципліни спеціальності. Зокрема, важливим завданням є визначення оптимальних форматів подання матеріалу (лекційні блоки, лабораторні роботи, проєктні завдання), а також відбір конкретних розділів навчальних курсів, де знання з вебдоступності будуть найбільш ефективними. Реалізація цього

підходу сприятиме системному формуванню у студентів компетентностей, що відповідають міжнародним стандартам та потребам сучасного суспільства.

### Список використаних джерел:

- [1]. Accessibility courses. Deque University. URL: <https://dequeuniversity.com>.
- [2]. Digital Accessibility Foundations. W3C (W3Cx). URL: <https://www.w3.org/WAI/courses/foundations-course/>.
- [3]. Биков В., Спірін О., Пінчук О. Проблеми та завдання сучасного етапу інформатизації освіти. Наукове забезпечення розвитку освіти в Україні: актуальні проблеми теорії і практики (до 25-річчя НАПН України). 2017. С. 191-198.
- [4]. Бондаренко Т. Використання інформаційно-комунікаційних технологій для забезпечення доступності і розвитку інклюзивної освіти. Information technologies and learning tools. 2018. Т.67, №5. С.31-43. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v67i5.2241>.
- [5]. Бородкіна І., Бородкін Г. Шляхи забезпечення доступності веб-ресурсів для людей з обмеженими можливостями. Імплементація європейських стандартів в українські освітні дослідження. Збірник матеріалів конференції УАДО 2019. С. 25-28.
- [6]. Вебдоступність. Diia.Education. URL: <https://osvita.diia.gov.ua/courses/vebdostupnist>.
- [7]. Галицький О.В., Микитенко П.В. Особливості формування професійної компетентності фахівців комп'ютерних наук. Педагогічна Академія: наукові записки, 2025. №14. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14789539>
- [8]. Давиденко Г. Цифрова інклюзія та доступність: соціальна діджиталізація: монографія. Вінниця: ТВОРИ. 2023.
- [9]. Освітня програма спеціальності Інженерія програмного забезпечення Львівської політехніки. URL: <https://directory.lpnu.ua/majors/ikni/6.F2.00.00/8/2025/ua/full>.
- [10]. Освітня програма спеціальності Інженерія програмного забезпечення Київського національного університету імені Тараса Шевченка. URL: <https://iss.csc.knu.ua/uk/admission/bachelor.html>.
- [11]. Освітня програма спеціальності Інженерія програмного забезпечення КПІ ім. Ігоря Сікорського. URL: [https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/opfiles/121\\_oppb\\_ipzis\\_2024.pdf](https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/opfiles/121_oppb_ipzis_2024.pdf).
- [12]. Освітня програма спеціальності Інженерія програмного забезпечення Харківського національного університету радіоелектроніки. URL: [https://nure.ua/wp-content/uploads/Education\\_programs/2024/2024\\_bak\\_121\\_nr\\_pzri\\_2025.pdf](https://nure.ua/wp-content/uploads/Education_programs/2024/2024_bak_121_nr_pzri_2025.pdf).
- [13]. Рибачек Д.С., Галицький О.В. Віртуальні навчальні середовища як інструмент інклюзивної освіти. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки, 215. 2024. С. 257-263. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-215-257-263>.
- [14]. С. Дембіцька і І. Сіверт, «Цифрова доступність в освіті: виклики та перспективи», ПедБез, вип. 9, вип. 2. С. 57–63, Груд 2024. DOI: <https://doi.org/10.31649/2524-1079-2024-9-2-057-063>
- [15]. Собченко Т., Желізняк О. Практичне використання цифрових сервісів в освітньому процесі закладів вищої педагогічної освіти як педагогічна проблема. Socio-economic relations in the digital society. 2023. Т. 3, № 49. С. 63-75. DOI: <https://doi.org/10.55643/ser.3.49.2023.501>.
- [16]. Сущенко Л.О., Андрющенко О.О., Сущенко П.Р. Цифрова трансформація закладів вищої освіти в умовах діджиталізації суспільства: виклики і перспективи. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Спецвипуск, 2, 2022. С. 146-151. DOI: <https://doi.org/10.31392/NPUnc.series5.2022.spec.2.28>.
- [17]. Юрійчук, А. О. (2024). Вебдоступність навчальних матеріалів: підходи та інструменти платформи Moodle. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання, (23 (30), 145–155. DOI: [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series2.2024.23\(30\).13](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series2.2024.23(30).13)

## INTEGRATING WEB ACCESSIBILITY PRINCIPLES INTO THE TRAINING OF FUTURE SOFTWARE DEVELOPERS

*Volodymyr Karkhut, Oleksandr Halytskyi*

**Abstract.** Current software development requirements in the European Union (EU) and the United States (US) stipulate mandatory compliance with web accessibility standards. Software products that do not meet these requirements cannot be certified for use in government institutions, which effectively makes inclusiveness an integral condition for the quality and competitiveness of software systems. Ukraine, moving towards European integration and considering the growing number of people with disabilities as a result of the war, must actively integrate accessibility principles into the education and professional training of future software development specialists. The article analyses educational programs in specialization 'Software engineering' at leading Ukrainian universities. The study makes it possible to identify a number of academic disciplines that are most relevant for the integration of web accessibility topics. These include 'Web Application Programming', 'Human-Computer Interaction' and 'UI/UX Design', 'Software Quality and Testing', 'Software Requirements Analysis', as well as academic disciplines covering multimedia and

hypertext technologies. These courses are directly related to the practice of designing and implementing user interfaces, testing and quality assurance, which creates the most favorable conditions for incorporating knowledge about web accessibility. Special attention is paid to reviewing open educational electronic resources that can serve as a basis for developing educational content. Among them are the ‘Web Accessibility’ course on the Diia.Education platform, the international ‘Digital Accessibility Foundations’ course from W3C, and educational programs from Deque University and Coursera. Their use makes it possible to integrate proven methodologies and practical approaches into the educational process, supplementing academic discipline with modern materials.

**Keywords:** web accessibility, WCAG, preparation, software developers, software engineering, inclusion.

### References (translated and transliterated)

- [1]. "Accessibility courses", *Deque University*. [Online]. Available: <https://dequeuniversity.com> (in English).
- [2]. "Digital Accessibility Foundations", *W3C (W3Cx)*. [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/courses/foundations-course/> (in English).
- [3]. V. Bykov, O. Spirin and O. Pinchuk, "Problems and tasks of the current stage of informatization of education", *Scientific support for the development of education in Ukraine: current problems of theory and practice (to the 25th anniversary of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine)*, pp. 191–198, 2017 (in Ukrainian).
- [4]. T. Bondarenko, "Use of information and communication technologies to ensure accessibility and development of inclusive education", *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 67, no. 5, pp. 31-43, 2018, doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v67i5.2241> (in Ukrainian).
- [5]. I. Borodkina, H. Borodkin, "Ways of ensuring accessibility of web resources for people with disabilities", *Implementation of European standards in Ukrainian educational research: Conference proceedings of UADO 2019*, pp. 25–28, 2019 (in Ukrainian).
- [6]. "Web Accessibility", *Diia.Education*. [Online]. Available: <https://osvita.diia.gov.ua/courses/vebdostupnist> (in Ukrainian).
- [7]. Halytskyi O.V., Mykytenko P.V., *Osoblyvosti formuvannia profesiinoi kompetentnosti fakhivtsiv kompiuternykh nauk*. Pedahohichna Akademiia: naukovy zapysky, 2025. No14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14789539>. (in Ukrainian)
- [8]. H. Davydenko, *Digital inclusion and accessibility: social digitalization: monograph*. Vinnytsia: TVORY, 2023 (in Ukrainian).
- [9]. Educational program of the specialty *Software Engineering* of Lviv Polytechnic. [Online]. Available: <https://directory.lpnu.ua/majors/ikni/6.F2.00.00/8/2025/ua/full> (in Ukrainian).
- [10]. Educational program of the specialty *Software Engineering* of Taras Shevchenko National University of Kyiv. [Online]. Available: <https://iss.csc.knu.ua/uk/admission/bachelor.html> (in Ukrainian).
- [11]. Educational program of the specialty *Software Engineering* of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. [Online]. Available: [https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/opfiles/121\\_oppb\\_ipzis\\_2024.pdf](https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/opfiles/121_oppb_ipzis_2024.pdf) (in Ukrainian).
- [12]. Educational program of the specialty *Software Engineering* of Kharkiv National University of Radioelectronics. [Online]. Available: [https://nure.ua/wp-content/uploads/Education\\_programs/2024/2024\\_bak\\_121\\_np\\_pzpi\\_2025.pdf](https://nure.ua/wp-content/uploads/Education_programs/2024/2024_bak_121_np_pzpi_2025.pdf) (in Ukrainian).
- [13]. Rybachek, D. S., & Halytskyi, O. V. (2024). Virtual learning environments as a tool of inclusive education. *Scientific Notes. Series: Pedagogical Sciences*, (215), p. 257-263, doi: [https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024\\_1-215-257-263](https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024_1-215-257-263). (in Ukrainian).
- [14]. S. Dembitska and I. Sivert, "Digital accessibility in education: challenges and prospects", *PedBez*, vol. 9, no. 2, pp. 57–63, Dec. 2024, doi: <https://doi.org/10.31649/2524-1079-2024-9-2-057-063> (in Ukrainian).
- [15]. T. Sobchenko and O. Zhelizniak, "Practical use of digital services in the educational process of institutions of higher pedagogical education as a pedagogical problem", *Socio-economic relations in the digital society*, vol. 3, no. 49, pp. 63–75, 2023, doi: <https://doi.org/10.55643/ser.3.49.2023.501> (in Ukrainian).
- [16]. L. Sushchenko, O. Andriushchenko and P. Sushchenko, "Digital transformation of higher education institutions in the conditions of digitalization of society: challenges and prospects", *Scientific journal of NPU named after M. P. Drahomanov. Special issue*, no. 2, pp. 146–151, 2022, doi: <https://doi.org/10.31392/NPUnc.series5.2022.spec.2.28> (in Ukrainian).
- [17]. A. Yuriychuk, "Web accessibility of educational materials: approaches and tools of the Moodle platform", *Scientific journal of the Ukrainian State University named after Mykhailo Drahomanov. Series 2. Computer-oriented learning systems*, no. 23 (30), pp. 145–155, 2024, doi: [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series2.2024.23\(30\).13](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series2.2024.23(30).13) (in Ukrainian).

**Міненко Ярослав Олександрович**  
аспірант 2-го року навчання  
Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна  
ORCID: 0009-0008-4164-0879  
*ya.o.minenko@udu.edu.ua*

**Чумак Микола Євгенійович**  
доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри інформаційних технологій і програмування  
Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна  
ORCID: 0000-0002-9956-9429  
*m.ye.chumak@udu.edu.ua*

## **ЦИФРОВА КОМПЕТЕНТНІСТЬ – ДЕТЕРМІНАНТА ПРОФЕСІЙНОГО УСПІХУ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ**

**Анотація.** У статті проаналізовано вплив розвитку цифрової компетентності майбутнього вчителя фізики на подальше професійне зростання. Підкреслено, що сучасна фізика сьогодні використовує чималий спектр засобів навчання, зокрема: спеціальних моделей, віртуальних лабораторій, симуляційних середовищ, цифрових приладів, датчиків, інтерактивних демонстрацій, а також засобів автоматизації вимірювань. Окреслено мету дослідження, що передбачає теоретичне обґрунтування та емпіричне підтвердження значущості цифрової компетентності як ключового чинника професійного успіху майбутнього вчителя фізики в умовах цифровізації освітнього середовища, з метою окреслення ефективних підходів до її формування в межах педагогічної освіти. Унаочнено структуру цифрової компетенції майбутнього вчителя фізики, представлену інформаційно-комунікативним, інструментально-технологічним, методичним, медіа-аналітичним, творчо-продуктивним, безпеко-етично-цифровим компонентами. Презентовано наскрізне формування цифрової компетентності майбутнього вчителя фізики крізь призму формальної та неформальної освіти, а також педагогічної практики. Виявлено вплив цифрової компетентності на такі компоненти професійної діяльності вчителя фізики, як навчальне середовище, методика викладання, оцінювання та взаємодія з учнями. Виокремлено значущість того, що застосування платформ PhET, Algodoo, Tinkercad, а також онлайн-інструментів для колаборації (Padlet, Miro) дозволяє вчителю розробляти індивідуалізовані траєкторії навчання, диференціювати завдання та вбудовувати формувальне оцінювання на всіх етапах освітнього процесу. Узагальнено, що цифрова компетентність є ключовим чинником професійного успіху майбутнього вчителя фізики в умовах цифровізації освіти, оскільки ґрунтується на розвитку творчого мислення та активності до прикладного впровадження інновацій.

**Ключові слова:** цифрова компетентність, підготовка вчителя фізики, цифровізація, професійна діяльність, змішане навчання.

**Актуальність дослідження.** У сучасному глобалізованому суспільстві, яке стрімко переходить до інформаційно-цифрової парадигми розвитку, цифрова компетентність постає не лише як важлива складова загальної освітньої культури, а й як ключова детермінанта професійної успішності вчителя, особливо у сфері природничо-математичних дисциплін, зокрема фізики. Національна стратегія розвитку освіти в Україні наголошує на необхідності формування цифрової грамотності як базової навички XXI століття, що забезпечує адаптивність педагогічного працівника до викликів цифровізації, інноваційності та трансформацій освітнього середовища [8].

Особливої актуальності ця проблема набуває у контексті підготовки майбутніх учителів фізики, адже сама природа фізичної науки передбачає широке використання моделей, віртуальних лабораторій, симуляційних середовищ, цифрових приладів, датчиків, інтерактивних демонстрацій, а також засобів автоматизації вимірювань. Сучасний учень вимагає не лише якісного змістового подання матеріалу, але й динамічного, з цифровою підтримкою, візуально привабливого освітнього середовища.

Відсутність належної цифрової підготовки майбутніх учителів фізики призводить до формування професійного дисбалансу між вимогами цифрового шкільного середовища та реальними можливостями вчителя. За даними звіту UNESCO “Technology in Education: A Tool

on Whose Terms?" (2023) [7], понад 63% учителів природничо-математичного циклу у країнах, що трансформують свої освітні системи, відчувають брак впевненості у використанні цифрових засобів навчання на уроці. В Україні схожі проблеми простежуються у звітах МОН [13] і U-LEAD [6], зокрема, станом на 2022 рік лише 37% педагогів фізики вказали на систематичне застосування цифрових лабораторій, а 28% – на використання онлайн-платформ для інтерактивного навчання.

Ураховуючи нову редакцію Державного стандарту базової середньої освіти [14] та потребу в реалізації компетентнісного підходу, цифрові компетентності набувають значення професійного критерію якості навчання. Йдеться не лише про вміння користуватися цифровими засобами, а про здатність здійснювати педагогічне проєктування в цифровому середовищі, критично осмислювати онлайн-контент, забезпечувати кібербезпеку та цифрову етику, застосовувати мультимедійні моделі фізичних процесів і створювати власні цифрові продукти.

Таким чином, дослідження системи цифрових компетентностей майбутнього вчителя фізики у контексті цифровізації не лише відображає сучасні тенденції трансформації освіти, а й є фундаментом формування конкурентоспроможного, інноваційного та адаптивного педагогічного фахівця.

**Мета дослідження** – теоретично обґрунтувати і емпірично підтвердити значущість цифрової компетентності як ключового чинника професійного успіху майбутнього вчителя фізики в умовах цифровізації освітнього середовища, а також окреслити ефективні підходи до її формування в межах педагогічної освіти.

Досягнення поставленої мети передбачає реалізацію низки взаємопов'язаних **завдань дослідження**, серед яких:

1. *Проаналізувати* сутність поняття «цифрова компетентність» у контексті сучасної педагогіки та її інтерпретацію у вітчизняному і закордонному науковому дискурсі.

2. *Визначити особливості професійної діяльності вчителя фізики* в умовах цифровізації освіти, з урахуванням специфіки предметної галузі та запитів нового покоління учнів.

3. *Охарактеризувати структурні компоненти цифрової компетентності*, що є релевантними саме для вчителя фізики: інформаційно-комунікаційний, інструментально-технологічний, медіа-аналітичний, симуляційно-моделювальний, безпековий та етичний.

4. *Дослідити вплив цифрової компетентності на рівень професійної підготовки*, адаптації до нових освітніх технологій та загальний рівень педагогічної ефективності майбутніх учителів фізики.

5. *Розробити рекомендації* щодо інтеграції цифрової компетентності в зміст педагогічної підготовки, зокрема в навчальні плани, практичні курси, спецкурси, освітні тренінги та неформальні освітні середовища.

6. *Запропонувати модель формування цифрової компетентності* майбутнього вчителя фізики на засадах інтеграції цифрових технологій у формальну та неформальну освіту.

7. *Обґрунтувати доцільність використання мультимедійних та віртуальних середовищ* для реалізації фізичного експерименту, демонстрацій, моделювання процесів, що недоступні у традиційній аудиторії.

Таким чином, дослідження має комплексний характер і поєднує теоретико-методологічне осмислення явища з практичним орієнтуванням на оновлення освітніх стратегій, орієнтованих на сучасні потреби системи підготовки вчителя фізики.

*Цифрова компетентність: теоретичне підґрунтя та сучасні трактування.* У ХХІ столітті цифрова компетентність розглядається не як факультативний елемент професійної підготовки, а як базова складова загальнокультурної та педагогічної культури вчителя. Її значення в умовах цифрової трансформації освіти порівнюють із значенням грамотності у добу Просвітництва: вона є необхідною умовою включення до активного освітнього процесу **Помилка! Джерело посилання не знайдено.**, [4].

*Сучасне визначення цифрової компетентності.* На міжнародному рівні одним із найважливіших визнаних стандартів є *Європейська рамка цифрової компетентності для*

педагогів – *DigCompEdu*, яка охоплює шість сфер: професійне середовище, цифрові ресурси, навчання, оцінювання, підтримка учнів, розвиток цифрової грамотності учнів [2].

В українському контексті, згідно з *Рамкою цифрової компетентності педагогічних працівників*, ухваленою МОН у 2021 році, цифрова компетентність вчителя – це «здатність ефективно, безпечно й етично використовувати цифрові технології в професійній діяльності та для особистісного розвитку» [3].



Рис. 1 Структура цифрової компетенції майбутнього вчителя фізики

Для майбутнього вчителя фізики цифрова компетентність має предметну специфіку. Її структура може бути представлена такими компонентами (рис. 1):

- інформаційно-комунікаційний компонент – вміння ефективно працювати з даними: шукати, аналізувати, зберігати, поширювати, дотримуючись авторських прав і цифрової безпеки [1], [3].
- інструментально-технологічний компонент – здатність використовувати цифрові пристрої, програмне забезпечення, хмарні сервіси, віртуальні лабораторії, платформи моделювання (PhET, Algodoo тощо) [2], [5].
- методичний компонент – готовність до проєктування та реалізації цифрової підтримки уроків, лабораторних робіт, досліджень, STEAM-проєктів [4], [6].
- медіа-аналітичний компонент – критичне оцінювання наукового та псевдонаукового контенту, здатність пояснити учням, що таке верифікація наукових даних [1].
- цифрова етика і безпека – дотримання цифрових прав, конфіденційності, онлайн-безпеки, антиплагіатних стандартів [3].
- творчо-продуктивний компонент – вміння створювати авторські цифрові ресурси: динамічні презентації, тести, симуляції, відеолекції тощо [5], [7].

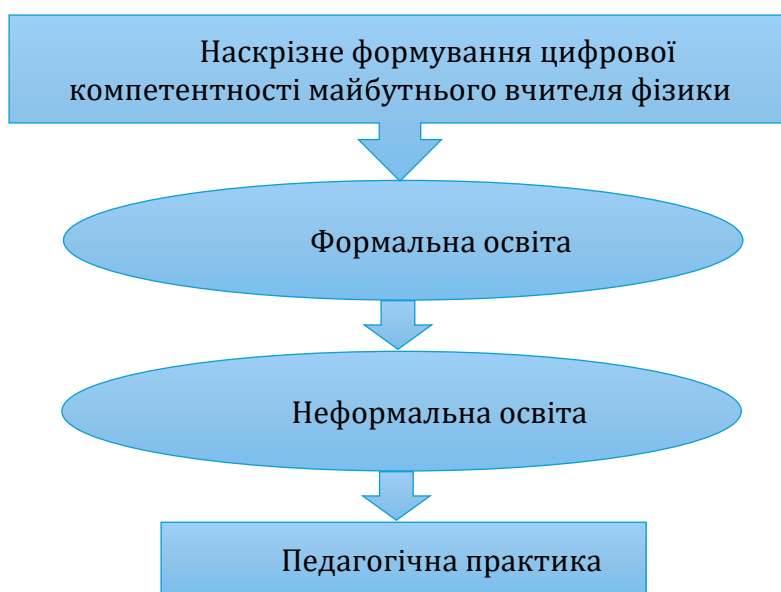


Рис. 2. Наскрізне формування цифрової компетентності майбутнього вчителя фізики

*Формування цифрової компетентності у процесі професійної підготовки майбутнього вчителя фізики.* Цифрова компетентність майбутнього вчителя фізики формується у складній системі взаємодії формальної, неформальної та інформальної освіти, а також у контексті реального освітнього середовища. Її формування має бути не епізодичним, а наскрізним процесом, що інтегрується у всі етапи фахової підготовки – від навчальних дисциплін до педагогічної практики та подальшого професійного самовдосконалення (рис. 2).

1. *Формальна складова підготовки.* На рівні змісту освітніх програм фізико-математичних факультетів простежується тенденція до оновлення навчальних планів із урахуванням цифрових викликів. Проте, за даними моніторингу аналітичної платформи «ОсвітаАналітика», станом на 2023 рік лише 39 % програм підготовки вчителя фізики включають навчальні дисципліни або модулі, що безпосередньо стосуються цифрової грамотності, роботи з цифровими ресурсами чи електронними освітніми платформами [15]. Водночас, успішними можна вважати практики впровадження курсів на зразок «Цифрові технології у викладанні природничих дисциплін», які реалізуються, зокрема, в Українському державному університеті імені Михайла Драгоманова, Харківському національному педагогічному університеті імені Г. С. Сковороди, Сумському державному педагогічному університеті. Студенти опановують роботу з платформами Moodle, Google Workspace, динамічними симуляторами PhET, OpenScience та засвоюють принципи організації віртуального експерименту.

2. *Неформальна освіта та сертифікаційні можливості.* Паралельно з основною підготовкою майбутній учитель фізики має доступ до широкого спектра неформальних курсів з цифрової грамотності. Популярністю серед студентів користуються онлайн-платформи Prometheus, Coursera, EdEra, на яких розміщені курси, зокрема з інтерактивного навчання, цифрової безпеки, візуалізації навчального контенту. Особливої уваги заслуговує сертифікація за європейською рамкою DigCompEdu та українським стандартом цифрових компетентностей [2].

Попри наявність широких можливостей, дані опитування, проведеного Інститутом інформаційних технологій НАІН України у 2022 році, свідчать, що лише 24 % студентів педагогічних спеціальностей брали участь у принаймні одному онлайн-курсі, спрямованому на розвиток цифрових навичок, а сертифікацію пройшли не більше 11 % [6].

3. *Педагогічна практика і цифрові технології.* Реалізація цифрової компетентності набуває особливої ваги під час проходження педагогічної практики. Вимогами сьогодення стає не лише використання PowerPoint-презентацій, а й застосування інструментів формувального оцінювання (Google Forms, Classtime), створення цифрових лабораторій, динамічних вправ у LearningApps, відеоуроків через Loom або OBS Studio. Участь студентів у розробці цифрових методичних продуктів – показник інтеграції цифрових технологій у педагогічне мислення.

4. *Матеріально-технічне забезпечення.* Формування цифрової компетентності залежить також від технічного ресурсу: наявності комп'ютерних класів, сенсорних дошок, мультимедійних лабораторій, ліцензійного програмного забезпечення. За результатами дослідження ULEAD з Європою, лише 52 % кафедр природничо-математичного профілю мають доступ до повноцінного цифрового навчального середовища, яке дозволяє готувати вчителя до викладання у змішаному форматі [6].

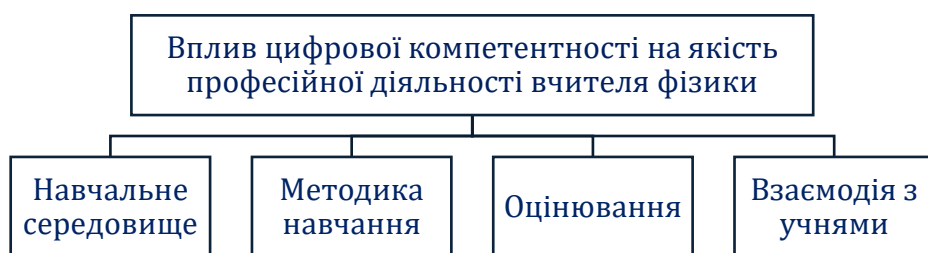


Рис. 3. Вплив цифрової компетентності на компоненти професійної діяльності вчителя фізики

Цифрова компетентність учителя фізики є не лише індикатором його готовності до навчання у цифровому суспільстві, а й визначальним фактором якості професійної діяльності в умовах сучасної трансформації освіти. Зміст та структура цієї компетентності охоплює як технічні навички, так і методичну гнучкість, аналітичність, етичну відповідальність та здатність до інновацій (рис. 3).

1. *Зміна характеру навчального середовища.* Цифрові інструменти докорінно змінюють традиційне навчальне середовище. Учитель фізики, який володіє цифровими ресурсами, створює багатовимірне освітнє поле: інтерактивні демонстрації, моделювання, віртуальні лабораторії, цифрові дослідницькі середовища. Дослідження Т. De Jong і М. Linn засвідчили, що використання віртуальних лабораторій підвищує глибину засвоєння матеріалу на 26–34 % порівняно з традиційною подачею [1].

2. *Оптимізація дидактичних підходів.* Використання цифрових технологій сприяє переходу від репродуктивної моделі навчання до дослідницько-проектної. Застосування платформ PhET, Algodoo, Tinkercad, а також онлайн-інструментів для колаборації (Padlet, Migo) дозволяє вчителю розробляти індивідуалізовані траєкторії навчання, диференціювати завдання та вбудовувати формувальне оцінювання на всіх етапах освітнього процесу.

3. *Підвищення якості педагогічної рефлексії.* Цифрові інструменти не лише сприяють навчанню, а й покращують здатність учителя до аналітичної діяльності. Наприклад, через автоматизовані звіти в Google Classroom або Microsoft Teams можна відстежувати прогрес учнів, виявляти слабкі місця в засвоєнні матеріалу, коригувати стратегії навчання. У результаті підвищується здатність учителя до педагогічної рефлексії та саморегуляції.

4. *Формування професійної автономії та академічної мобільності.* Учитель, який володіє цифровою компетентністю, має змогу інтегруватися у міжнародні освітні проекти, брати участь у відкритих онлайн-курсах (МООС), публікувати методичні розробки на цифрових платформах. Це підвищує його академічну мобільність та конкурентоспроможність на ринку освітніх послуг. За даними OECD TALIS, вчителі, які систематично використовують цифрові ресурси, у 1,8 рази частіше залучаються до міжнародного співробітництва [5].

5. *Підвищення мотивації та результативності учнів.* Згідно з аналітичними даними ЮНЕСКО, учні, які навчаються у цифровому середовищі, демонструють на 22–30 % кращі результати в тестах із природничо-математичних дисциплін, а також вище оцінюють задоволення від навчання [7]. Цифрова компетентність учителя виступає в цьому контексті як ключовий чинник організації навчання, що відповідає когнітивним, соціальним і технологічним запитам нового покоління.

Неперервний процес освіти передбачає удосконалення і розвиток компетентностей упродовж життя. Саме тому необхідно проєктувати подальші кроки удосконалення цифрової компетентності майбутнього учителя, окреслювати перспективи та можливі шляхи їх реалізації.

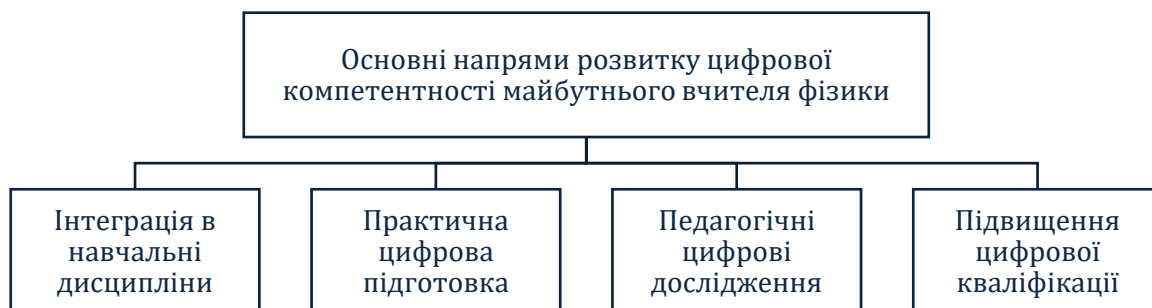


Рис. 4. Основні напрями розвитку цифрової компетентності майбутнього вчителя фізики

На основі аналізу джерел [4], [9], [10], [11], [12], [13], [15], результатів опитувань і теоретичного узагальнення окреслено такі перспективні напрями:

- інтеграція в навчальні дисципліни: включення цифрових модулів до всіх етапів підготовки вчителя фізики;

- практична цифрова підготовка: систематичне використання цифрових інструментів у рамках педагогічної практики;
- педагогічні цифрові дослідження: залучення студентів до аналізу й апробації цифрових рішень у навчанні фізики;
- підвищення цифрової кваліфікації: участь у сертифікаційних програмах, міжнародних освітніх ініціативах, EdTech-проектах (рис. 4).

**Висновки та узагальнення.** У результаті проведеного дослідження було підтверджено, що цифрова компетентність є ключовим чинником професійного успіху майбутнього вчителя фізики в умовах цифровізації освіти. Вона не обмежується лише техніко-технологічними навичками, а охоплює здатність до творчого використання цифрових ресурсів, педагогічне мислення в умовах цифрового середовища, етичну відповідальність та готовність до інновацій.

Комплексний аналіз наявних підходів до формування цифрової компетентності виявив суттєві виклики в системі підготовки вчителів, зокрема: фрагментарність інтеграції цифрових технологій у зміст освітніх програм; обмеженість неформального доступу до якісних ресурсів; нерівномірність матеріально-технічного забезпечення педагогічних ЗВО.

Установлено, що цифрова компетентність безпосередньо впливає на:

- методичну варіативність і гнучкість вчителя;
- рівень індивідуалізації та персоналізації навчання;
- ефективність формувального оцінювання;
- здатність до педагогічної рефлексії й адаптації до змін;
- академічну мобільність та конкурентоспроможність учителя;
- навчальні досягнення та мотивацію учнів.

Узагальнюючи дослідження, можна зробити висновок, що цифрова компетентність повинна стати не додатковою опцією, а ядром професійної підготовки сучасного вчителя фізики. Для цього доцільно:

- удосконалити зміст навчальних програм шляхом включення обов'язкових цифрових модулів;
- систематизувати сертифікацію цифрових навичок у межах національного стандарту;
- забезпечити педагогічні ЗВО сучасною цифровою інфраструктурою;
- розвивати партнерства між університетами, EdTech-компаніями та вчительськими спільнотами;
- сприяти участі студентів у міжнародних цифрових освітніх проектах та стажуваннях.

Реалізація цих кроків дозволить сформувати педагогічну спільноту, здатну успішно функціонувати в цифровому суспільстві та забезпечити якісну фізичну освіту в школі майбутнього.

### Список використаних джерел:

- [1]. Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. *Science*. DOI: <https://doi.org/1230579>
- [2]. *European framework for the digital competence of educators – DigCompEdu*, Publications Office, 2017, URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/159770>.
- [3]. Рамка цифрової компетентності педагогічних працівників. Київ: МОН України. 2021. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/2021/09/22/ramka-cifrovih-kompetentnostej.pdf>
- [4]. Терещенко Г. М., Ткаченко В. В. Освітня реформа НУШ як складова інтеграції України в європейський освітній простір. *Освітня аналітика України*. № 4 (25). 2023. URL: [https://science.iea.gov.ua/wp-content/uploads/2024/01/6\\_Tereshchenko\\_Tkachenko\\_425\\_2023\\_78-90.pdf](https://science.iea.gov.ua/wp-content/uploads/2024/01/6_Tereshchenko_Tkachenko_425_2023_78-90.pdf)
- [5]. OECD (2020), *Resourcing Higher Education: Challenges, Choices and Consequences*, Higher Education, OECD Publishing, Paris. DOI: <https://doi.org/10.1787/735e1f44-en>.
- [6]. ULEAD з Європою. Цифровізація освіти в громадах: стан і перспективи. Київ, 2022. 35 с. URL: <https://ulead.org.ua/storage/files/research-digital-education-2022.pdf>
- [7]. Global education monitoring report, 2023: technology in education: a tool on whose terms? - UNESCO Digital Library, 2023. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723>
- [8]. Міністерство освіти і науки України. Концепція «Нова українська школа». Київ : МОН, 2016. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>

- [9]. Педагогічні експерименти – Інститут цифровізації освіти НАПН України. Київ, 2023. URL: <https://iitlt.gov.ua/scientific-activity/researches/педагогічні-експерименти/>
- [10]. Neilman EE Critical, liberal, and poststructural challenges for global education. In: Segall A, HeilmanEE and Cherryholmes CH (eds) *Social Studies: The Next Generation: Re-searching in the Postmodern*. New York: Peter Lang, 2006. 189–208.
- [11]. Франчук В.М., Франчук Н.П. Організація дистанційного навчання в закладах освіти. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*: матеріали ІХ Міжнар. наук.-пр. інтернет-конф. (м. Тернопіль, 28 квітня 2022 р.). Тернопіль, 2022. С. 167-170. URL: [http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/media/arhive/28\\_04\\_2022\\_6o5woi0.pdf](http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/media/arhive/28_04_2022_6o5woi0.pdf)
- [12]. Франчук Н. П., Кікоть Т.А. Теоретичні засади використання освітніх платформ в закладах загальної середньої освіти: матеріали Звітної науково-практичної конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України «Цифрова трансформація освіти України в умовах воєнного стану» (23 лютого 2023 року). С. 67-71. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/40100>
- [13]. Плани та звіти роботи МОН | Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/ministerstvo-2/diyalnist/plani-ta-zviti-roboti-mon>
- [14]. Державний стандарт базової середньої освіти | Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrainska-shkola-2/derzhavniy-standart-bazovoi-serednoi-osviti>
- [15]. Аналітика - «ОсвітАналітика» Аналітичний Центр Київського університету імені Бориса Грінченка. URL: <http://osvitanalityka.kubg.edu.ua/analitika/>

## DIGITAL COMPETENCE IS A DETERMINANT OF THE PROFESSIONAL SUCCESS OF A FUTURE PHYSICS TEACHER IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION

*Minenko Yaroslav, Chumak Mykola*

**Abstract.** The article analyzes the impact of the development of digital competence of a future physics teacher on further professional growth. It is emphasized that modern physics today uses a considerable range of teaching aids, in particular: special models, virtual laboratories, simulation environments, digital devices, sensors, interactive demonstrations, as well as measurement automation tools. The purpose of the study is outlined, which involves theoretical substantiation and empirical confirmation of the significance of digital competence as a key factor in the professional success of a future physics teacher in the conditions of digitalization of the educational environment, to outline effective approaches to its formation within the framework of pedagogical education. The structure of the digital competence of a future physics teacher is illustrated, represented by informational-communicative, instrumental-technological, methodological, media-analytical, creative-productive, security-ethical-digital components. The end-to-end formation of digital competence of a future physics teacher is presented through the prism of formal and informal education, as well as pedagogical practice. The influence of digital competence on such components of the professional activity of a physics teacher as the learning environment, teaching methodology, assessment and interaction with students is revealed. The significance of the fact that the use of PhET, Algodoo, Tinkercad platforms, as well as online collaboration tools (Padlet, Miro) allows the teacher to develop individualized learning trajectories, differentiate tasks and embed formative assessment at all stages of the educational process is highlighted. It is generalized that digital competence is a key factor in the professional success of a future physics teacher in the context of the digitalization of education, since it is based on the development of creative thinking and activity in the applied implementation of innovations.

**Keywords:** digital competence, physics teacher training, digitalization, professional activity, blended learning.

### References (translated and transliterated)

- [1]. Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. *Science*, doi: <https://doi.org/1230579>
- [2]. *European framework for the digital competence of educators – DigCompEdu*, Publications Office, 2017. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/159770>.
- [3]. Digital Competence Framework for Pedagogical Workers. Kyiv: Ministry of Education and Science of Ukraine. 2021. [Online]. Available: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/2021/09/22/ramka-cifrovih-kompetentnostej.pdf>.
- [4]. Tereshchenko G. M., Tkachenko V. V. Educational reform of the National University of Ukraine as a component of Ukraine's integration into the European educational space. *Educational Analytics of Ukraine*. № 4 (25). 2023. [Online]. Available: [https://science.iea.gov.ua/wp-content/uploads/2024/01/6\\_Tereshchenko\\_Tkachenko\\_425\\_2023\\_78-90.pdf](https://science.iea.gov.ua/wp-content/uploads/2024/01/6_Tereshchenko_Tkachenko_425_2023_78-90.pdf)

- [5]. OECD (2020), *Resourcing Higher Education: Challenges, Choices and Consequences*, Higher Education, OECD Publishing, Paris, doi: <https://doi.org/10.1787/735e1f44-en>.
- [6]. ULEAD with Europe. Digitalization of Education in Communities: Status and Prospects. Kyiv, 2022. 35 p. [Online]. Available: <https://ulead.org.ua/storage/files/research-digital-education-2022.pdf>
- [7]. Global education monitoring report, 2023: technology in education: a tool on whose terms? - UNESCO Digital Library, 2023. [Online]. Available: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723>
- [8]. Ministry of Education and Science of Ukraine. Concept "New Ukrainian School". Kyiv: MES, 2016. [Online]. Available: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
- [9]. Pedagogical Experiments – Institute of Digitalization of Education of the National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv, 2023. [Online]. Available: <https://iitlt.gov.ua/scientific-activity/researches/педагогічні-експерименти/>
- [10]. Heilman EE (2006) Critical, liberal, and poststructural challenges for global education. In: Segall A, HeilmanEE and Cherryholmes CH (eds) *Social Studies: The Next Generation: Re-searching in the Postmodern*. New York: Peter Lang, 189–208.
- [11]. Franchuk V.M., Franchuk N.P. Organization of distance learning in educational institutions. Modern digital technologies and innovative teaching methods: experience, trends, prospects: materials of the IX International Scientific-Professional Internet Conference (Ternopil, April 28, 2022). Ternopil, 2022. P. 167-170. [Online]. Available: [http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/media/arhive/28\\_04\\_2022\\_6o5woi0.pdf](http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/media/arhive/28_04_2022_6o5woi0.pdf)
- [12]. Franchuk N. P., Kikot T. A. Theoretical principles of using educational platforms in general secondary education institutions: materials of the Report Scientific and Practical Conference of the Institute of Digitalization of Education of the National Academy of Sciences of Ukraine “Digital Transformation of Education in Ukraine under Martial Law” (February 23, 2023). Pp. 67-71. [Online]. Available: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/40100>
- [13]. Plans and reports of the work of the Ministry of Education and Science of Ukraine | Ministry of Education and Science of Ukraine. [Online]. Available: <https://mon.gov.ua/ministerstvo-2/diyalnist/plani-ta-zviti-roboti-mon>
- [14]. State Standard of Basic Secondary Education | Ministry of Education and Science of Ukraine. [Online]. Available: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrainska-shkola-2/derzhavniy-standart-bazovoi-serednoi-osviti>
- [15]. Analytics - "OsvitAnalytika" Analytical Center of Borys Grinchenko University of Kyiv. [Online]. Available: <http://osvitanalityka.kubg.edu.ua/analitika/>

## ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОЦЕСІ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ

**Анотація.** У статті розглядається використання штучного інтелекту для забезпечення інформаційної безпеки вчителями інформатики. Актуальність статті зумовлена широким поширенням застосування штучного інтелекту та затребуваністю використання актуальних та інноваційних ресурсів з інформаційної безпеки у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики, що дасть можливість покращити рівень їхніх знань у цій галузі, а також ефективніше протидіяти загрозам інформаційної безпеки. Метою написання статті є дослідження можливостей застосування штучного інтелекту в процесі розвитку цифрової компетентності з інформаційної безпеки майбутніх учителів інформатики. Автор досліджує, які переваги та недоліки може мати використання ШІ в процесі розвитку цифрової компетентності з інформаційної безпеки майбутніх учителів інформатики. Серед основних переваг: використання чат-ботів для отримання певної інформації чи інструкцій, застосування ШІ для виявлення фішингу та інтернет шахрайств, використання спеціалізованих інструментів з застосуванням ШІ для автоматизації процесу сканування вразливостей шкільної мережі. Серед недоліків автор виділяє галюцинацію ШІ, зниження рівня критичного мислення у користувачів та збирання персональних даних. У статті описано реальні приклади використання штучного інтелекту в процесі розвитку цифрової компетентності з інформаційної безпеки майбутніх учителів інформатики. Автор також аналізує поняття “цифрова компетентність”, її складники в контексті підготовки майбутніх учителів інформатики, а також освітні програми спеціальності А4.09 “Середня освіта (Інформатика)” українських ЗВО щодо наявності відповідних компетенцій. Перспективами подальшого дослідження вбачаємо аналіз можливостей штучного інтелекту у процесі вивчення методів соціальної інженерії, а також можливості інтеграції інструментів ШІ в процесі розвитку цифрової компетентності з інформаційної безпеки майбутніх учителів інформатики.

**Ключові слова:** штучний інтелект, інформаційна безпека, штучний інтелект в інформаційній безпеці, цифрова компетентність, складники цифрової компетентності.

**Introduction.** The rapid development of artificial intelligence (AI) in recent years has significantly improved the lives of ordinary people. Not so long ago, the use of AI technologies was limited or almost inaccessible to ordinary users, but now this has changed dramatically. Its popularity has skyrocketed thanks to the emergence of powerful language models, including GPT-3, GPT-4o and DeepSeek, and its popularity is growing rapidly due to accessibility: now everyone can use chatbots, image generators, automatic text translators and other smart tools for free and from any device, be it a computer, smartphone or smartwatch. Today, technologies using artificial intelligence are widely used in various fields: from healthcare to the educational process. The information security industry is no exception. In the process of developing digital competence in information security of future computer science teachers, AI can be used in a variety of ways, from chatbots to special tools using artificial intelligence to perform certain activities. As O. Spirin and V. Oleksiuk note: “In the future, a modern teacher should be able to select AI systems to support learning at school and university” [19].

The relevance of the article is driven by the widespread adoption of artificial intelligence and the growing demand for up-to-date and innovative information security resources in the training of future computer science teachers. This approach will help enhance their knowledge in this field and strengthen their ability to effectively counter information security threats.

**Analysis of recent research and publications.** The digital competence of future computer science teachers has been studied by such Ukrainian scholars as V. Bykov, O. Ovcharuk, O. Spirin, L. Potapiuk, V. Oleksiuk, H. Henseruk, O. Pinchuk, N. Morze, and others. There is no such clear

interpretation of the concept of digital competence, which is used by most scientists. O. Spirin and O. Ovcharuk interpret it as the ability of an individual to confidently and thoroughly use digital technologies in such areas as professional activity and employment, education, leisure, and social activities, which are vital for participation in daily socio-economic life [18]. L. Potapyuk and I. Potapyuk note that: “Digital competence is the ability to use digital media and ICT, to understand and critically evaluate various aspects of digital media and media content, and to be able to communicate effectively in various contexts” [17]. Finnish scientists L. Ilomäki, A. Kantosalo and M. Lakkala claim that digital competence is based on basic ICT skills, that is, the use of computers to receive, evaluate, store, create, present and exchange information, as well as to communicate and participate in shared networks via the Internet. However, it includes not only digital skills, but also social and emotional aspects of using and understanding digital devices” [5].

Based on the analysis of the works of domestic and foreign scientists, it can be concluded that digital competence – is a system of certain skills and abilities in using digital technologies, without which life in a modern digital society would be very difficult and dangerous, as it also forms the ability to responsibly and safely interact with information technologies and other users, critically evaluate digital content, and ensure the protection of one's own data in the online environment.

When it comes to the digital competence of future computer science teachers, the rapid development of digital technologies requires them to be able to adapt accordingly and master the necessary digital tools to perform educational and professional tasks. In the current era, it is not enough to own only certain individual applications and services, there is a need to be able to use them to organize the learning process, including combining them with each other. This will make the process of learning new knowledge more interesting and will also improve the effectiveness of such learning. “Digital competence combines knowledge and skills to use digital technologies to organize the educational process, to critically evaluate information resources for the appropriateness of their use in future professional activities, and to apply technological innovations,” emphasizes H. Henseruk [9]. Digital competence is particularly important for future computer science teachers, as they are responsible for developing relevant digital skills in students. This makes it necessary not only to confidently work with digital tools, but also to be aware of the risks associated with their use, in particular with regard to information security.

Programming is one of the key components of the digital competence of future computer science teachers. Since any digital tool is written using a certain programming language, computer science teachers must know the advantages and disadvantages of the main ones, as well as understand which programming language to use and for what purpose, have the skills to write code using basic languages, and know their syntax. In addition, it is necessary for them to be able to analyze algorithms, their effectiveness, compare different approaches to solving the same problem and choose the optimal solutions. The ability to program is included in almost all educational and professional programs (EPP) of the specialty A4.09 “Secondary Education (Informatics)” at Ukrainian higher education institutions. For example, at the Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University, a computer science teacher must have: “the ability to develop, research, and implement algorithms for solving computer science problems in programming languages. The ability to form students’ knowledge of the basics of programming and algorithmic thinking” [16]. Also important for future computer science teachers is the ability to understand current programming trends, in particular regarding the development of AI, web programming, mobile application development, and the use of popular frameworks.

The next, no less important, component of the digital competence of a modern computer science teacher is working with operating systems (OS) and computer networks. This constitutes a significant part of the work of these specialists, as they are usually responsible for setting up both their own workplace and the workplaces of students at school. The digital competence component includes understanding the architecture of the OS, knowledge of the principles of file system organization, as well as the skills to perform basic OS administration actions, in particular, creating and managing user accounts, configuring access, installing and updating programs, changing system settings, and creating backups. According to the educational and professional program “Secondary Education

(Informatics)” in specialty A4.09 of Rivne State Humanitarian University, a future computer science teacher must have: “The ability to organize computational processes in information systems, taking into account the architecture, configuration, and functioning of operating systems” [14]. As for computer networks, it is necessary for future computer science teachers to understand their structure, principles of construction and operation. In particular, they should know the differences in the operation of local area networks (LAN), wide area networks (WAN) and wireless networks, know the basic network topologies and methods of their implementation, have a general understanding of the main network protocols, for example, TCP/IP, HTTP, FTP, understand what they are designed for and how they work. According to the educational and professional program “Secondary Education (Informatics, Mathematics, Fundamentals of STEM Education)” in specialty A4.09 of the Ternopil V. Hnatyuk National Pedagogical University, future teachers of computer science must be able to: “set up and administer computer networks, including educational computer networks, determine the methodology for finding an effective technical solution” [15]. It is also important for them to know how network devices work, such as routers, switches, modems, and access points, and to understand how these devices provide interaction between individual network elements.

One of the most relevant components of a computer science teacher's digital competence today is information security. With the increasing integration of technologies into educational institutions, there is a growing need for the ability to ensure the protection of digital information of the participants in the educational process and the educational environment. This is precisely what computer science teachers are responsible for, so it is essential for them to have up-to-date and practical knowledge of information security. Future computer science teachers must have knowledge of various types of threats they and their students may encounter when using digital technologies, including malicious software such as viruses, ransomware, adware and spyware; in addition, they need to possess knowledge of social engineering, its methods and techniques that cybercriminals may employ. Thus, according to the educational and professional program “Secondary Education (Informatics)” in the specialty A4.09 at Lutsk National Technical University, future computer science teachers are required to have: “the ability to implement a set of measures aimed at ensuring information security, and the ability to develop school students’ skills for safe work in a computer network” [13]. and according to the educational and professional program “Secondary Education (Informatics)” in specialty 014.09 of Zaporizhzhia National University, they must be able to: “Ensure information protection and security in local and global networks” [12]. In addition to ensuring their own information security and educational environment, future informatics teachers should also teach their students to effectively recognize dangerous situations in the process of using digital technologies, as well as how to act in order not to become victims of cybercriminals and ensure their own reliable protection in the online environment [11].

**The purpose of the article** is to study the possibilities of using artificial intelligence in the process of developing digital competence in information security of future computer science teachers. The tasks of the article include:

1. Analysis of the advantages of using artificial intelligence in the process of developing digital competence in information security of future computer science teacher;
2. Analysis of the threats of using artificial intelligence in the process of developing digital competence in information security of future computer science teachers;
3. Research into real cases of the application of using artificial intelligence in the process of developing digital competence in information security of future computer science teachers.

**Presentation of the main research material. Advantages of using artificial intelligence in the process of developing digital competence in information security of future computer science teachers.** Using chatbots to obtain certain information is an effective approach to developing digital competence in information security among future computer science teachers. R. Hodhod, S. Wang and S. Khan emphasize that “intelligent systems can play an important role in accelerating the formation of cybersecurity skills by helping teachers develop teaching materials and programs” [4]. Chatbots contribute to the development of this competence by helping to quickly find relevant materials, simulate real dangerous situations, and develop and improve skills in recognizing

vulnerabilities and threats. Their interactivity allows learning at a convenient time and in an accessible format, which contributes to a deeper understanding of current needs in the field of information security.

The use of artificial intelligence can be effective in detecting and preventing phishing and online fraud. Artificial intelligence systems, leveraging large collections of phishing emails and documented fraud schemes, can detect subtle cues that are typically unnoticed by humans but may indicate potential security threats. For instance, artificial intelligence can identify anomalies in email metadata, including atypical sending patterns or inconsistencies between the displayed sender name and the actual email address. As Indian scientist R. Chokkappagari notes: “Over time, artificial intelligence is getting better at learning new phishing techniques, making it the most effective tool in recognizing cybercriminal attacks that are constantly evolving” [2]. AI quite accurately identifies and marks suspicious actions, phishing attempts, and its constant development in this field makes it an indispensable tool now.

Using specialized tools with artificial intelligence can automate the process of scanning school network vulnerabilities, making it easier to fix security flaws. This is very similar to what cybercriminals would do to find vulnerabilities. Through continuous network monitoring, AI can pinpoint vulnerabilities and assign priorities according to their potential effect, facilitating effective issue resolution. Ongoing evaluation allows for real-time oversight of vulnerabilities, narrowing the scope for cybercriminals to exploit system weaknesses. S. Pala, in his article “Study to Develop AI Models for Early Detection of Network Vulnerabilities” notes: “Artificial intelligence models can effectively process large volumes of network traffic data and provide timely notifications of cybersecurity incidents, ensuring rapid response and mitigation measures” [8]. The real advantage here is speed, as AI can find vulnerabilities, assess them, and fix them considerably more quickly than a person is able to perform manually.

**Threats of using artificial intelligence in the process of developing digital competence in information security of future computer science teachers.** With all the advantages of using AI for information security training, it is worth highlighting the threats that this use can cause. Among the main ones are AI hallucination, a decrease in the level of critical thinking, and the collection of personal data. Let's consider them in more detail.

The AI hallucination deserves special attention, especially when it comes to the need to receive truthful and precise information. Hallucination in AI is a phenomenon that emerges when receiving non-specific or vaguely formulated requests, in this case, AI can generate text that at first glance seems logical and plausible, but in reality, it will be untrustworthy or fictional. This phenomenon arises due to the limitations of the model's algorithms, because AI does not work with real knowledge, but with probabilistic models that select the most suitable word chains. AI hallucination significantly affects the reputation of generative models, so developers are actively trying to fix this to make it impossible or at least minimize the likelihood of generating fabricated information. H. Alkaissi and S. McFarlane point out: “To overcome and mitigate artificial hallucinations in chatbots, it is important to ensure that the system is properly trained and tested using a diverse and representative dataset. In addition, the use of hallucination monitoring and detection methods, such as human scoring, can help to address this issue” [1].

Educational materials created using AI hallucinations may contain inaccurate, distorted, or nonexistent information, which creates a risk of forming incorrect knowledge and misunderstandings among the students. This is especially dangerous in the field of information security, where accuracy and reliability are critically important. Therefore, it is necessary to take a critical attitude to the materials generated by AI and check their authenticity using reliable sources.

Another threat of using AI in the process of developing digital competence in information security for future computer science teachers is the reduction of the level of critical thinking, which is a cognitive skill for analyzing and assessing the reliability of information and making informed decisions depending on the situation. An important characteristic of critical thinking is that it includes not only science but also has relevance in daily life. As L. Zhelyazkova notes: “The development of critical thinking is a very important aspect not only in education, but also in everyday life” [10]. The

daily use of technologies that greatly facilitate and speed up the search for necessary information, in particular AI, can lead to its passive consumption. When acquiring new knowledge is reduced to writing prompt and getting results, without analysis and independent research of the topic, with in-depth study of additional information resources or scientific papers on practical applications. Such actions significantly weaken mental activity and negatively affect the level of critical thinking.

In the context of information security, this poses a serious threat to future computer science teachers, because critical thinking is one of the foundations of their pedagogical activity in this field. Since they not only process new information, but also teach students to analyze new data, structure theoretical knowledge, make informed choices, and act effectively in accordance with the emerging situation or threat.

One of the most pressing threats of using AI in the process of developing digital competence in information security is the collection of personal data. D. Lang and J. Pillet emphasize: “Each of us leaves “traces” that constitute a certain amount of collected data, which are most often processed and transmitted without our knowledge” [7]. It is not always obvious what data can be collected, so most AI models have a privacy policy that outlines the data that can be collected. For example, the Chinese DeepSeek model, which gained widespread popularity earlier this year, is not as secure as it seems. As L. Columbus notes: “DeepSeek programs and services collect user data (names, email addresses, queries, passwords) and store them on Chinese servers, were authorities, according to Chinese data laws, can access them” [3].

Future computer science teachers should be aware that, in addition to the data that is listed in the privacy policy, any other data entered or accessed by AI may be stored. And this can later be processed and used for various purposes, from optimizing services, advertising, or even cases of cyber fraud. This is relevant in an educational environment where students, and often teachers, have a limited understanding of what their data is being collected and do not have sufficient skills and knowledge to ensure that it is protected.

**Examples of the use of artificial intelligence in the process of developing digital competence in information security of future computer science teachers.** Let's consider real examples of the use of AI in the process of developing digital competence in information security. First of all, this is the use of chatbots to obtain certain information or instructions. When interacting with them, it is important to be able to formulate clear and specific requests, as the reliability and accuracy of the answers may depend on this. “The quality of prompts significantly influences the efficacy of AI models, with well-structured prompts improving response accuracy from 85% to 98%”, – emphasize N. Kulkarni and P. Tupsakhare [6].

As shown in Figure 1, there was an explicit request for Gemini to write instructions on how to enable two-factor authentication for Gmail. The result is a clear instruction that includes precise steps with an order of action, as well as alternative ones that need to be performed depending on the user's choice. Following the sequence of actions of this instruction will make it possible to complete the necessary task, and its clarity and brevity allows it to be used effectively as a basis for creating educational materials on information security for students in computer science classes.

In Figure 2, we see the list of phishing email checks generated in ChatGPT. It includes checks from the sender to the content, in particular, it checks that the sender's domain is correct, that the email does not contain suspicious links, does not ask for personal information, and does not require the user's immediate action. Modern email services, in particular Gmail, have their own mechanism for detecting phishing in received emails, which bases its work, in particular, on AI, but due to the active development of cyberfraud methods, this does not always help identify it. Therefore, this checklist is one of the effective protection methods, and it can also be used as a basis for educational recommendations for students in computer science classes.

Let's consider another example of the use of AI in the process of developing digital competence in information security for future computer science teachers. This is checking the safety of opening links. A variety of services offer this capability. Consider CheckPhish.ai, a digital service driven by artificial intelligence to detect phishing and fraudulent links and analyze suspicious emails.

Write instructions on how to enable two-factor authentication in Gmail.

- ◆ To enable two-factor authentication (2FA), also known as 2-Step Verification, for your Gmail account, follow these instructions:
- 1. Go to your Google Account Security page:**
    - Open your web browser and navigate to: <https://myaccount.google.com/security>
    - Sign in with your Gmail address and password if you haven't already.
  - 2. Find "2-Step Verification":**
    - On the "Security" page, scroll down to the "How you sign in to Google" section.
    - Look for "2-Step Verification" and click on it.
  - 3. Get Started:**
    - You'll likely see a blue "GET STARTED" button. Click on it.
    - You may be prompted to re-enter your Google password for security reasons.
  - 4. Choose your second step:**
    - Google will usually suggest using "Google Prompts" as the primary second step. This sends a notification to your signed-in Android phone or iPhone (with the Gmail app or Google app installed). This is generally the easiest and most secure method.
    - **If you want to use Google Prompts:**
      - Make sure the correct phone is listed. If not, you might need to add it or use a different method.
      - Click "CONTINUE".
      - You'll be asked to test it. On your phone, look for the Google prompt and tap "Yes" to confirm it's you.
      - Once confirmed, click "TURN ON" on your computer.
    - **If you prefer other options or want backups (recommended):**
      - Below the Google Prompts section, you'll see "Add more second steps to verify it's you."
      - **Backup codes:** Click "Set up" next to "Backup codes." These are one-time codes you can print or save, useful if you lose your phone. Generate them and keep them in a safe place.
      - **Authenticator app:** Click "Set up" next to "Authenticator app." This uses an app like Google Authenticator or Authy to generate time-sensitive codes. Scan the QR code with your authenticator app and enter the code displayed in the app to verify.
      - **Security Key:** (More advanced) If you have a physical security key, you can set this up for the strongest protection.
      - **Voice or text message (SMS):** While available, Google promotes Google Prompts as more secure. If you choose this, you'll enter your phone number, and Google will send a code via SMS to verify.
  - 5. Turn On 2-Step Verification:**
    - After setting up your preferred second steps (at least one is required), click the "TURN ON" button (if you haven't already done so after testing Google Prompts).
- Important Notes:**
- **App Passwords:** If you use older email clients (like Microsoft Outlook, Mozilla Thunderbird)

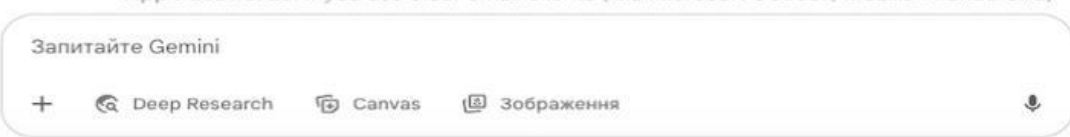


Fig 1. Instructions for enabling two-factor authentication in Gmail

Write a checklist to verify that an email is not a phishing attempt

Here's a checklist to verify that an email is not a phishing attempt — useful for both personal and professional use:

### ✓ Email Phishing Verification Checklist

#### 1. Sender Verification

- Is the sender's email address correct and familiar?
- Does the domain match the organization it claims to be from (e.g., @paypal.com, not @paypa1.com)?
- Hovered over the sender's address to check for mismatched or suspicious domains?

#### 2. Salutation and Language

- Does the email use your real name instead of generic terms like "Dear user" or "Valued customer"?
- Is the language free of grammar mistakes, odd phrasing, or urgency ("Act now!", "You must click immediately!")?
- Does the tone match past communications from this sender?

#### 3. Links and Attachments

- Hovered over all links — do the URLs match the expected destinations (e.g., <https://www.apple.com> and not <http://apple-login.security-alert.biz>)?
- Are you expecting any attachments? If not, **don't open** them.
- Do the links lead to secure (https://) and official websites?

#### 4. Request Content

- Is the email asking for personal info, passwords, or financial details? Legitimate companies **never** do this via email.
- Is there a sense of urgency or threat (e.g., "Your account will be suspended in 24 hours")?
- Are you being asked to bypass normal procedures (e.g., use a personal email or click on a form)?

#### 5. Visual Clues

- Are the branding, logo, and design consistent with the real organization's usual format?
- Are there any misspelled brand names or low-quality graphics?
- Is the footer complete with contact info and company details?

#### 6. Technical Check (Optional but Recommended)

- Checked the email header for SPF, DKIM, or DMARC pass (available in most email clients)?
- Reported or flagged the email in your system if suspicious?
- Consulted IT or a security team if unsure?



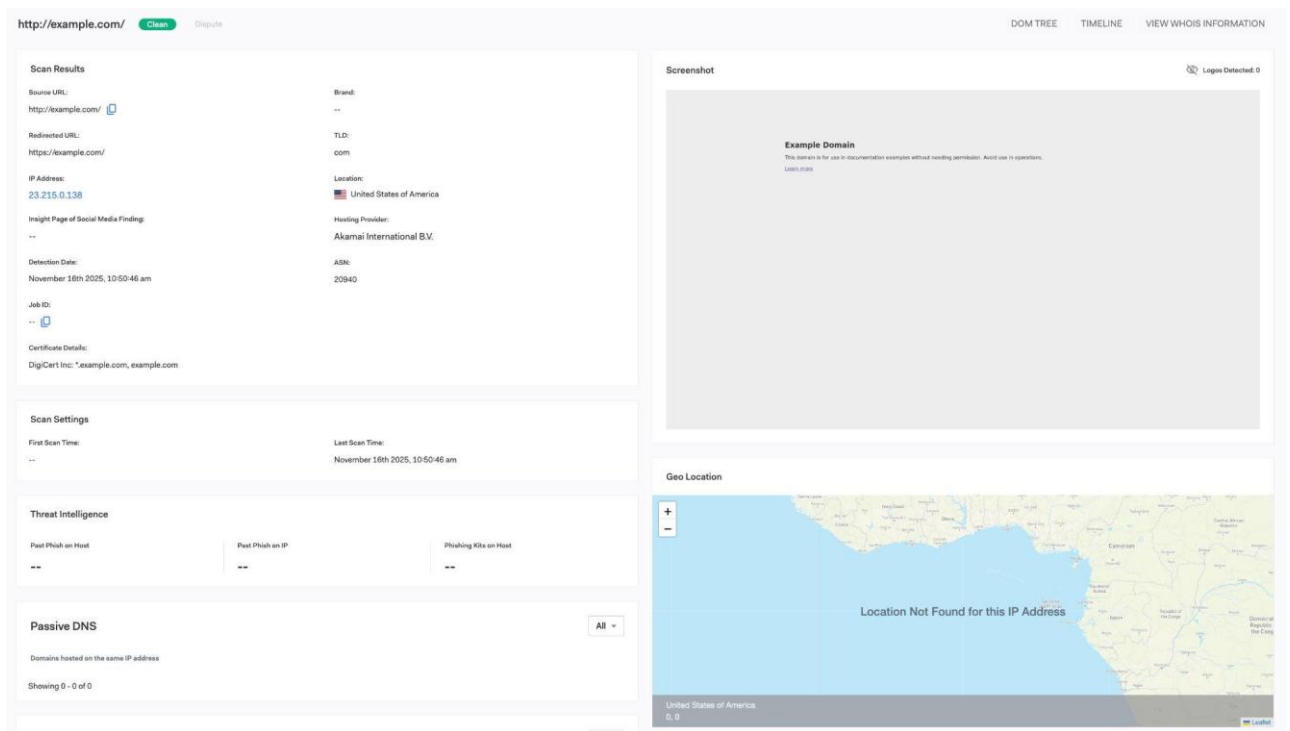
Ask anything

+ Tools



ChatGPT can make mistakes. Check important info.

Fig. 2. Checklist for checking a received email for phishing content



*Fig. 3. Checking a link for safety using CheckPhish.ai*

Figure 3 shows the result of this online service, which contains information about the site's SSL certificates, hosting details, a screenshot of the display, and an assessment of whether the link is malicious. If the link is dangerous, this service determines the type of threat, for example, whether it is phishing, malware, another type of fraud, etc. This tool also analyzes page content, domain structure, logos, and other signs of threats, and the use of AI and improvements through machine learning enables it to detect new types of threats.

**Conclusions.** The development of AI and its capabilities make it an indispensable tool in people's modern lives. The prevalence and popularity of its use have increased significantly recently, which is due to its accessibility and the fact that AI is increasingly associated with increased efficiency and progress. Its uses are diverse, from individual use in everyday life to large-scale implementation in business, education, and medicine. AI also plays an important role in the information security industry.

The use of artificial intelligence has gained significant application in the process of developing various digital competencies of future computer science teachers, in particular, in programming, configuring operating systems and computer networks, or ensuring information security. The use of AI for the development of digital competence in information security of future computer science teachers has both advantages and certain disadvantages. On the one hand, AI makes it possible to quickly obtain the necessary information and instructions, effectively identify and prevent social engineering methods, such as phishing, and conduct automated scans of network vulnerabilities. On the other hand, the use of AI also has disadvantages, such as hallucination, deterioration of the level of critical thinking in those who use it, and problems with the collection of personal data. It is also important that AI technologies can be used by cybercriminals to develop more advanced and potent cyber threats.

As artificial intelligence and attack methods continue to evolve, it is crucial for computer science teachers, school staff, and students to stay informed about new threats and realize that one cannot rely on unconditional trust or mechanically use AI without analyzing the information received and applying critical thinking.

The prospects for further research lie in analyzing the potential of artificial intelligence in the study of social engineering methods, as well as exploring the possibilities of integrating AI tools into the process of developing digital competence in information security of future computer science teachers.

### Список використаних джерел:

- [1] Alkaissi H., McFarlane S. Artificial hallucinations in ChatGPT: implications in scientific writing. *Cureus* 15.2 (2023). URL: <https://assets.cureus.com/uploads/editorial/pdf/138667/20230219-28928-6kcyip.pdf>
- [2] Chokkappagari R. How AI Detects Phishing Scams. *Insights2Techinfo*, pp.1. 2024. URL: <https://insights2techinfo.com/how-ai-detects-phishing-scams/>
- [3] Columbus L. DeepSeek AI's AI Breakthrough: A Bold Innovation or a Serious Data Privacy Risk? *LinkedIn*, 2025. URL: [https://www.linkedin.com/posts/louiscolombus\\_is-deepseek-really-sending-data-to-china-activity-7289771690425827331-6sBR](https://www.linkedin.com/posts/louiscolombus_is-deepseek-really-sending-data-to-china-activity-7289771690425827331-6sBR)
- [4] Hodhod R., Wang S., Khan S. Cybersecurity curriculum development using ai and decision support expert system. *International Journal of Computer Theory and Engineering* 10.4 (2018): 111. URL: [https://www.researchgate.net/profile/Rania-Hodhod/publication/330320538\\_Cybersecurity\\_Curriculum\\_Development\\_Using\\_AI\\_and\\_Decision\\_Support\\_Expert\\_System/links/5c5dc101a6fdccb608b0be80/Cybersecurity-Curriculum-Development-Using-AI-and-Decision-Support-Expert-System.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rania-Hodhod/publication/330320538_Cybersecurity_Curriculum_Development_Using_AI_and_Decision_Support_Expert_System/links/5c5dc101a6fdccb608b0be80/Cybersecurity-Curriculum-Development-Using-AI-and-Decision-Support-Expert-System.pdf)
- [5] Ilomäki L., Kantosalo A., Lakkala M. "What is digital competence." *Linked portal* (2011): 1-12. URL: [https://digitalcompetenceforum.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/05/digital\\_competence\\_definition1.pdf](https://digitalcompetenceforum.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/05/digital_competence_definition1.pdf)
- [6] Kulkarni N., Tupsakhare P. Crafting effective prompts: enhancing ai performance through structured input design. *Journal of recent trends in computer science and engineering (JRTCSE)* 12.5 (2024): 1-10. URL: [https://www.researchgate.net/profile/Preeti-Tupsakhare/publication/385591891\\_Crafting\\_Effective\\_Prompts\\_Enhancing\\_AI\\_Performance\\_through\\_Structured\\_Input\\_Design/links/672bd21edb208342deeced9/Crafting-Effective-Prompts-Enhancing-AI-Performance-through-Structured-Input-Design.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Preeti-Tupsakhare/publication/385591891_Crafting_Effective_Prompts_Enhancing_AI_Performance_through_Structured_Input_Design/links/672bd21edb208342deeced9/Crafting-Effective-Prompts-Enhancing-AI-Performance-through-Structured-Input-Design.pdf)
- [7] Lang D., Pillet J. Information and Communications Technology Threats: Personal Data and User Behaviour. *Communications of the IBIMA* (2011). URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/a2a2/0826ce9f6366fe968f897bede80ebfd6a6b0.pdf>
- [8] Pala S. Study to Develop AI Models for Early Detection of Network Vulnerabilities. *International Journal of Enhanced Research in Science, Technology & Engineering* ISSN: 2319-7463. URL: [https://www.researchgate.net/profile/Sravan-Pala/publication/380712170\\_Study\\_to\\_Develop\\_AI\\_Models\\_for\\_Early\\_Detection\\_of\\_Network\\_Vulnerabilities/links/664a789a0b0d284574482839/Study-to-Develop-AI-Models-for-Early-Detection-of-Network-Vulnerabilities.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sravan-Pala/publication/380712170_Study_to_Develop_AI_Models_for_Early_Detection_of_Network_Vulnerabilities/links/664a789a0b0d284574482839/Study-to-Develop-AI-Models-for-Early-Detection-of-Network-Vulnerabilities.pdf)
- [9] Генсерук Г. Р. Цифрова компетентність як одна із професійно значущих компетентностей майбутніх учителів. *Open educational e-environment of modern University*. 2019. № 6. С. 8–14. URL: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/2414-0325.2019.6.816/244>
- [10] Желязкова Л. І. Розвиток критичного мислення в учнів початкової школи в умовах НУШ. *Редакційна колегія* (2021). URL: [https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/10209/1/Актуальні%20питання\\_Вип\\_7%20%28верстка%29.pdf#page=51](https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/10209/1/Актуальні%20питання_Вип_7%20%28верстка%29.pdf#page=51)
- [11] Олексюк В. П., Олексюк О. Р. Стан сформованості компетентностей з інформаційної безпеки майбутніх учителів інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання* 62, № 6 (2017): 277-291. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1906/1285>
- [12] Освітньо-професійна програма «Середня освіта (Інформатика)» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за предметною спеціальністю 014.09 Середня освіта (Інформатика), спеціальності 014 Середня освіта. Запорізький національний університет. URL: [https://www.znu.edu.ua/opp/bak/math/opp\\_so-inform\\_23.pdf](https://www.znu.edu.ua/opp/bak/math/opp_so-inform_23.pdf)
- [13] Освітня програма «Середня освіта. Інформатика» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю А4.09 Середня освіта (Інформатика). Луцький національний технічний університет URL: [https://lntu.edu.ua/sites/default/files/2025-05/%21ОП\\_Инф%202025\\_СКАН\\_compressed.pdf](https://lntu.edu.ua/sites/default/files/2025-05/%21ОП_Инф%202025_СКАН_compressed.pdf)
- [14] Освітньо-професійна програма «Середня освіта (Інформатика)» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності А4 Середня освіта, предметної спеціальності А4.09 Середня освіта (Інформатика). Рівненський державний гуманітарний університет. URL: [https://www.rshu.edu.ua/images/osvitni\\_programi/2025/op\\_2025\\_bak\\_a4\\_09\\_soi.pdf](https://www.rshu.edu.ua/images/osvitni_programi/2025/op_2025_bak_a4_09_soi.pdf)
- [15] Освітньо-професійна програма «Середня освіта (Інформатика, математика, основи STEM-навчання)» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю А4 Середня освіта (за предметними спеціальностями), предметна спеціальність А4.09 Середня освіта (Інформатика). Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка. URL: [https://tnpu.edu.ua/about/public\\_inform/akredytatsiia%20ta%20litsenzuvannia/osvitni\\_prohramy/bakalavr/fizmat/%D0%904\\_09\\_2025.pdf](https://tnpu.edu.ua/about/public_inform/akredytatsiia%20ta%20litsenzuvannia/osvitni_prohramy/bakalavr/fizmat/%D0%904_09_2025.pdf)
- [16] Освітньо-професійна програма «Інформатика та Робототехніка» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю: А4 Середня освіта (за предметними спеціальностями), предметна спеціальність: Інформатика. Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка URL: [https://cusu.edu.ua/images/download-files/OP\\_quality-education/bakalavr/2025/Informatyka\\_ta\\_Robototekhnika\\_Bakalavr.pdf](https://cusu.edu.ua/images/download-files/OP_quality-education/bakalavr/2025/Informatyka_ta_Robototekhnika_Bakalavr.pdf)
- [17] Потапюк Л. М., Потапюк І. П. Інформаційно-цифрова компетентність як чинник забезпечення реформування освіти в Україні. (2019). URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/214867682.pdf>
- [18] Спирін О. М., Овчарук О. В. Цифрова компетентність. *Енциклопедія освіти/ Нац. акад. пед. наук України: 2-ге вид., допов. та перероб.* Київ: Юрінком Інтер, 2021. С. 1095-1096. URL:

- [https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/730767/1/Цифрова%20компетентність\\_Овчарук\\_Спірін%20ЕБ.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/730767/1/Цифрова%20компетентність_Овчарук_Спірін%20ЕБ.pdf)
- [19] Спірін О. М., Олексюк В. П. Досвід та перспективи використання технологій штучного інтелекту у навчанні майбутніх учителів інформатики. (2023): 63-67. URL: [https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/736338/1/Спірін\\_О.М.%20Олексюк%20В.П..\\_2023.%20С.63-67.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/736338/1/Спірін_О.М.%20Олексюк%20В.П.._2023.%20С.63-67.pdf)

## THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PROCESS OF DEVELOPING DIGITAL COMPETENCE IN INFORMATION SECURITY OF FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHERS

*Bohdan Oliinyk*

**Abstract.** The article examines the use of artificial intelligence to ensure information security by computer science teachers. The relevance of the article is due to the widespread use of artificial intelligence and the need to use relevant and innovative information security resources in the process of training future computer science teachers, which will allow them to increase their level of knowledge in this area, as well as more effectively counteract information security threats. The purpose of the article is to study the possibilities of using artificial intelligence in the process of developing digital competence in information security for future computer science teachers. The author explores the advantages and disadvantages of using AI in the process of developing digital competence in information security of future computer science teachers. Among the main advantages: using chatbots to obtain certain information or instructions, using AI to detect phishing and internet fraud, using specialized tools with AI to automate the process of scanning school network vulnerabilities. The author includes AI hallucination, a decrease in users' critical thinking, and the collection of personal data as the main disadvantages. The article describes real examples of the use of artificial intelligence in the process of developing digital competence in information security of future computer science teachers. The author also analyzes the concept of "digital competence", its components in the context of training future computer science teachers, as well as educational programs of the specialty A4.09 "Secondary Education (Informatics)" of Ukrainian higher education institutions regarding the presence of relevant competencies. We see the prospects for further research as an analysis of the capabilities of artificial intelligence in the process of studying social engineering methods, as well as the possibility of integrating AI tools in the process of developing digital competence in information security of future computer science teachers.

**Keywords:** artificial intelligence, information security, artificial intelligence in information security, digital competence, components of digital competence.

### References (translated and transliterated)

- [1] Alkaissi H., McFarlane S. Artificial hallucinations in ChatGPT: implications in scientific writing. *Cureus* 15.2 (2023). [Online]. Available: <https://assets.cureus.com/uploads/editorial/pdf/138667/20230219-28928-6kcyip.pdf> (in English).
- [2] Chokkappagari R. How AI Detects Phishing Scams. *Insights2Techinfo*, pp.1. 2024. [Online]. Available: <https://insights2techinfo.com/how-ai-detects-phishing-scams/> (in English).
- [3] Columbus L. DeepSeek AI's AI Breakthrough: A Bold Innovation or a Serious Data Privacy Risk? *LinkedIn*, 2025. [Online]. Available: [https://www.linkedin.com/posts/louiscolombus\\_is-deepseek-really-sending-data-to-china-activity-7289771690425827331-6sBR](https://www.linkedin.com/posts/louiscolombus_is-deepseek-really-sending-data-to-china-activity-7289771690425827331-6sBR) (in English).
- [4] Hodhod R., Wang S., Khan S. Cybersecurity curriculum development using ai and decision support expert system. *International Journal of Computer Theory and Engineering* 10.4 (2018): 111. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Rania-Hodhod/publication/330320538\\_Cybersecurity\\_Curriculum\\_Development\\_Using\\_AI\\_and\\_Decision\\_Support\\_Expert\\_System/links/5c5dc101a6fdccb608b0be80/Cybersecurity-Curriculum-Development-Using-AI-and-Decision-Support-Expert-System.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rania-Hodhod/publication/330320538_Cybersecurity_Curriculum_Development_Using_AI_and_Decision_Support_Expert_System/links/5c5dc101a6fdccb608b0be80/Cybersecurity-Curriculum-Development-Using-AI-and-Decision-Support-Expert-System.pdf) (in English).
- [5] Ilomäki L., Kantosalo A., Lakkala M. "What is digital competence." *Linked portal* (2011): 1-12. [Online]. Available: [https://digitalcompetenceforum.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/05/digital\\_competence\\_definition1.pdf](https://digitalcompetenceforum.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/05/digital_competence_definition1.pdf) (in English).
- [6] Kulkarni N., Tupsakhare P. Crafting effective prompts: enhancing ai performance through structured input design. *Journal of recent trends in computer science and engineering (JRTCSE)* 12.5 (2024): 1-10. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Preeti-Tupsakhare/publication/385591891\\_Crafting\\_Effective\\_Prompts\\_Enhancing\\_AI\\_Performance\\_through\\_Structured\\_Input\\_Design/links/672bd21edb208342deeced9/Crafting-Effective-Prompts-Enhancing-AI-Performance-through-Structured-Input-Design.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Preeti-Tupsakhare/publication/385591891_Crafting_Effective_Prompts_Enhancing_AI_Performance_through_Structured_Input_Design/links/672bd21edb208342deeced9/Crafting-Effective-Prompts-Enhancing-AI-Performance-through-Structured-Input-Design.pdf) (in English).
- [7] Lang D., Pillet J. Information and Communications Technology Threats: Personal Data and User Behaviour. *Communications of the IBIMA* (2011). [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/a2a2/0826ce9f6366fe968f897bede80ebfd6a6b0.pdf> (in English).
- [8] Pala S. Study to Develop AI Models for Early Detection of Network Vulnerabilities. *International Journal of*

- Enhanced Research in Science, Technology & Engineering ISSN: 2319-7463. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Sravan-Pala/publication/380712170\\_Study\\_to\\_Develop\\_AI\\_Models\\_for\\_Early\\_Detection\\_of\\_Network\\_Vulnerabilities/links/664a789a0b0d284574482839/Study-to-Develop-AI-Models-for-Early-Detection-of-Network-Vulnerabilities.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sravan-Pala/publication/380712170_Study_to_Develop_AI_Models_for_Early_Detection_of_Network_Vulnerabilities/links/664a789a0b0d284574482839/Study-to-Develop-AI-Models-for-Early-Detection-of-Network-Vulnerabilities.pdf) (in English).
- [9] Henseruk H. R. Tsyfrova kompetentnist yak odna iz profesiino znachushchykh kompetentnostei maibutnikh uchyteliv [Digital competence as one of the professionally significant competencies of future teachers]. Open educational e-environment of modern University. 2019. № 6. Pp. 8–14. [Online]. Available: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/2414-0325.2019.6.816/244> (in Ukrainian).
- [10] Zheliazkova, L. I. Rozvytok krytychnoho myslennia v uchniv pochatkovoї shkoly v umovakh NUSH [Development of critical thinking in primary school students in the conditions of the NUS]. Redaktsiina kolehiia (2021). [Online]. Available: [https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/10209/1/Актуальні%20питання\\_Вип\\_7%20%28верстка%29.pdf#page=51](https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/10209/1/Актуальні%20питання_Вип_7%20%28верстка%29.pdf#page=51) (in Ukrainian).
- [11] Oleksiuk V. P., Oleksiuk O. R. Stan sformovanosti kompetentnostei z informatsiinoi bezpeky maibutnikh uchyteliv informatyky [The state of formation of information security competencies of future computer science teachers]. Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia 62, № 6 (2017): 277–291. [Online]. Available: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1906/1285> (in Ukrainian).
- [12] Osvitno-profesiina prohrama «Serednia osvita (Informatyka)» pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity za predmetnoi spetsialnistiu 0.14.09 Serednia osvita (Informatyka), spetsialnosti 014 Serednia osvita [Educational and professional program "Secondary Education (Informatics)" of the first (bachelor's) level of higher education in the subject specialty 0.14.09 Secondary Education (Informatics), specialty 014 Secondary Education]. Zaporizkyi natsionalnyi universytet. [Online]. Available: [https://www.znu.edu.ua/opp/bak/math/opp\\_so-inform\\_23.pdf](https://www.znu.edu.ua/opp/bak/math/opp_so-inform_23.pdf) (in Ukrainian).
- [13] Osvitnia prohrama «Serednia osvita. Informatyka» pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity za spetsialnistiu A4.09 Serednia osvita (Informatyka) [Educational program "Secondary Education. Informatics" of the first (bachelor's) level of higher education in the specialty A4.09 Secondary Education (Informatics)]. Lutskiyi natsionalnyi tekhnichnyi universytet. [Online]. Available: [https://lntu.edu.ua/sites/default/files/2025-05/%21ОП\\_Інф%202025\\_СКАН\\_compressed.pdf](https://lntu.edu.ua/sites/default/files/2025-05/%21ОП_Інф%202025_СКАН_compressed.pdf) (in Ukrainian).
- [14] Osvitno-profesiina prohrama «Serednia osvita (Informatyka)» pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity spetsialnosti A4 Serednia osvita, predmetnoi spetsialnosti A4.09 Serednia osvita (Informatyka) [Educational and professional program "Secondary Education (Informatics)" of the first (bachelor's) level of higher education, specialty A4 Secondary Education, subject specialty A4.09 Secondary Education (Informatics)]. Rivnenskyi derzhavnyi humanitarnyi universytet. [Online]. Available: [https://www.rshu.edu.ua/images/osvitni\\_programi/2025/op\\_2025\\_bak\\_a4\\_09\\_soi.pdf](https://www.rshu.edu.ua/images/osvitni_programi/2025/op_2025_bak_a4_09_soi.pdf) (in Ukrainian).
- [15] Osvitno-profesiina prohrama «Serednia osvita (Informatyka, matematika, osnovy STEM-navchannia)» pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity za spetsialnistiu A4 Serednia osvita (za predmetnymi spetsialnostiamy), predmetna spetsialnist A4.09 Serednia osvita (Informatyka) [Educational and professional program "Secondary education (Informatics, mathematics, fundamentals of STEM education)" of the first (bachelor's) level of higher education in the specialty A4 Secondary education (by subject specialties), subject specialty A4.09 Secondary education (Informatics)]. Ternopilskiyi natsionalnyi pedahohichnyi universytet imeni V. Hnatiuka. [Online]. Available: [https://tnpu.edu.ua/about/public\\_inform/akredytatsiia%20ta%20litsenzuvannia/osvitni\\_prohramy/bakalavr/fizmat/%D0%904\\_09\\_2025.pdf](https://tnpu.edu.ua/about/public_inform/akredytatsiia%20ta%20litsenzuvannia/osvitni_prohramy/bakalavr/fizmat/%D0%904_09_2025.pdf) (in Ukrainian).
- [16] Osvitno-profesiina prohrama «Informatyka ta Robototekhnika» pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity za spetsialnistiu: A4 Serednia osvita (za predmetnymi spetsialnostiamy), predmetna spetsialnist: Informatyka [Educational and professional program "Informatics and Robotics" of the first (bachelor's) level of higher education in the specialty: A4 Secondary education (by subject specialties), subject specialty: Informatics]. Tsentralnoukrainskyi derzhavnyi universytet imeni Volodymyra Vynnychenka. [Online]. Available: [https://cusu.edu.ua/images/download-files/OP\\_quality-education/bakalavr/2025/Informatyka\\_ta\\_Robototekhnika\\_Bakalavr.pdf](https://cusu.edu.ua/images/download-files/OP_quality-education/bakalavr/2025/Informatyka_ta_Robototekhnika_Bakalavr.pdf) (in Ukrainian).
- [17] Potapiuk L. M., Potapiuk I. P. Informatsiino-tsyfrova kompetentnist yak chynnyk zabezpechennia reformuvannia osvity v Ukraini [Information and digital competence as a factor in ensuring education reform in Ukraine] (2019). [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/214867682.pdf> (in Ukrainian).
- [18] Spirin O. M., Ovcharuk O. V. Tsyfrova kompetentnist [Digital competence]. Entsyklopediia osvity / Nats. akad. ped. nauk Ukrainy: 2-he vyd., dopov. ta pererob. Kyiv: Yurinkom Inter, 2021. S. 1095–1096. [Online]. Available: [https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/730767/1/Цифрова%20компетентність\\_Овчарук\\_Спирін%20ЕБ.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/730767/1/Цифрова%20компетентність_Овчарук_Спирін%20ЕБ.pdf) (in Ukrainian).
- [19] Spirin O. M., Oleksiuk V. P. Dosvid ta perspektyvy vykorystannia tekhnologii shtuchnogo intelektu u navchanni maibutnikh uchyteliv informatyky [Experience and prospects of using artificial intelligence technologies in teaching future computer science teachers]. (2023): 63–67. [Online]. Available: [https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/736338/1/Спирін\\_О.М.%20%20Олексюк%20В.П..\\_2023.%20С.63-67.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/736338/1/Спирін_О.М.%20%20Олексюк%20В.П.._2023.%20С.63-67.pdf) (in Ukrainian).

**Мінтій Ірина Сергіївна**

кандидат педагогічних наук, доцент, старший дослідник,  
<sup>1</sup>старший науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем  
Інституту цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна;  
<sup>2</sup>доцент кафедри інформатики та прикладної математики  
Криворізького державного педагогічного університету, м. Кривий Ріг, Україна;  
<sup>3</sup>доцент кафедри систем автоматизованого проектування  
Національного університету «Львівська політехніка», м. Львів, Україна  
ORCID ID: 0000-0003-3586-4311  
*mintii@iitlt.gov.ua*

**Вакалюк Тетяна Анатоліївна**

доктор педагогічних наук, професор,  
<sup>1</sup>завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення  
Державного університету «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна;  
<sup>2</sup>провідний науковий співробітник сектору мережних технологій і баз даних  
відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем  
Інституту цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна;  
<sup>3</sup>професор кафедри інформатики та прикладної математики  
Криворізького державного педагогічного університету, м. Кривий Ріг, Україна  
ORCID ID: 0000-0001-6825-4697  
*tetianavakaliuk@gmail.com*

**Іванова Світлана Миколаївна,**

завідувач відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем  
Інституту цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна  
ORCID ID: 0000-0002-3613-9202  
*iv-svetlana@iitlt.gov.ua*

**Олексюк Василь Петрович,**

доктор педагогічних наук, професор, старший дослідник,  
<sup>1</sup>професор кафедри інформатики та методики її навчання  
Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, м. Тернопіль, Україна;  
<sup>2</sup>провідний науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем  
Інституту цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна  
ORCID ID: 0000-0003-2206-8447  
*oleksyuk@fizmat.tnpu.edu.ua*

**Спирін Олег Михайлович,**

доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України,  
<sup>1</sup>директор Інституту цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна;  
<sup>2</sup>професор кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
Житомирського державного університету імені Івана Франка, м. Житомир, Україна  
ORCID ID: 0000-0002-9594-6602  
*spirin@iitlt.gov.ua*

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДИКИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ НАУКОВИХ І НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЗАСОБАМИ ВІДКРИТИХ ОСВІТНЬО-НАУКОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ: РЕЗУЛЬТАТИ ФОРМУВАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ**

**Анотація.** Актуальність дослідження зумовлена інтенсивною цифровою трансформацією науково-освітнього простору, що висуває нові вимоги до професійної компетентності наукових і науково-педагогічних працівників щодо ефективного використання відкритих освітньо-наукових інформаційних систем, наукометричних баз даних та інших цифрових інструментів у дослідницькій, методичній, навчальній та організаційно-комунікаційній діяльності. Метою статті є представлення результатів формувального експерименту з оцінювання ефективності розробленого методичного підходу до розвитку цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників засобами відкритих освітньо-наукових інформаційних систем. У дослідженні застосовано методи формувального експерименту та статистичний аналіз із використанням критерію  $\chi^2$  Пірсона. Зміст дослідження включає проведення експерименту за участю 94 наукових і науково-педагогічних

працівників, розподілених на експериментальну (49 осіб) та контрольну (45 осіб) групи. Розроблено комплекс методик використання вебсервісу Canva, систем штучного інтелекту (DeepThink, ScholarGPT), наукометричних баз даних (Dimensions, ERIH PLUS, Scilit), хмарних офісних рішень, соціальних та академічних мереж, відкритих журнальних систем (OJS) та інших цифрових інструментів, інтегрованих у дистанційний курс на платформі Google Classroom. Результати засвідчують статистично значущі відмінності між групами за всіма п'ятьма складниками цифрової компетентності: навчальною ( $\chi^2=6,54$ ), дослідницькою ( $\chi^2=10,83$ ), методичною ( $\chi^2=7,82$ ), організаційно-комунікаційною ( $\chi^2=7,37$ ) та кросдіяльнісною ( $\chi^2=8,02$ ). Найбільш виражені позитивні зміни спостерігаються в експериментальній групі за дослідницькою компетентністю, де частка учасників з високим рівнем (28,6%) у 2,1 разу перевищує контрольну групу (13,3%), що підтверджує особливу ефективність роботи з наукометричними платформами та спеціалізованими системами штучного інтелекту. Практичне значення полягає у можливості впровадження розробленої методики в систему підвищення кваліфікації наукових і науково-педагогічних працівників.

**Ключові слова:** цифрова компетентність, відкриті освітньо-наукові інформаційні системи, наукометричні бази даних, формувальний експеримент.

**Вступ.** Сучасний етап розвитку вищої освіти характеризується інтенсивною цифровою трансформацією всіх аспектів наукової та педагогічної діяльності. Цифровізація науково-освітнього простору висуває нові вимоги до професійної компетентності наукових і науково-педагогічних працівників, зокрема до їхньої здатності ефективно використовувати відкриті освітньо-наукові інформаційні системи, наукометричні бази даних, системи штучного інтелекту (ШІ) та інші цифрові інструменти у дослідницькій, методичній, навчальній та організаційно-комунікаційній діяльності. У зв'язку з цим, актуальною стає проблема розроблення та експериментальної перевірки ефективних методик цілеспрямованого розвитку цифрової компетентності науковців.

У рамках наукового дослідження «Розвиток цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників засобами відкритих освітньо-наукових інформаційних систем» було проведено двоетапне дослідження, що включало констатувальний та формувальний експерименти. На констатувальному етапі, реалізованому у 2024 році, було визначено актуальні потреби наукових і науково-педагогічних працівників щодо розвитку цифрової компетентності, ідентифіковано найбільш затребувані цифрові інструменти та сформульовано очікування учасників щодо змісту майбутнього курсу. Результати констатувального експерименту стали підґрунтям для розроблення комплексу методик використання відкритих освітньо-наукових інформаційних систем, орієнтованих на розвиток конкретних складників цифрової компетентності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** у базі даних Scopus засвідчує зростаючу увагу до проблематики цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників. Дослідження показують, що цифрова компетентність є критично важливою для ефективного викладання та навчання у вищій освіті, охоплюючи широкий спектр навичок від пошуку та використання інформації до створення цифрового контенту і забезпечення безпеки [1], [2]. Встановлено, що рівень цифрової компетентності варіюється залежно від статі, академічного рівня та галузі знань, при цьому технічні факультети демонструють вищі показники порівняно з факультетами охорони здоров'я [2], [3]. Особливо важливим є висновок про необхідність безперервного професійного розвитку та індивідуалізованих програм навчання, що враховують специфічні потреби та прогалини у цифрових компетентностях академічного персоналу [4]. Водночас дослідники підкреслюють існування значних викликів у інтеграції цифрових інструментів у викладацькі практики, особливо щодо створення цифрового контенту та дотримання академічної етики [5], [6].

**Метою написання статті** є представлення результатів формувального експерименту з оцінювання ефективності розробленої методики розвитку цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників засобами відкритих освітньо-наукових інформаційних систем.

**Подання основного матеріалу дослідження.** Базуючись на положеннях моделі розвитку цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників,

представленої у [7], виконавці наукового дослідження здійснили формувальний експеримент, спрямований на експериментальну перевірку її дієвості та практичної результативності. Відповідно до структури моделі, що включає навчальний, дослідницький, методичний, організаційно-комунікаційний та кросдіяльнісний складники цифрової компетентності, було розроблено комплекс методик, орієнтованих на розвиток конкретних цифрових компетентностей, релевантних професійній діяльності науковців. Зокрема, виконавці наукового дослідження створили методики використання вебсервісу графічного дизайну Canva; систем ШІ загального призначення; спеціалізованих платформ ШІ (DeepThink та Scholar GPT); наукометричних баз і бібліометричних систем; хмарних офісних рішень; системи міжнародного рейтингу National H-index Ranking; соціальних і академічних мереж; міжнародної реферативної бази ERIH PLUS на платформі Dimensions; відкритих журнальних систем (OJS); бази наукових матеріалів Scilit; Українського індексу наукового цитування Open Ukrainian Citation Index; інформаційно-аналітичної системи «Бібліометрика української науки»; а також системи присвоєння DOI CrossRef. Усі зазначені методики були інтегровані в єдиний дистанційний курс, створений у середовищі Google Classroom, що забезпечило системність, послідовність та педагогічну керованість процесу формування цифрової компетентності.

До дистанційного курсу було зараховано 134 учасники, однак 40 слухачів, які є співробітниками Інституту цифровізації освіти НАПН України, не були включені до вибірки експерименту з міркувань забезпечення чистоти дослідження та недопущення систематичного зміщення результатів. Решта учасників були розподілені на контрольну (КГ) та експериментальну (ЕГ) групи.

На початку експерименту групи були сформовані випадковим чином і не мали статистично значущих відмінностей за демографічними характеристиками та вихідним рівнем цифрової компетентності, що забезпечило коректність порівняння результатів.

Навчання ЕГ здійснювалося відповідно до комплексу розроблених методик, що передбачало систематичне залучення слухачів до роботи з відкритими освітньо-науковими інформаційними системами, цифровими сервісами та інструментами, визначеними у моделі. У КГ навчальний процес відбувався у традиційному форматі, без введення спеціальних методик, спрямованих на цілеспрямований розвиток цифрової компетентності, що надало можливість об'єктивно порівняти вплив розроблених педагогічних рішень.

Метою формувального експерименту є експериментальна перевірка ефективності розробленої методики розвитку цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників. Для оцінювання змін у рівнях сформованості цифрової компетентності було застосовано критерій узгодженості  $\chi^2$  Пірсона. Вибір цього критерію є обґрунтованим, оскільки структура експерименту повністю задовольняє його вимоги: загальний обсяг вибірки не менший ніж 30 осіб; частоти в усіх комірках емпіричних таблиць відповідностей не менші за 5; категорії оцінювання рівнів (базовий, достатній, високий) є взаємовиключними та вичерпно охоплюють усю варіативність ознаки; спостереження належать лише одній категорії. Також у дослідженні забезпечено випадковість та незалежність вибірок КГ та ЕГ.

Кількість ступенів свободи для критерію Пірсона визначається за формулою  $(r-1)(c-1)$ , де  $r$  – кількість груп,  $c$  – кількість категорій. У нашому експерименті використано три рівні оцінювання ( $c=3$ ), та дві групи ( $r=2$ ). Нульова гіпотеза  $H_0$  полягала у припущенні, що ймовірність потрапляння учасників КГ та ЕГ у кожен з трьох категорій рівнів цифрової компетентності є однаковою. Альтернативна гіпотеза  $H_1$  передбачала наявність статистично значущих відмінностей між розподілами хоча б в одній із категорій.

*Характеристика вибірки учасників експерименту.* Аналіз віку учасників експерименту (рис. 1) засвідчує представленість усіх основних вікових категорій наукових і науково-педагогічних працівників. Найбільш чисельно представленою є група віком 41–50 років, яка охоплює 36 осіб (38,3% від загальної кількості учасників), що становить більше третини всього масиву даних. За нею йдуть працівники віком 31–40 років (24 особи, 25,5%) та 51–60 років (21 особа, 22,3%). Молодша вікова група 25–30 років налічує 9 респондентів (9,6%), а

найстарша категорія віком понад 60 років представлена 4 учасниками (близько 4,3%). Така вікова структура засвідчує виразну перевагу досвідчених фахівців середнього віку.

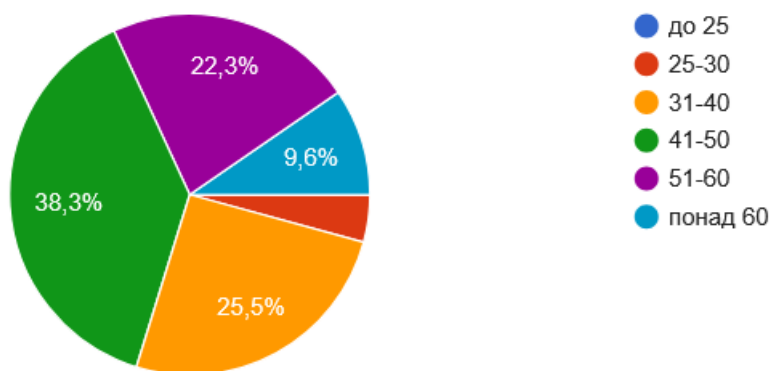


Рис. 1. Розподіл учасників формульовального експерименту за віком

Гендерний склад вибірки (рис. 2) демонструє помітне переважання жінок серед учасників дослідження, оскільки жіноча стать представлена 72 респондентами (76,6%), тоді як чоловіча – 22 учасниками (23,4%). Така диспропорція відображає реальну структуру наукової та науково-педагогічної спільноти України.

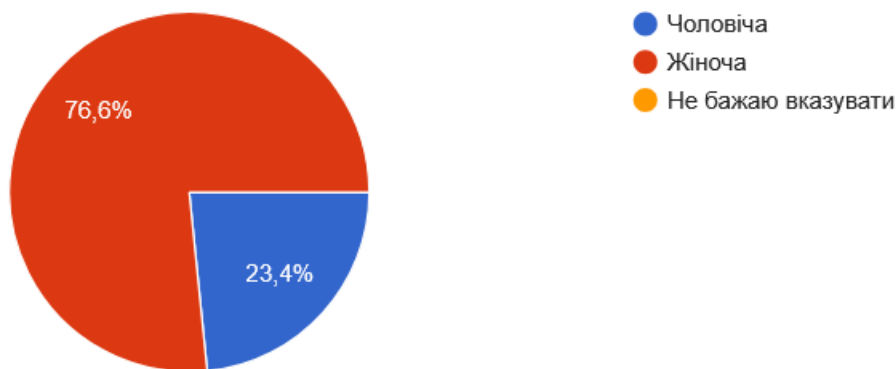


Рис. 2. Розподіл учасників формульовального експерименту за статтю

Розподіл учасників за галузями знань показує, що найбільш представленою є галузь "Освіта", яка охоплює 39 осіб (41,5% вибірки). Другою за чисельністю є галузь "Інформаційні технології" – 13 осіб (13,8%). Галузі "Бізнес, адміністрування та право" та "Природничі науки, математика та статистика" представлені по 11 осіб (по 11,7% кожна) (рис. 3). Така галузева різноманітність вибірки є важливою методологічною характеристикою.



Рис. 3. Розподіл учасників формульовального експерименту за галуззю знань

Аналіз посадового статусу респондентів (рис. 4) показує, що найбільш чисельну групу становлять доценти – 45 осіб (47,9%). Професори представлені 14 учасниками (14,9%). Решта посад (37,2%) включає молодших, старших та провідних наукових співробітників, аспірантів і докторантів, завідувачів кафедр та лабораторій.

Посада  
94 відповіді



Рис. 4. Розподіл учасників формульального експерименту за займаною посадою

У діаграмі щодо наукових ступенів (рис. 5) відображено різні щаблі академічної кваліфікації учасників. Найбільшу групу становлять кандидати наук – 58 осіб (61,7%), доктори наук представлені 17 учасниками (18,1%), а науковці без наукового ступеня – 19 особами (20,2%).

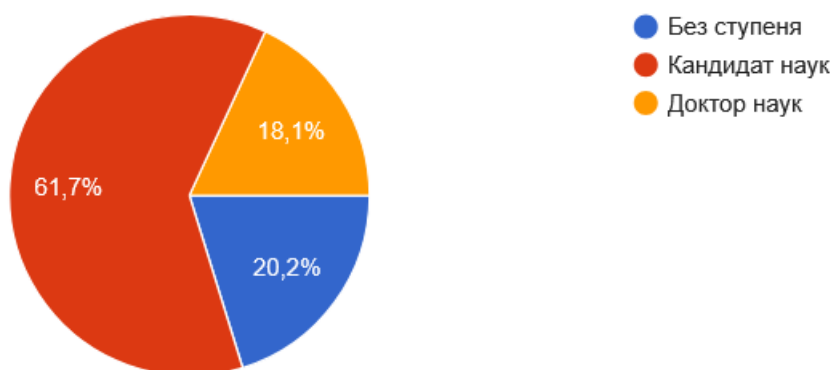


Рис. 5. Розподіл учасників формульального експерименту за науковим ступенем

Найчисельнішою є група зі стажем понад 20 років, яка охоплює 44 особи (46,8%). Група зі стажем 10–20 років налічує 25 осіб (26,6%), фахівці зі стажем 5–10 років представлені 14 учасниками (14,9%), а група з найменшим досвідом (до 5 років) – 11 особами (11,7%) (рис. 6).

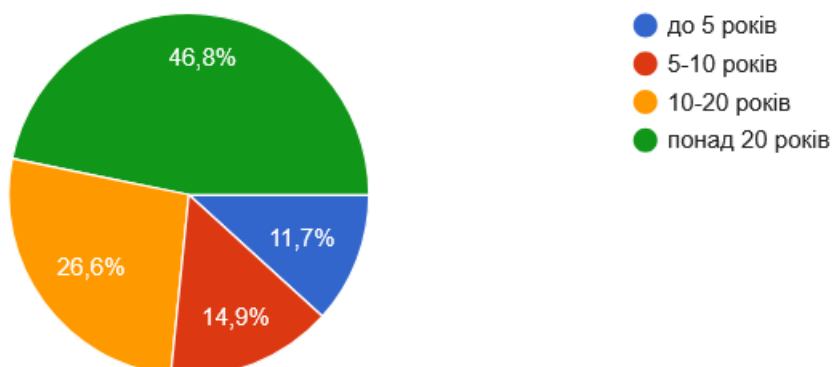


Рис. 6. Розподіл учасників формульального експерименту за стажем наукової роботи

Комплексний аналіз цих демографічних показників дозволяє зробити висновок, що вибірка учасників експерименту є достатньо повною, репрезентативною та збалансованою з позиції вікових, гендерних, галузевих, посадових, академічних і стажових характеристик. Домінування досвідчених науково-педагогічних працівників середнього віку зі ступенем кандидата наук, посадою доцента та значним професійним стажем відображає типовий профіль українського науково-педагогічного працівника.

Методика проведення експерименту. У межах даного дослідження акцент було зроблено на цілеспрямованому розвитку, а не на первинному формуванні цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників. Учасники експерименту вже володіли базовими цифровими навичками, тому запропоновані методики були спрямовані на поглиблення тих

умінь, які є найбільш затребуваними у сучасній освітній та науковій діяльності. Обрані інструменти – системи ШІ, наукометричні платформи, бази наукових цитувань, відкриті журнальні системи, хмарні технології та засоби академічної комунікації – забезпечують найбільший вплив на розвиток провідних складників цифрової компетентності. Такий вибір виправданий як з науково-методологічного погляду, так і з позиції практичної реалізації експерименту, тривалість якого становила один навчальний рік.

*Таблиця 1*

**Матриця відповідності методик складникам цифрової компетентності**

№	Методика / інструмент	Цифрова навчальна	Цифрова дослідницька	Цифрова методична	Цифрова організаційно-комунікаційна	Цифрова кросдіяльнісна
1	Canva (графічний дизайн)	++	+	+++	++	+
2	Системи ШІ (загальні)	+++	+++	++	++	++
3	DeepThink, ScholarGPT	+	+++	++	+	++
4	Наукометричні бази даних (Dimensions, ERIH PLUS тощо)	–	+++	++	+	++
5	Хмарні сервіси (редактори, таблиці, тести)	+++	++	++	++	+
6	National H-index Ranking	–	+++	+	++	++
7	Соціальні та академічні мережі	+	++	+	+++	++
8	Відкриті журнальні системи (OJS)	+	+++	–	++	++
9	Scilit (пошукова система)	–	+++	+	+	++

У поданій матриці (табл. 1) використано умовні позначення ступеня впливу кожної методики на відповідний складник цифрової компетентності:

- +++ – значний, провідний вплив; інструмент безпосередньо спрямований на розвиток цього складника.
- ++ – суттєвий вплив; інструмент підтримує розвиток складника в межах основної діяльності.
- + – помірний, опосередкований вплив; інструмент може використовуватися для розвитку певного складника.
- – – мінімальний або відсутній вплив; інструмент не має прямої функціональної спрямованості на розвиток зазначеного складника.

Під час формувального експерименту учасники працювали з різноманітними цифровими інструментами, функціональне призначення яких неоднаково співвідноситься зі структурними

складниками моделі цифрової компетентності. Це означає, що запропоновані методики мають різний ступінь впливу на окремі складники цифрової компетентності.

Найбільш суттєві зміни слід очікувати у сфері цифрової дослідницької компетентності, яка охоплює навички пошуку, критичного аналізу, верифікації та опрацювання наукових даних. Переважна більшість застосованих методик – робота з аналітичними сервісами (Dimensions, ERIH PLUS, Scilit), індексами цитувань (CrossRef, OUCI), спеціалізованими платформами ШІ (DeepThink, ScholarGPT) та відкритими журнальними системами (OJS) – безпосередньо спрямована на розвиток саме цього складника. Зокрема, методика роботи з OJS забезпечує формування навичок публікації результатів досліджень у відкритих наукових журналах, розуміння процесів рецензування, підготовки рукописів відповідно до міжнародних стандартів, а також роботи з метаданими наукових публікацій. Тому в ЕГ прогнозується найвиразніше статистично значуще зрушення у дослідницькій сфері цифрової діяльності, що має проявитися у результатах контрольного діагностування.

Помітні позитивні зміни також прогнозуються у цифровій методичній компетентності. Найбільший вплив на цей складник має методика роботи з Canva, оскільки цей інструмент безпосередньо призначений для створення візуальних освітніх матеріалів, інфографіки, презентацій та іншого навчально-методичного контенту у цифровому форматі. Хмарні сервіси та системи ШІ також сприяють розвитку методичної компетентності через можливості створення інтерактивних завдань, тестів та автоматизації підготовки навчальних матеріалів.

Відчутні зрушення можна передбачити у межах цифрової організаційно-комунікаційної компетентності, зокрема у сфері онлайн-комунікації, презентаційної діяльності та професійної взаємодії в академічних спільнотах. Це зумовлено застосуванням соціальних та академічних мереж і хмарних сервісів для спільної роботи.

Цифрова навчальна компетентність може демонструвати неоднорідну динаміку розвитку. З одного боку, методики роботи з хмарними сервісами, Canva та системами ШІ мають значний потенціал впливу на цей складник. З іншого боку, наукометричні інструменти мають мінімальний вплив на навчальну компетентність.

Таким чином, система застосованих методик має різний потенціал впливу на структурні складники цифрової компетентності, що зумовлює необхідність диференційованого підходу до аналізу результатів формувального експерименту.

**Результати експерименту.** Діагностика рівнів сформованості цифрової компетентності учасників експерименту здійснювалася шляхом заповнення підсумкової анкети та виконання тестових завдань. Крім того, протягом курсу обидві групи виконували практичні завдання, результати яких також враховувалися при визначенні фінального рівня компетентності. Після завершення формувального етапу було проведено підсумкове діагностування, результати якого дозволили встановити розподіл учасників ЕГ (n = 49) та КГ (n = 45) груп за трьома рівнями: базовим, достатнім та високим.

Представимо результати статистичного аналізу за кожним структурним складником цифрової компетентності. Результати за цифровою навчальною компетентністю подані в табл. 2.

*Таблиця 2*

#### Цифрова навчальна компетентність

Рівень	ЕГ (n=49)	КГ (n=45)	ЕГ (%)	КГ (%)
Базовий	6	14	12,2	31,1
Достатній	29	25	59,2	55,6
Високий	14	6	28,6	13,3

Проведений статистичний аналіз показав, що  $\chi^2 = 6,54$ ; ступені свободи = 2. Критичне значення  $\chi^2$  при  $\alpha = 0,05$  становить 5,99. Оскільки емпіричне значення  $\chi^2$  (6,54) перевищує критичне (5,99), нульова гіпотеза відхиляється на рівні значущості 0,05. Це свідчить про

наявність статистично значущих відмінностей між ЕГ та КГ за рівнями сформованості цифрової навчальної компетентності. В ЕГ частка учасників з базовим рівнем становить лише 12,2%, що на 18,9 відсоткових пункти менше, ніж у КГ (31,1%). Водночас частка учасників з високим рівнем в ЕГ (28,6%) у більше, ніж у 2 рази перевищує аналогічний показник у КГ (13,3%). Це підтверджує позитивний вплив запропонованих методик, зокрема роботи з хмарними сервісами, Canva та системами ШІ, на розвиток цифрової навчальної компетентності. Результати за цифровою дослідницькою компетентністю подані в табл. 3.

**Таблиця 3**

**Цифрова дослідницька компетентність**

Рівень	ЕГ (n=49)	КГ (n=45)	ЕГ (%)	КГ (%)
Базовий	5	17	10,2	37,6
Достатній	30	22	61,2	48,9
Високий	14	6	28,6	13,3

За результатами статистичного аналізу було встановлено, що  $\chi^2 = 10,83$ ; ступені свободи = 2. Емпіричне значення  $\chi^2$  (10,83) значно перевищує критичне значення як при  $\alpha = 0,05$  (5,99), так і при  $\alpha = 0,01$  (9,210). Це свідчить про дуже високий рівень статистичної значущості відмінностей між групами. Цифрова дослідницька компетентність демонструє найбільш виражені зміни серед усіх досліджуваних складників. В ЕГ частка учасників з базовим рівнем становить лише 10,2% проти 37,6% у КГ, що є різницею у 27,4 відсоткових пункти. Частка учасників з високим рівнем в ЕГ (28,6%) більше, ніж у 2 рази перевищує показник КГ (13,3%). Ці результати повністю підтверджують прогноз, викладений в інтерпретації матриці відповідності методик: робота з наукометричними базами даних (Dimensions, ERIH PLUS, Scilit), спеціалізованими платформами ШІ (DeepThink, ScholarGPT), індексами цитувань та аналітичними системами забезпечила максимальний ефект саме у дослідницькому складнику цифрової компетентності. Результати за цифровою методичною компетентністю подані в табл. 4.

**Таблиця 4**

**Цифрова методична компетентність**

Рівень	ЕГ (n=49)	КГ (n=45)	ЕГ (%)	КГ (%)
Базовий	5	13	10,2	28,9
Достатній	30	27	61,2	60,0
Високий	14	5	28,6	11,1

Статистичний аналіз результатів показав, що  $\chi^2 = 7,82$ ; ступені свободи = 2. Емпіричне значення  $\chi^2$  (7,82) перевищує критичне значення при  $\alpha = 0,05$  (5,99), що підтверджує статистично значущі відмінності між групами на рівні значущості 0,05. В ЕГ частка учасників з базовим рівнем становить 10,2%, що майже втричі менше, ніж у КГ (28,9%). Частка учасників з високим рівнем в ЕГ (28,6%) у 2,6 рази перевищує показник КГ (11,1%). Ці результати підтверджують ефективність методик роботи з Canva, яка безпосередньо орієнтована на створення візуальних освітніх матеріалів, інфографіки, презентацій та навчально-методичного контенту. Хмарні сервіси (Google Workspace, онлайн-редактори, форми для тестування) та системи ШІ також суттєво сприяли розвитку цього складника через можливості спільної роботи над освітніми ресурсами, автоматизації підготовки навчальних матеріалів та створення інтерактивних завдань у цифровому форматі.

Результати за цифровою організаційно-комунікаційною компетентністю подані в табл. 5.

Таблиця 5

## Цифрова організаційно-комунікаційна компетентність

Рівень	ЕГ (n=49)	КГ (n=45)	ЕГ (%)	КГ (%)
Базовий	5	11	10,2	24,4
Достатній	27	28	55,1	62,2
Високий	17	6	34,7	13,3

За результатами статистичного аналізу маємо, що  $\chi^2 = 7,37$ ; ступені свободи = 2. Емпіричне значення  $\chi^2 (7,37)$  перевищує критичне значення при  $\alpha = 0,05 (5,99)$ , що підтверджує статистично значущі відмінності між групами.

В ЕГ частка учасників з базовим рівнем становить 10,2% проти 24,4% у КГ. Найбільш виразною є різниця на високому рівні: в ЕГ цей показник становить 34,7%, що у 2,6 разу перевищує показник КГ (13,3%). Це найвищий відсоток учасників з високим рівнем серед усіх досліджуваних складників, що свідчить про особливу ефективність методик роботи з соціальними та академічними мережами, а також з хмарними сервісами для спільної роботи. Ці інструменти забезпечили розвиток навичок онлайн-комунікації, презентаційної діяльності та професійної взаємодії в академічних спільнотах.

Результати за цифровою кросдіяльнісною компетентністю подані в табл. 6.

Таблиця 6

## Цифрова кросдіяльнісна компетентність

Рівень	ЕГ (n=49)	КГ (n=45)	ЕГ (%)	КГ (%)
Базовий	5	13	10,2	28,9
Достатній	28	26	57,1	57,8
Високий	16	6	32,7	13,3

За результатами статистичного аналізу маємо, що  $\chi^2 = 8,02$ ; ступені свободи = 2. Емпіричне значення  $\chi^2 (8,02)$  перевищує критичне значення при  $\alpha = 0,05 (5,99)$ , що підтверджує статистично значущі відмінності між групами. В ЕГ частка учасників з базовим рівнем становить 10,2%, що майже втричі менше, ніж у КГ (28,9%). Частка учасників з високим рівнем в ЕГ (32,7%) у 2,5 разу перевищує показник КГ (13,3%). Ці результати підтверджують ефективність методик, які суттєво впливають на розвиток кросдіяльнісної компетентності. Робота з системами ШІ (DeepThink, ScholarGPT), наукометричними базами даних, соціальними та академічними мережами, відкритими журнальними системами (OJS) та Scilit забезпечила формування навичок академічної доброчесності, інформаційної безпеки, критичного оцінювання джерел та етики цифрової взаємодії. Ці інструменти розвивають універсальні цифрові компетентності, які є наскрізними для всіх видів наукової та педагогічної діяльності.

Узагальнені результати формувального експерименту представлено на діаграмі (рис. 7), яка унаочнює порівняльний розподіл учасників ЕГ та КГ за рівнями сформованості всіх складників цифрової компетентності. Візуалізація демонструє системний характер позитивних змін в ЕГ, оскільки у всіх без винятку складниках спостерігається зменшення частки учасників з базовим рівнем та суттєве збільшення частки учасників з високим рівнем порівняно з КГ.

Найбільш показовими є результати за дослідницькою та організаційно-комунікаційною компетентностями, де частка учасників ЕГ з високим рівнем майже втричі перевищує аналогічний показник КГ. Достатній рівень компетентності залишається стабільно високим в обох групах для всіх складників, що свідчить про загальну готовність учасників до розвитку цифрових навичок. Графічне подання результатів підтверджує статистичні висновки про

ефективність розробленої методики та її диференційований вплив на різні складники цифрової компетентності.

**Висновки.** Статистичний аналіз із застосуванням критерію  $\chi^2$  Пірсона виявив статистично значущі відмінності між ЕГ та КГ за всіма досліджуваними складниками цифрової компетентності. Це свідчить про те, що запропонований комплекс методик забезпечив системний позитивний вплив на розвиток цифрової компетентності учасників експерименту. Відсоток учасників ЕГ, які досягли високого рівня, значно перевищує аналогічний показник КГ за всіма складниками, що підтверджує практичну значущість розробленої методики.

Цифрова дослідницька компетентність продемонструвала найвищий рівень статистичної значущості відмінностей між групами ( $\chi^2 = 10,69$ ). Робота з наукометричними базами даних, спеціалізованими платфмами ШІ, індексами цитувань та бібліометричними системами виявилася найбільш ефективною. Частка учасників ЕГ з базовим рівнем дослідницької компетентності (10,2%) у 3,3 разу нижча, ніж у КГ (33,3%), а частка учасників з високим рівнем (28,6%) у 3,2 разу вища порівняно з КГ (8,9%).

Отримані емпіричні дані повністю узгоджуються з інтерпретацією матриці відповідності методик складникам цифрової компетентності, що свідчить про коректність первинного прогнозування та валідність теоретичної моделі. Найбільш виражені позитивні зміни спостерігаються саме в тих складниках, для яких було розроблено методики з найбільшим ступенем впливу (+++).

Розроблений комплекс методик використання відкритих освітньо-наукових інформаційних систем може бути рекомендований для впровадження у систему підвищення кваліфікації наукових і науково-педагогічних працівників. Результати експерименту підтверджують, що цілеспрямований розвиток цифрової компетентності на основі запропонованих методик забезпечує статистично значущі позитивні зміни у всіх досліджуваних складниках.

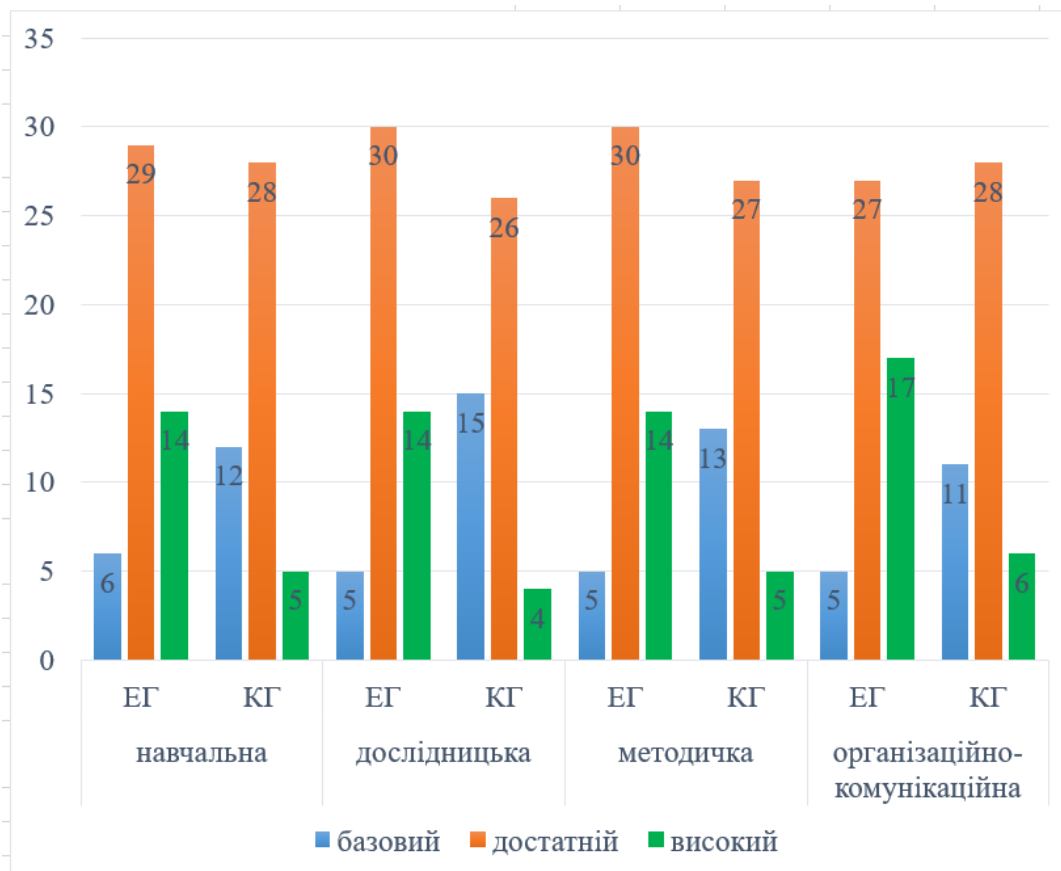


Рис. 7. Порівняльний розподіл учасників ЕГ та КГ за рівнями сформованості складників цифрової компетентності

Подальші дослідження доцільно спрямувати на довготривале спостереження за динамікою розвитку цифрової компетентності учасників експерименту та дослідження впливу індивідуальних характеристик (вік, стаж, галузь знань) на ефективність засвоєння запропонованих методик.

#### Список використаних джерел:

- [1] Santos S., Lucas M., Bem-Haja P. Bridging the digital competence gap: tell us what you need. *15th International Conference on ICT, Society and Human Beings, ICT 2022* / Eds. P. Kommers, M. Macedo. 2022. P. 104–111.
- [2] Moreira-Choez J. S., Lamus de Rodríguez T. M., Arias-Iturralde M. C., Vega-Intriago J. O., Mendoza-Fernández V. M., Zambrano-Acosta J. M., Cardenas-Hinojosa R. D. Influence of gender and academic level on the development of digital competencies in university teachers: a multidisciplinary comparative analysis. *Frontiers in Education*. 2024. Vol. 9. DOI: 10.3389/educ.2024.1436368.
- [3] Lucas M., Bem-haja P., Santos S., Figueiredo H., Ferreira Dias M., Amorim M. Digital proficiency: Sorting real gaps from myths among higher education students. *British Journal of Educational Technology*. 2022. Vol. 53. P. 1885–1914. DOI: 10.1111/bjet.13220.
- [4] Demeshkant N. Future Academic Teachers' Digital Skills: Polish Case-Study. *Universal Journal of Educational Research*. 2020. Vol. 8. P. 3173–3178. DOI: 10.13189/ujer.2020.080746.
- [5] Zhao Y., Sánchez-Gómez M. C., Pinto-Llorente A. M. Digital Competence in higher education: A case study of teachers' perception of working with technologies. *Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*. New York: ACM, 2021. P. 206–210. DOI: 10.1145/3434780.3436561.
- [6] Milković M., Vuković D., Kerum F. Critical Digital Literacy as a Key Skill in Higher Education: Attitudes of Students and Professors. *Journal of systemics, cybernetics and informatics*. 2025. T. 23, № 2. С. 48–55.
- [7] Спірін О. М., Олексюк В. П., Василенко Я. П., Сіренко О. Ю. Модель розвитку цифрової компетентності наукових та науково-педагогічних працівників. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2024. Т. 6, № 104. С. 156–179. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v104i6.5889>.

### EFFECTIVENESS OF THE DIGITAL COMPETENCE DEVELOPMENT METHODOLOGY FOR RESEARCHERS AND ACADEMIC STAFF USING OPEN EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC INFORMATION SYSTEMS: FORMATIVE EXPERIMENT RESULTS

*Iryna Mintii, Tetiana Vakaliuk, Svitlana Ivanova, Vasyl Oleksiuk, Oleh Spirin*

**Abstract.** The relevance of the study is determined by the intensive digital transformation of the scientific and educational space, which imposes new requirements on the professional competence of researchers and academic staff regarding the effective use of open educational-scientific information systems, scientometric databases and other digital tools in research, methodological, educational and organizational-communicative activities. The aim of the article is to present the results of a formative experiment evaluating the effectiveness of the developed methodological approach to developing digital competence of researchers and academic staff using open educational-scientific information systems. The research employs formative experiment methods and statistical analysis using Pearson's  $\chi^2$  criterion. The study content includes conducting an experiment involving 94 researchers and academic staff divided into experimental (49 people) and control (45 people) groups. A complex of methodologies was developed for using Canva web service, artificial intelligence systems (DeepThink, ScholarGPT), scientometric databases (Dimensions, ERIH PLUS, Scilit), cloud office solutions, social and academic networks, open journal systems (OJS) and other digital tools, integrated into a distance learning course on Google Classroom platform. The results demonstrate statistically significant differences between groups across all five components of digital competence: educational ( $\chi^2=6.54$ ), research ( $\chi^2=10.83$ ), methodological ( $\chi^2=7.82$ ), organizational-communicative ( $\chi^2=7.37$ ) and cross-activity ( $\chi^2=8.02$ ). The most pronounced positive changes are observed in the experimental group for research competence, where the percentage of participants with high level (28.6%) exceeds the control group (13.3%) by 2.1 times, confirming the particular effectiveness of working with scientometric platforms and specialized artificial intelligence systems. The practical significance lies in the possibility of implementing the developed methodology in the continuing education system for researchers and academic staff.

**Keywords:** digital competence; open educational and scientific information systems; scientometric databases; formative experiment.

## References (translated and transliterated)

- [1] S. Santos, M. Lucas, and P. Bem-Haja, "Bridging the digital competence gap: tell us what you need," in *15th International Conference on ICT, Society and Human Beings, ICT 2022*, P. Kommers and M. Macedo, Eds., 2022, pp. 104-111. (in English)
- [2] J. S. Moreira-Choez et al., "Influence of gender and academic level on the development of digital competencies in university teachers: a multidisciplinary comparative analysis," *Frontiers in Education*, vol. 9, 2024, doi: 10.3389/educ.2024.1436368. (in English)
- [3] M. Lucas et al., "Digital proficiency: Sorting real gaps from myths among higher education students," *British Journal of Educational Technology*, vol. 53, pp. 1885-1914, 2022, doi: 10.1111/bjet.13220. (in English)
- [4] N. Demeshkant, "Future Academic Teachers' Digital Skills: Polish Case-Study," *Universal Journal of Educational Research*, vol. 8, pp. 3173-3178, 2020, doi: 10.13189/ujer.2020.080746. (in English)
- [5] Y. Zhao, M. C. Sánchez-Gómez, and A. M. Pinto-Llorente, "Digital Competence in higher education: A case study of teachers' perception of working with technologies," in *Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, New York, NY, USA, 2021, pp. 206-210, doi: 10.1145/3434780.3436561. (in English)
- [6] M. Milković, D. Vuković, and F. Kerum, "Critical Digital Literacy as a Key Skill in Higher Education: Attitudes of Students and Professors," *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, vol. 23, no. 2, pp. 48-55, 2025. (in English)
- [7] O. M. Spirin, V. P. Oleksyuk, Ya. P. Vasylenko, and O. Yu. Sirenko, "Model rozvytku tsyfrovoy kompetentnosti naukovykh ta naukovo-pedahohichnykh pratsivnykiv," *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, vol. 6, no. 104, pp. 156-179, 2024, doi: 10.33407/itlt.v104i6.5889. (in Ukrainian)

Стецик Сергій Павлович,  
кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної та програмної інженерії  
Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0002-5668-6182  
*s.p.stetsyk@udu.edu.ua*

## ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Анотація.** У статті проаналізовано та систематизовано методичні особливості інтеграції хмарних технологій в освітній процес підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій. Розвиток інформаційного суспільства та глобалізація ринку праці потребують перегляду наявних підходів до підготовки фахівців з інформаційних технологій, в контексті розвитку хмарних технологій. Інтеграція хмарних сервісів в освітній процес забезпечує майбутніх фахівців компетентностями, що відповідають сучасним вимогам ринку праці, а саме фахівців з практичним досвідом роботи з різними платформами, інструментами для контейнеризації та автоматизації розгортання. Суперечність пов'язана з високими запитами роботодавців до фахівців в галузі ІТ та обмеженими можливостями традиційної матеріально-технічної бази закладів освіти. Ця суперечність доводить актуальність дослідження. Метою статті є теоретичне обґрунтування та систематизація методичних особливостей використання хмарних технологій, а також виокремлення їх переваг у професійній підготовці майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Описано ключові аспекти використання хмарних сервісів під час підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій, розкрито дидактичний потенціал хмарних сервісів, описано їх інтеграцію з використанням різних моделей (IaaS, PaaS, SaaS, IaaS) та їхні функції у формуванні професійних компетентностей. Обґрунтовано доцільність застосування проектно-орієнтованого, проблемного та практико-орієнтованого підходів на основі хмарних платформ. Сформульовано ключові методичні переваги, наприклад, забезпечення доступу до сучасного інструментарію, створення умов для колаборативної діяльності та максимальне наближення навчання до реальних умов галузі інформаційних технологій. Використання системної інтеграції хмарних технологій дозволяє перейти від теоретичної моделі до практико-орієнтованої, компетентнісної, забезпечує рівний доступ до інструментарію та допомагає формувати навички, необхідні на сучасному ринку праці.

**Ключові слова:** хмарні технології, підготовка фахівців з інформаційних технологій, методика навчання, освітнє середовище, IaaS, PaaS, SaaS, проектне навчання, компетентнісний підхід, DevOps, колаборативне навчання.

**Вступ.** Сучасний етап розвитку інформаційного суспільства та глобалізація ринку праці диктують нові вимоги до підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій (ІТ). Одним із основних трендів, що суттєво впливає на галузь інформаційних технологій, та підходи до освіти, є динамічний розвиток хмарних технологій, що в свою чергу змінюють технологічний стек, робочі процеси та вимоги до професійних компетентностей фахівців. Інтеграція хмарних сервісів у освітній процес не лише модернізує його, а й забезпечує майбутніх фахівців з інформаційних технологій компетентностями, які відповідають сучасним вимогам.

Ринок праці потребує фахівців, які не лише володіють фундаментальними знаннями, а й мають практичний досвід роботи з хмарними платформами (Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform), інструментами для контейнеризації та оркестрації (Docker, Kubernetes), а також сервісами для автоматизації розгортання (CI/CD). Виникає певна суперечність між запитами до фахівців з інформаційних технологій з боку роботодавців та можливостями традиційної матеріально-технічної бази закладів освіти, яка є недостатньо гнучкою та фінансово затратною та не так швидко оновлюється, як розвиваються хмарні сервіси та технології.

Тому дослідження проблеми використання хмарних технологій під час підготовки фахівців з інформаційних технологій є необхідним в контексті забезпечення якісної освіти, що відповідатиме вимогам сучасного суспільства.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та обґрунтування її актуальності.**

Хмарні технології – це перспективний напрямок розвитку засобів і сервісів сучасних інформаційно-комунікаційних мереж [1], [2].

Актуальність теми і завдання дослідження зумовлені необхідністю модернізації методичної системи підготовки фахівців з інформаційних технологій шляхом системної інтеграції хмарних технологій. Такий підхід дозволив розв'язати проблему доступу до сучасного програмного забезпечення та обчислювальних ресурсів, а також створює унікальні можливості для імплементації інноваційних педагогічних практик, що максимально наближують освітній процес до реальних умов роботи в ІТ-компаніях.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У сучасній науковій літературі значна увага приділяється проблемі впровадження хмарних технологій, зокрема впровадження хмарних технологій в організації освітніх систем досліджувалися у роботах В. Бикова, М. Жалдака, М. Armbrust, А. Fox, R. Griffith, K. Subramanian, N. Sultan, О. Глазунової, О. Кузьмінської, С. Литвинової, С. Семерікова, О. Спіріна, М. Шишкіної та ін. Психолого-педагогічним аспектам формування персоніфікованого освітнього середовища присвячені роботи С. Теплін, М. Хейдметс та ін.

У роботах, присвячених питанням формування професійних компетентностей здобувачів освіти – майбутніх фахівців з інформаційних технологій, розглянуто вимоги до професійних їх компетентностей: здатність здійснювати інформаційну підтримку та супровід проектної діяльності; використання засобів ІКТ під час творчого вирішення професійних завдань; сформованість вмінь командної роботи; розширенні цифрових навичок науково-педагогічних працівників; аспекти використання цифрових технологій в освітньому процесі. Так, В. Биков, М. Шишкіна дослідили теоретико-методологічні засади формування хмароорієнтованого освітнього навчального середовища ЗВО та зазначає, що таке формування ґрунтується на принципах відкритої освіти, а також специфічних принципах [3, с. 34-35]. Дослідник В. Франчук обґрунтував доцільність та ефективність використання системи Moodle в освітньому процесі підготовки фахівців з інформаційних технологій, зокрема, приклади інтеграції штучного інтелекту в цю платформу [4, с. 99-100]. Г. Кашина дослідила аспекти підвищення кваліфікації наукових і науково-педагогічних працівників та розробила структуру курсу «Організація та підтримка дистанційного та змішаного навчання у медичних ЗВО», опанування якого дозволить педагогічним працівникам якісно оволодіти сучасними інструментами, методами та технологіями формування та управління цифровим освітнім середовищем, інформаційно-комунікаційними технологіями, необхідними для успішної організації та проведення педагогічної діяльності [5, с. 45-49]. І. Войтович, В. Павленко дослідили проблему формування професійної компетентності у неперервній фаховій підготовці фахівців з інформаційних технологій у закладах формальної та неформальної освіти, здобувачів інформальної освіти [6, с. 75-77]. Н. Франчук у своєму дослідженні пропонує шляхи розв'язування проблеми підвищення якості підготовки фахівців, наприклад, розвивати інформаційно-комунікаційну компетентність як одну з ключових компетентностей [7, с. 272-273]. Проте у цих дослідженнях не в повній мірі досліджено професійні компетентності здобувачів освіти у контексті використання інструментальних засобів розроблення інформаційних систем з орієнтацією на потреби технологічних підприємств, пов'язані із застосуванням хмарних технологій.

Досягнення в галузі науково-технічного прогресу, необхідність урахування міжнародних стандартів, а також змін в економіці країни, пов'язаних з широким використанням засобів інформаційних та комунікаційних технологій (ІКТ), визначають особливі вимоги до підготовки ІТ-фахівців, що мають низку компетентностей, пов'язаних з використанням засобів ІКТ в організації та управлінні.

Перед інженерами постають завдання, пов'язані з формуванням організаційно-виробничих структур, що поєднують у собі високий рівень гнучкості, мобільності та автоматизації, з оперативним управлінням виробництвом та ресурсами підприємства, що базуються на використанні інформаційних систем різного типу, сприяють автоматизації управління технологічним обладнанням, проектування та підготовки виробництва, взаємодії

із замовником тощо.

Аналіз професійних стандартів, що відображають вимоги до фахівців в галузі інформаційних технологій (Стандартів вищої освіти України: першого (бакалаврського) рівня, галузі знань F Інформаційні технології, спеціальність F2 Інженерія програмного забезпечення, спеціальність F3 Комп'ютерні науки, спеціальність F7 Комп'ютерна інженерія тощо) дає підстави констатувати потребу в інженерах, здатних реалізувати всі етапи життєвого циклу інформаційних систем (організація інформаційних систем управління виробництвом, створення та модифікація застосуванням хмарних технологій. Вирішальне значення якісної підготовки майбутніх фахівців ІТ становлять освітньо-професійні програми (ОПП), зокрема орієнтовані на максимальну інтеграцію освіти та виробництва.

Процедура акредитації ОПП враховує вимоги роботодавців (стейкхолдерів) при їх формуванні та дозволяє враховувати побажання стейкхолдерів і доповнювати перелік компетентностей студентів, що формуються відповідно до основних видів професійної діяльності та потреб ринку праці.

**Мета написання статті** полягає у теоретичному обґрунтуванні та доборі методичних особливостей використання хмарних технологій, виокремленні їх переваг впровадження у процесі професійної підготовки майбутніх ІТ-фахівців.

Дослідження здійснено із застосуванням системного підходу та з урахуванням чинної нормативно-правової бази в галузі освіти. Проаналізовано наукові й методичні джерела з обраної проблематики. **Використано комплекс теоретичних та емпіричних методів:** аналіз, синтез, порівняння, спостереження, експеримент для перевірки результатів, а також узагальнення педагогічного досвіду.

**Подання основного матеріалу дослідження.** Хмарні технології використовують на всіх етапах розроблення програмного забезпечення. Вони покликані прискорити процес розроблення, знизити витрати та підвищити якість кінцевого продукту.

Хмарні технології (cloud computing) – це моделі обчислень, які надають користувачам доступ до ресурсів (серверів, баз даних, програмного забезпечення, сховищ даних тощо) через мережу Інтернет. У контексті ЗВО вони пропонують ефективні рішення для зберігання, опрацювання та спільного використання навчальних матеріалів і освітніх ресурсів.

На етапі проєктування хмарні технології використовуємо для створення прототипів додатків. Оскільки розробники використовують хмарні платформи для швидкого створення та тестування прототипів, без втрати часу та ресурсів на налаштування локальної інфраструктури, то в процесі безпосереднього розроблення «хмари» використовуються для спільної роботи над кодом. Розробники можуть використовувати хмарні сервіси для обміну кодом, обговорення змін та спільних пошуків розв'язування проблем, що виникають. Навіть обговорення проєкту в різних чатах є одним із прикладів використання хмарних технологій та зменшує час на розроблення, підвищує якість коду. На етапі тестування хмарні технології використовують для автоматизації тестування. Розробники використовують хмарні платформи для запуску автоматичних тестів та перевірок. І, звичайно ж, хмарні технології відіграють ключову роль у розробленні та використанні штучного інтелекту. Актуальним є використання оренди віддалених серверів, це пояснити тим, що хмарні технології мають такі сильні сторони для процесу розроблення:

- простота масштабування обчислювальних ресурсів залежно від потреб є особливо важливою для проєктів, пов'язаних із навчанням великих моделей штучного інтелекту;
- доступність в будь-якій точці планети, де є мережа інтернет, надає можливість розробникам працювати над проєктами у будь-якому зручному місці;
- високий рівень безпеки даних та програм у хмарних платформах.

Зазначені технології відіграють ключову роль в аналізі та опрацюванні великих обсягів даних, що є базовою ознакою навчання штучного інтелекту та подальшого удосконалення його моделей.

Виокремимо вагомими перевагами впровадження хмарних технологій під час підготовки фахівців з інформаційних технологій:

- Зменшення витрат на купівлю та обслуговування вартісного програмного та апаратного забезпечення, полягає у тому що заклади освіти можуть використовувати потужності хмарних провайдерів, сплачуючи лише за фактично спожиті ресурси.
- Хмарні платформи надають можливість миттєвого розгортання та масштабування навчальних середовищ з подальшою адаптацією їх до конкретної навчальної дисципліни чи проєкту. Здобувачі освіти без будь-яких обмежень щодо персональних комп'ютерів, можуть працювати над завданнями, вирішення, яких потребують потужних ресурсів.
- Освітній контент є доступним для здобувачів освіти та викладачів в будь-якій точці світу, якщо є мережа Інтернет, що забезпечує розвиток дистанційних та гібридних форм навчання.
- Хмарні сервіси, наприклад, Google Workspace, Microsoft 365 тощо забезпечують ідеальні умови для спільної роботи над проєктами в режимі реального часу, що розвиває навички командної взаємодії в здобувачів освіти.
- Здобувачі освіти отримують досвід роботи з тими самими інструментами та платформами (AWS, Microsoft Azure, Google Cloud Platform та іншими), що й використовують провідні світові ІТ-компанії.

Також впровадження хмарних технологій під час підготовки фахівців з ІТ має і слабкі сторони: залежність від інтернет-з'єднання; безпека даних; необхідність підвищення кваліфікації викладачів в контексті впровадження цих технологій.

Інтеграція хмарних технологій відбувається з використанням різних моделей надання послуг, кожна з яких покликана вирішувати специфічні освітні завдання:

1. Наприклад, модель SaaS (програмне забезпечення як послуга). Модель надає доступ до готових програмних продуктів через інтернет та веббраузер. В освітньому контексті це інструменти для спільної роботи (Google Workspace, Microsoft Office 365 та інші), системи контролю версій (GitHub, GitLab), платформи для проєктування (Figma), таск-менеджери для управління проєктами (Trello, Jira) та хмарні IDE (Gitpod, GitHub Codespaces), платформи для спілкування (Slack, Microsoft Teams).

2. Модель PaaS (платформа як послуга). Модель передбачає надання здобувачам освіти готового середовища для розроблення, тестування та розгортання авторських додатків абстрагуючись від управління базовою інфраструктурою (Heroku, Google App Engine, AWS Elastic Beanstalk). Модель зручно використовувати під час виконання здобувачами освіти практичних та лабораторних робіт з веб-програмування, розроблення мобільних додатків, роботи з базами даних. Студенти зосереджуються виключно на кодуванні та бізнес-логіці додатку, а не на адмініструванні серверів.

3. IaaS (інфраструктура як послуга) є найгнучкішою моделлю, що забезпечує надання доступу до віртуалізованих обчислювальних ресурсів – віртуальних машин, сховищ даних, мереж (Amazon Web Services (EC2, S3), Microsoft Azure (Virtual Machines), Google Compute Engine тощо). З використанням цих платформ зручно вивчати мережеві технології, системне адміністрування, кібербезпеку на поглибленому рівні. Здобувачі освіти мають можливість самостійно конфігурувати віртуальні сервери, налаштовувати мережеву взаємодію та розгортати складні програмні комплекси, практикуватися в адмініструванні операційних систем, що є важливим для майбутніх DevOps-інженерів та системних адміністраторів.

4. FaaS (функція як послуга). Модель надає можливість розробникам виконувати окремі функції програми без створення та управління великими серверами. Це особливо корисно для розроблення мікросервісів та серверних рішень.

Хмарні технології є не просто інструментом, а потужною платформою, що створює гнучке, масштабоване та доступне освітнє середовище. Використання хмарних технологій дозволяє реалізувати сучасні дидактичні підходи:

*Проектно-орієнтоване навчання*, під час якого здобувачі освіти працюють в командах над реальними або навчальними проєктами, використовують хмарні платформи для спільного розроблення, контролю версій (Git-репозиторії в хмарі), автоматизованого тестування та розгортання (CI/CD).

*Проблемно-орієнтоване навчання* полягає у тому, що викладач формулює складне завдання, наприклад, розробити масштабовану архітектуру для навантаженого сервісу, а здобувачі освіти, використовуючи IaaS та PaaS рішення, повинні знайти оптимальні способи його вирішення.

*Гейміфікація* як елемент змагання реалізовується через організацію хакатонів, змагань з програмування (CTF – Capture The Flag) з використанням хмарних інфраструктур для розгортання завдань та перевірки рішень.

Персоналізована освітня траєкторія полягає у тому, що використання хмарних платформ надає можливість створювати індивідуальні навчальні середовища для кожного здобувача, які будуть адаптовані до його рівня навчальних досягнень та темпу навчання. Форми організації навчання також трансформуються. Традиційні лекції доповнюються інтерактивними демонстраціями в реальному часі. Лабораторні роботи перетворюються на практичні кейси, під час виконання яких, здобувачі освіти вирішують завдання, максимально наближені до тих, з якими вони будуть працювати під час своєї професійної діяльності.

В освітньому процесі хмарні технології виконують такі дидактичні функції:

- *Інформаційна* функція полягає у забезпеченні доступу до навчальних матеріалів, лекцій, документації та баз знань у будь-який час та з будь-якого пристрою.
- *Практично-орієнтована* функція полягає у створенні віртуальних лабораторій та «пісочниць» (sandboxes) для виконання практичних завдань, експериментів та відпрацювання навичок без ризику пошкодження реального обладнання.
- *Колаборативна* функція полягає у організації спільної роботи над проєктами в режимі реального часу, що сприяє розвитку комунікативних навичок та командної взаємодії у здобувачів освіти.
- *Діагностична* функція або контролю полягає у можливості автоматизації перевірки завдань (автоматичні тести, CI/CD пайплайни), моніторинг активності студентів та надання миттєвого зворотного зв'язку.
- *Дослідницька* функція полягає у наданні доступу до потужних обчислювальних ресурсів для складних розрахунків, аналізу великих даних (Big Data) та навчання моделей машинного навчання (Machine Learning).

Інтеграція хмарних технологій дозволяє якісно трансформувати традиційні методи навчання та ефективно впроваджувати інноваційні підходи. Дидактичні підходи та функції входять до моделі реалізації освітнього процесу. Хмарні технології є ідеальним підґрунтям для організації проєктної діяльності. Студентські команди реалізують повноцінний життєвий цикл розроблення програмного продукту:

*Планування.* Використання хмарних таск-менеджерів (Jira, Trello) для декомпозиції завдань та відстеження прогресу за методологіями Agile (Scrum, Kanban).

*Розроблення.* Організація спільної роботи над кодом за допомогою систем контролю версій (GitHub) та хмарних IDE (GitHub Codespaces), що забезпечує уніфіковане та готове до роботи середовище для всіх членів команди.

*Тестування та розгортання.* Налаштування процесів неперервної інтеграції та неперервного розгортання (CI/CD) за допомогою GitHub Actions або Jenkins дає можливість здобувачам освіти автоматично тестувати та розгортати додаток на хмарній платформі (PaaS, наприклад, Heroku або Vercel).

*Презентація.* Демонстрація робочого продукту, із загальним доступом за посиланням, додатково мотивує здобувачів освіти.

Викладач може формулювати завдання у вигляді реальних бізнес-кейсів, наприклад, компанія очікує різке зростання трафіку на своєму веб-сайті. Спроєктуйте та розгорніть на базі IaaS (AWS, Azure) масштабовану та відмовостійку архітектуру, використовуючи балансувальник навантаження та автоматичне масштабування. Вирішення такого завдання потребуватиме від здобувачів освіти не лише технічних навичок, а й аналітичного мислення та вміння ухвалювати обґрунтовані рішення.

Замість того, щоб здобувачі освіти виконували обмежені локальні завдання на локальних

комп'ютерах, вони отримують доступ до особистої хмарної інфраструктури. Це дозволяє виконувати комплексні лабораторні роботи, наприклад: побудова віртуальної приватної мережі (VPC) з публічними та приватними підмережами; розгортання кластера Kubernetes та деплоймент мікросервісного додатку; налаштування моніторингу та збирання логів для розгорнутої інфраструктури.

Щодо методичних особливостей використання хмарних сервісів під час підготовки фахівців ІТ у нашому випадку, потрібно застосовувати диференційований підхід, під час якого слід враховувати саме профіль підготовки фахівця.

Наприклад, для фахівців зі спеціальності F2 Інженерія програмного забезпечення слід акцентувати увагу на застосуванні моделей PaaS та SaaS. Ключовими інструментами для швидкого створення бекенду можна обрати Heroku, Vercel, Firebase, GitHub, хмарні IDE, сервіси CI/CD тощо. Такий підхід дозволяє формувати навички швидкого розроблення, тестування та деплойменту додатків, розуміння сучасних архітектур (мікросервіси, serverless).

Для фахівців зі спеціальності F3 Комп'ютерні науки базовою моделлю буде IaaS та інструменти автоматизації, наприклад, AWS EC2, Azure VMs, VPC, Docker, Kubernetes (EKS, GKE), Terraform, Ansible, Prometheus, Grafana. Вибір та застосування означеної моделі та інструментів дозволить сформувати в майбутніх фахівців з інформаційних технологій глибоке розуміння принципів побудови та управління інфраструктурою, навички автоматизації (Infrastructure as Code), моніторингу та забезпечення надійності систем.

Під час вивчення навчальних дисциплін «Бази даних», варто зосередити увагу на вивченні спеціалізованих хмарних сервісів для даних. Ключовими інструментами є Google Colab, Amazon SageMaker, Azure Machine Learning, хмарні сховища даних (S3, BigQuery), сервіси для опрацювання даних (AWS Glue, Dataflow). Це дозволить надати доступ до великих обчислювальних потужностей (GPU/TPU) для навчання складних моделей, сформувати навички роботи з великими даними та розгортання моделей як сервісів (MLOps).

У процесі навчання дисципліни «Захист даних» будуть корисними інструменти безпеки хмарних провайдерів, наприклад, AWS IAM, Security Groups, Azure Active Directory, сервіси для аналізу вразливостей, хмарні SIEM-системи. Їх вивчення допоможе сформувати навички налаштування безпечної хмарної інфраструктури, моніторингу загроз, аналізу інцидентів та тестування на проникнення в контрольованому хмарному середовищі.

Пропонуємо розглянути віртуальні лабораторії та середовища розроблення, що є корисними засобами для підготовки фахівців з інформаційних технологій.

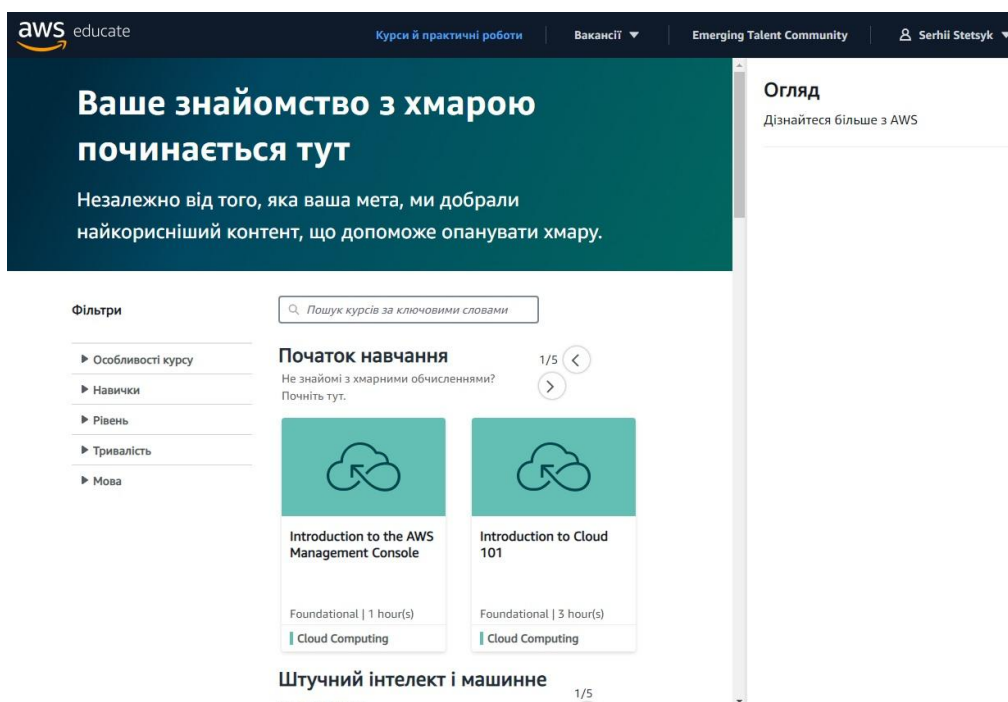


Рис. 1. Зовнішній вигляд платформи для доступу до хмарної інфраструктури AWS Educate

Amazon Web Services (AWS) Educate є комплексною освітньою платформою, що надає безкоштовний доступ до хмарних сервісів та навчальних ресурсів для здобувачів освіти та викладачів. Використання AWS Educate у процесі підготовки ІТ-фахівців допомагає формувати у них практично орієнтовані компетентності, що відповідають сучасним вимогам ринку праці.

AWS Educate є багатокомпонентна освітня екосистема, що містить низку базових елементів. Платформа надає доступ до більше ніж 200 хмарних сервісів AWS через спеціальні освітні облікові записи з кредитним лімітом, що надає можливість студентам експериментувати з реальними технологіями без фінансових витрат. Освітній контент охоплює широкий спектр тем: від основ хмарних обчислень до спеціалізованих напрямків, наприклад, машинне навчання, штучний інтелект, кібербезпека та DevOps.

Особливого значення набувають практичні лабораторії (hands-on labs), за допомогою яких здобувачі освіти отримують реальний досвід роботи з AWS сервісами в контрольованому середовищі. Лабораторії диференційовані за рівнями складності: від базових завдань з налаштування віртуальних машин до складних проєктів з розроблення мікросервісної архітектури. Інтеграція з GitHub та іншими інструментами розроблення забезпечує безперервний процес навчання та можливість створення портфоліо проєктів.

Система сертифікації AWS надає можливість валідації отриманих знань через сертифікати міжнародного рівня. Підготовка до сертифікаційних іспитів через AWS Educate передбачає спеціалізовані курси, практичні тести та ваучери зі знижкою на офіційні іспити, що підвищує мотивацію здобувачів освіти та їх конкурентоспроможність на ринку праці.

Успішна інтеграція AWS Educate у освітній процес потребує системного підходу, що базується на принципах компетентнісного навчання. Першим етапом цього підходу є адаптація навчальних планів та навчальних програм дисциплін з урахуванням можливостей платформи. Необхідно визначити ключові компетентності, які можуть бути сформовані за допомогою AWS Educate, та встановити ступінь їх відповідності до професійного стандарту галузі.

Практична реалізація полягає у поетапному впровадженні хмарних технологій до змістової компоненти фахових дисциплін. На початковому рівні здобувачі освіти ознайомлюються з основами хмарних обчислень, вивчають моделі надання послуг та архітектурні принципи AWS. Подальше поглиблення знань відбувається через роботу з конкретними сервісами: Amazon EC2 для обчислювальних завдань, Amazon S3 для зберігання даних, Amazon RDS для управління базами даних.

Проектно-орієнтований підхід є ключовим елементом методології. Здобувачі освіти виконують комплексні проєкти, що моделюють реальні бізнес-сценарії: розроблення та розгортання веб-додатків у хмарі, створення систем аналітики даних, впровадження рішень для Інтернету речей. Такий підхід забезпечує формування системного мислення та здатності до вирішення міждисциплінарних завдань.

Важливим аспектом є організація освітнього процесу у змішаному форматі, що поєднує традиційні лекції з практичними заняттями у хмарному середовищі. Використання AWS Cloud9 як інтегрованого середовища для розроблення дозволяє здобувачам освіти працювати з кодом безпосередньо у браузері, що мінімізує технічні бар'єри та забезпечує рівний доступ до інструментів розроблення.

Систематичне використання AWS Educate сприяє формуванню широкого спектра фахових компетентностей у майбутніх фахівців ІТ. Технічні компетентності містять навички проєктування хмарної архітектури, автоматизації розгортання інфраструктури, моніторингу та оптимізації продуктивності систем. Здобувачі освіти опановують принципи Infrastructure as Code через роботу з AWS CloudFormation, вивчають методології DevOps та Continuous Integration/Continuous Deployment. Аналітичні компетентності формуються під час роботи з великими даними та інструментами машинного навчання. Amazon SageMaker надає можливості для створення та навчання моделей машинного навчання, а за допомогою Amazon QuickSight можна створювати інтерактивні дашборди та звіти. Такий практичний досвід є важливим у контексті наявного попиту на фахівців з data science та business intelligence.

Компетентності у сфері кібербезпеки формуються під час вивчення AWS Identity and Access Management, налаштування мережевої безпеки, впровадження систем моніторингу загроз. Здобувачі освіти отримують практичний досвід роботи з інструментами як AWS GuardDuty, AWS Config та AWS CloudTrail, що забезпечує розуміння комплексного підходу до забезпечення безпеки хмарних рішень.

Не менш важливими є soft skills, що розвиваються в процесі роботи з AWS Educate. Командна робота над проєктами, презентація технічних рішень, документування архітектурних рішень сприяють формуванню комунікативних навичок та здатності до командної роботи. Робота з реальними кейсами розвиває критичне мислення та здатність до аналізу бізнес-вимог.

Ефективна система оцінювання результатів навчання з використанням AWS Educate повинна базуватися на комплексному підході, що містить як формувальне, так і підсумкове оцінювання. Поточний контроль здійснюється через виконання практичних завдань у хмарному середовищі, що дозволяє викладачам відстежувати прогрес студентів у реальному часі. AWS CloudTrail забезпечує детальне логування всіх дій здобувачів освіти, що надає можливість об'єктивно оцінювати їх активність та навчальні досягнення.

Виконання портфоліо зі створення студентами колекції проєктів, які розміщуються ними у публічних репозиторіях GitHub з відповідною документацією та демонстрацією функціональності у хмарному середовищі та його подальше оцінювання розвивають у фахівців не лише технічні навички, але й здатність до самопрезентації та професійної комунікації.

Підсумкове оцінювання може містити сертифікаційні іспити AWS для забезпечення зовнішньої валідації отриманих компетентностей. Статистика успішності студентів у отриманні сертифікатів слугує індикатором ефективності освітнього процесу та може використовуватися для його подальшого удосконалення.

Студенти можуть створювати віртуальні машини, налаштовувати бази даних, вивчати архітектуру мікросервісів без необхідності власного дорогого обладнання.

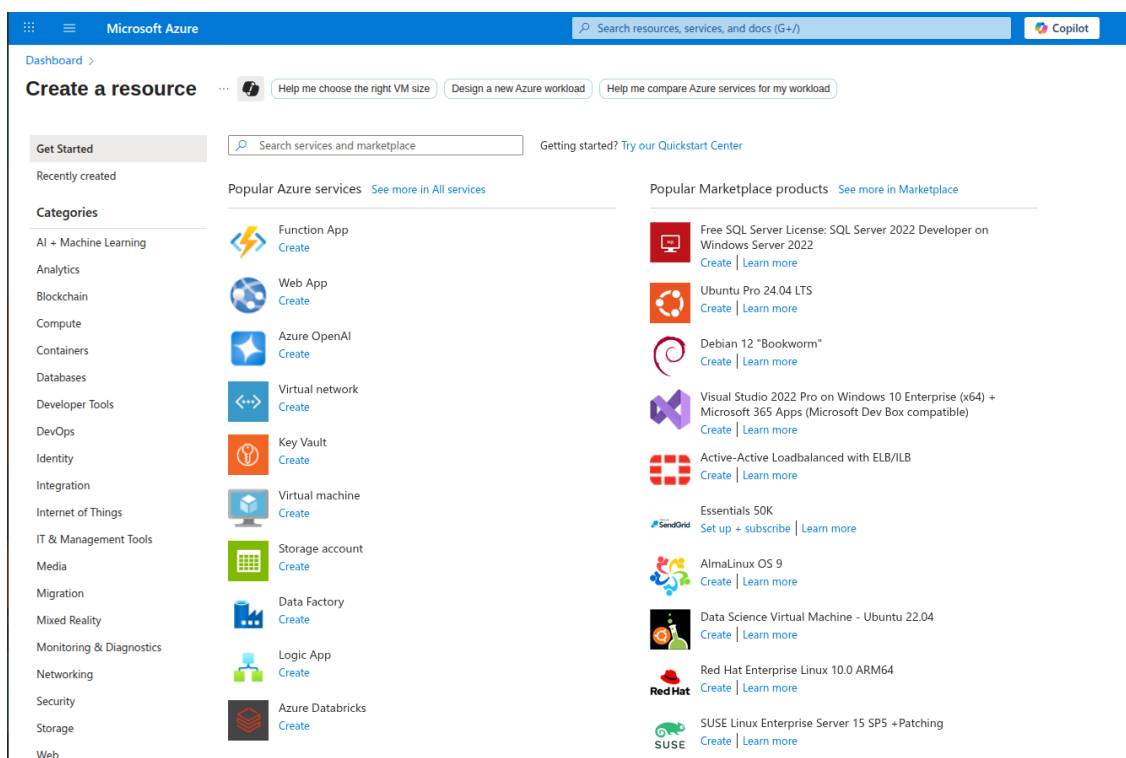


Рис. 2. Зовнішній вигляд платформи Microsoft Azure

Використання Microsoft Azure for Students (рис. 2) надає можливість здобувачам освіти вивчати розгортання вебдодатків, роботу з AI-сервісами, аналітику даних та DevOps-практики в реальному хмарному середовищі.

Платформа є ефективним засобом формування інженерних компетентностей майбутніх фахівців з інформаційних технологій, надає можливість роботи з передовими технологіями корпоративного рівня. Microsoft Azure for Students є спеціалізованою версією хмарної платформи Azure, що адаптована до освітніх потреб. Архітектура платформи базується на глобальній мережі дата-центрів Microsoft, що забезпечує високу доступність та продуктивність сервісів. Здобувачі освіти отримують доступ до повнофункціонального хмарного середовища через вебпортал Azure, мобільні додатки та командні інтерфейси.

Основні категорії сервісів містять обчислювальні ресурси: Azure Virtual Machines, Azure Container Instances, Azure Functions; сховища даних: Azure Blob Storage, Azure SQL Database, Azure Cosmos DB; мережеві сервіси: Azure Virtual Network, Azure Load Balancer, Azure Application Gateway та сервіси для розроблення: Azure DevOps, Azure App Service, Azure Logic Apps. Крім основних сервісів платформа містить сервіси штучного інтелекту та машинного навчання: Azure Cognitive Services, Azure Machine Learning та Azure Bot Service. Використання цих інструментів надають можливість здобувачам освіти працювати з передовими алгоритмами опрацювання природної мови, комп'ютерного зору та аналітики прогнозування без потреби глибокого розуміння математичних основ машинного навчання.

Інтеграція з екосистемою Microsoft забезпечує повну сумісність з популярними інструментами розроблення: Visual Studio, Visual Studio Code, GitHub та Microsoft 365, що створює цілісне середовище для розроблення, тестування та розгортання програм.

Azure Resource Manager забезпечує централізоване управління ресурсами через декларативні шаблони, що дозволяє користувачам вивчати принципи Infrastructure as Code та автоматизації розгортання. Система ролевого доступу (RBAC) та Azure Active Directory надають можливості для вивчення концепцій безпеки та управління ідентифікацією в хмарному середовищі. Інтеграція Microsoft Azure for Students в освітній процес, базується на принципах компетентнісного навчання. Методика складається з ключових етапів: планування навчальних цілей, адаптацію навчальних програм, розроблення практичних завдань та створення системи оцінювання.

Початковий етап полягає у проведенні аналізу потреб ринку праці та визначенні ключових компетентностей, які повинні бути сформовані у здобувачів освіти. На основі цього аналізу здійснюється виокремлення можливостей Azure for Students в завданнях конкретних дисциплін. Міждисциплінарний підхід дає можливість інтегрувати хмарні технології до різних предметних галузей.

Структурування навчального контенту здійснюється диференційовано з поступовим підвищенням рівня складності: від базових концепцій хмарних обчислень до складних архітектурних рішень. Початковий модуль починається з ознайомлення з інтерфейсом Azure Portal, основними концепціями ресурсів та груп ресурсів, принципами ціноутворення та управління витратами.

У проміжних модулях фокус зосереджено на конкретні сервіси та сценарії їх використання. Здобувачі освіти вивчають принципи роботи з віртуальними машинами, налаштування мереж, управління базами даних, розроблення веб-додатків та API. Кожен модуль супроводжується практичними лабораторіями, що дозволяють закріпити теоретичні знання через реальну роботу з платформою. Удосконалені модулі містять складні теми, наприклад, проєктування доступних архітектур, впровадження DevOps практик, розроблення рішень на основі штучного інтелекту та забезпечення безпеки хмарних додатків. Значна увага зосереджена на вивчення Azure Well-Architected Framework як набору принципів для створення надійних та ефективних хмарних рішень.

Проектно-орієнтований підхід є центральним елементом методології. Здобувачі освіти виконують комплексні проєкти, що моделюють реальні бізнес-сценарії: створення корпоративного порталу з інтеграцією Active Directory, розроблення системи електронної комерції з використанням мікросервісної архітектури, впровадження рішень для аналізу великих даних. Виконання таких проєктів студентами, формує у них цілісне розуміння процесу розроблення та розгортання хмарних рішень.

Систематичне використання Microsoft Azure for Students сприяє формуванню широкого спектра фахових компетентностей, що відповідають сучасним вимогам ІТ-індустрії. Технічні компетентності, наприклад, навички проєктування та реалізації хмарних архітектур, управління хмарною інфраструктурою, розроблення та розгортання додатків у хмарному середовищі.

Компетентності з розроблення програмного забезпечення розвиваються через роботу з Azure App Service, Azure Functions та Azure Logic Apps. Студенти вивчають принципи безсерверних обчислень, створюють RESTful API, реалізують інтеграційні рішення. Використання Azure DevOps для управління життєвим циклом розроблення дозволяє опанувати методології Agile та DevOps, навички роботи з системами контролю версій, автоматизації тестування та розгортання.

Аналітичні компетентності формуються через роботу з Azure Data Factory, Azure Synapse Analytics та Power BI. Здобувачі освіти вивчають принципи ETL процесів, створюють сховища даних, розробляють аналітичні дашборди та звіти. Інтеграція з Azure Machine Learning Studio надає можливості для створення та навчання моделей машинного навчання, розроблення систем рекомендацій та прогнозової аналітики.

Компетентності у сфері кібербезпеки розвиваються через вивчення Azure Security Center, Azure Key Vault, Azure Multi-Factor Authentication. Здобувачі освіти отримують практичний досвід налаштування систем моніторингу безпеки, управління секретами та ключами, реалізації принципів Zero Trust архітектури. Під час роботи з Azure Sentinel здобувачі освіти вивчають сучасні підходи до виявлення та реагування на кіберзагрози.

Управлінські компетентності формуються через роботу з Azure Cost Management, Azure Policy та Azure Governance. Здобувачі освіти вивчають принципи фінансового управління хмарними ресурсами, створення політик безпеки та compliance, організації корпоративного управління хмарною інфраструктурою.

Azure Cognitive Services надає можливість здобувачам освіти створювати додатки з функціями розпізнавання мови, опрацювання природної мови, комп'ютерного зору без необхідності глибокого розуміння алгоритмів машинного навчання. Azure Bot Framework надає інструменти для розроблення чат-ботів та віртуальних асистентів.

Практична реалізація освітнього процесу з використанням Microsoft Azure for Students полягає у створенні структурованої системи лабораторних робіт, проєктних завдань та практикумів. Лабораторні роботи організовуються за принципом покрокових інструкцій з поступовим зменшенням рівня деталізації, що сприяє формуванню навичок самостійної роботи з платформою.

Завдання базових лабораторних робіт полягають у створенні віртуальних машин, налаштуванні мережі, розгортанні вебдодатків через Azure App Service. Кожна лабораторна робота супроводжується контрольними запитаннями та завданнями для самоконтролю, визначення рівня засвоєння матеріалу.

Середні за складністю лабораторні роботи містять інтеграційні сценарії: підключення локальних додатків до хмарних баз даних, налаштування гібридних мереж, створення CI/CD пайплайнів в Azure DevOps. Вирішення таких завдань потребує від здобувачів освіти синтезу знань з різних предметних областей, що підтверджує практичну цінність хмарних технологій.

Лабораторні роботи з підвищеною складністю містять завдання з розроблення комплексних рішень: створення багаторівневих додатків з використанням мікросервісної архітектури, впровадження систем моніторингу та логування, розроблення рішень для великих даних з використанням Azure HDInsight або Azure Databricks.

Проектна діяльність організовується як індивідуальні або командні проєкти тривалістю від 4 до 12 тижнів. Теми проєктів відображають реальні бізнес-потреби: розроблення корпоративного порталу з інтеграцією Office 365, створення системи управління відносинами з клієнтами (CRM), впровадження рішень для Інтернету речей (IoT) з використанням Azure IoT Hub.

Система менторства містить регулярні консультації з викладачами та запрошеними

експертами з індустрії. Використання Azure Monitor та Azure Application Insights дозволяє викладачам відстежувати активність студентів та надавати персоналізовану підтримку.

Ефективна система оцінювання результатів навчання з використанням Microsoft Azure for Students базується на багатокомпонентному підході, що містить поточний контроль, проміжну атестацію та підсумкове оцінювання. Система враховує специфіку роботи з хмарними технологіями та необхідність оцінки як технічних навичок, так і здатності до вирішення комплексних завдань. Впровадження Microsoft Azure for Students у процес підготовки фахівців з інформаційних технологій забезпечить доступ до передових хмарних технологій, дозволить здобувачам освіти отримати практичний досвід роботи з інструментами корпоративного рівня.

Пропонуємо розглянути платформи для онлайн-навчання в контексті їх застосування під час підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

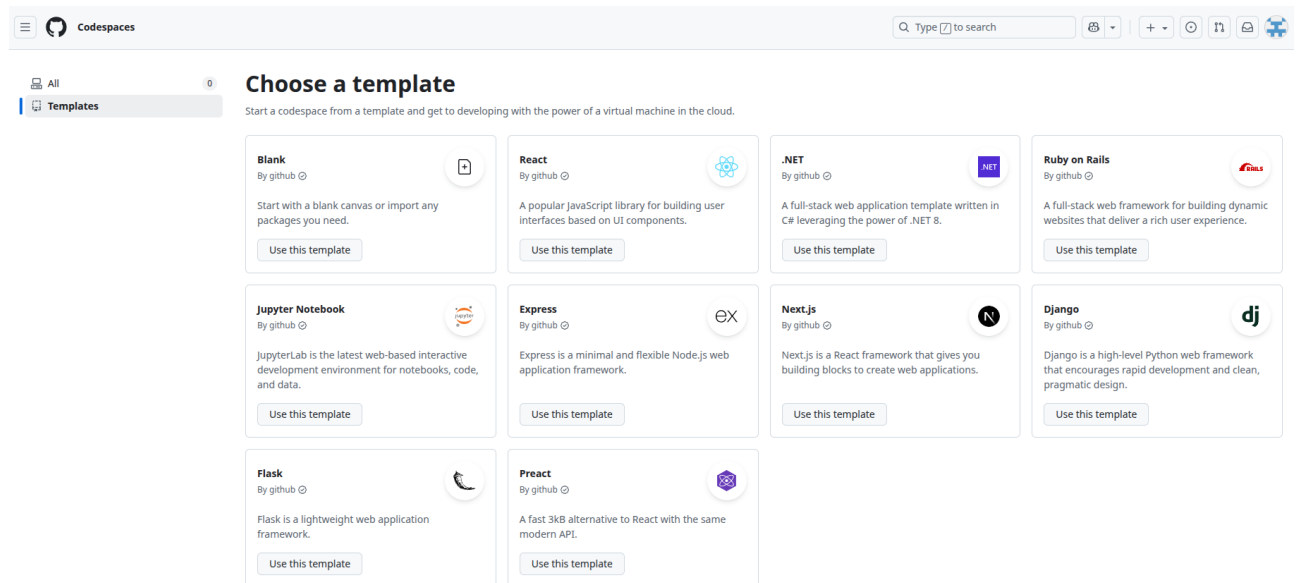


Рис. 3. Хмарне середовище GitHub Codespaces

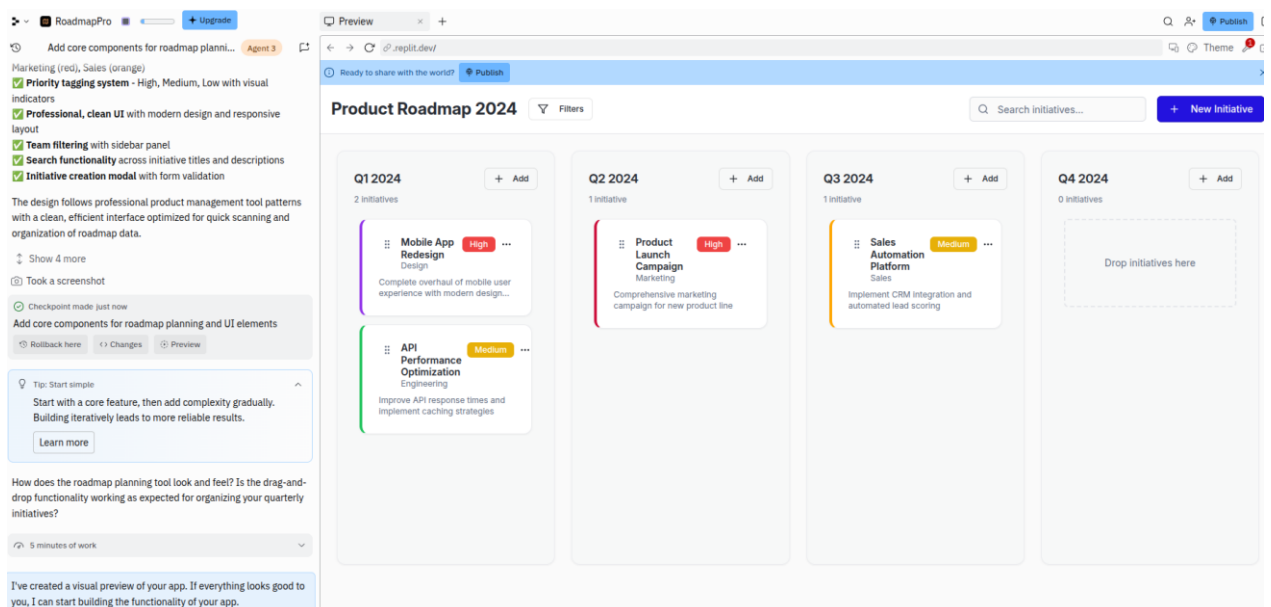


Рис. 4. Хмарне середовище програмування Replit

GitHub Codespaces (рис. 3) є інтегрованим хмарним середовищем для розроблення, що забезпечує стандартизований доступ до інструментів програмування через браузер. Його застосування надає можливість здобувачам освіти працювати без складних налаштувань локального обладнання. Викладачі можуть підготувати готові конфігурації для різних курсів –

від веброзроблення до машинного навчання, а студенти отримують доступ через один клік.

Перевагами цього хмарного середовища є те, що навчальні лабораторії можна запускати з будь-якого пристрою, що підтримує веббраузер, викладачі створюють єдині шаблони робочих просторів, усуваючи проблему сумісності програмного забезпечення. Середовище добре підходить для курсів захист даних, кібербезпека, машинне навчання та програмування, де потрібні різноманітні інструменти й залежності [8].

GitHub Codespaces сприяє цифровій трансформації освіти, забезпечує ефективну інтеграцію DevOps-практик у освітній процес.

Replit (рис. 4) використовується для навчання програмування в режимі реального часу з можливістю спільної роботи над кодом і миттєвого тестування.

Replit є хмарно інтегрованим середовищем для розроблення (IDE), що надає можливість писати, виконувати та ділитися кодом без потреби у складному налаштуванні локальних інструментів. У контексті підготовки фахівців з інформаційних технологій Replit стає ефективним інструментом, що поєднує практичність, доступність і можливості колективної роботи.

Серед переваг використання в освітньому процесі виокремлюємо те, що студенти можуть програмувати без встановлення IDE чи бібліотек, працюючи з будь-якого пристрою через браузер. Вбудовані інструменти для спільного редагування коду роблять Replit аналогом Google Docs у світі програмування [10]. Середовище Replit підтримує понад 50 мов програмування, що дозволяє використовувати платформу у різних навчальних дисциплінах від Python для початківців до JavaScript і C++ для поглиблених курсів. Викладачі мають можливість створювати інтерактивні завдання, проекти та лабораторні роботи, які здобувачі освіти виконуватимуть у єдиному середовищі.

#### *Системи управління навчанням.*

Google Workspace for Education забезпечує інтеграцію всіх навчальних процесів: від відеоконференцій у Google Meet до спільної роботи над проектами в Google Docs і зберігання матеріалів у Google Drive.

Google Workspace for Education – це комплекс хмарних сервісів (Google Classroom, Docs, Drive, Meet тощо), який може виконувати функції системи управління навчанням (LMS) у процесі підготовки ІТ-фахівців. Його інтеграція в освітній процес дає змогу організувати спільну роботу, автоматизувати управління навчальними матеріалами та забезпечити комунікацію між викладачами й студентами.

Переваги використання Google Classroom забезпечує централізоване завдання робіт, оцінювання та зворотний зв'язок.

Спільне редагування документів і презентацій сприяє командним проектам і розвитку soft skills [10].

Інтеграція з інструментами сторонніх розробників дозволяє використовувати Workspace як гнучку LMS для різних курсів, включаючи програмування та кібербезпеку.

Студенти отримують доступ до ресурсів з будь-якого пристрою, що важливо для дистанційного та змішаного навчання.

У Canvas як хмарній LMS можна створювати викладачам курси для інтерактивного навчання з автоматичною перевіркою коду та інтеграцією з Git-репозиторіями. Canvas – це сучасна хмарна система управління навчанням (LMS), яка активно використовується у закладах вищої освіти для організації навчальних курсів, управління завданнями та комунікації. У сфері підготовки фахівців з інформаційних технологій Canvas набуває особливого значення завдяки своїй гнучкості та інтеграції з іншими технологіями. Canvas як LMS поєднує функціональність класичної системи управління навчанням із можливостями хмарних технологій, роблячи її особливо ефективною платформою для підготовки фахівців з інформаційних технологій. Canvas підтримує інструменти віртуалізації, хмарні сервіси та середовища програмування, що робить його придатним для курсів з кібербезпеки та програмування [11]. Курси можуть бути структуровані за модульним принципом із використанням тестів, лабораторних і групових проектів. Система пропонує розширені

можливості відстеження прогресу студентів, що є важливим для технічних спеціальностей. Хмарна архітектура дозволяє студентам отримувати доступ до навчальних матеріалів з будь-якої точки світу. Серед проблем виокремлюють складність первинного впровадження, потреба в навчанні викладачів та необхідність адаптації курсів під специфіку ІТ-галузі [12]. Canvas використовується для проведення курсів з кібербезпеки, де студенти виконують лабораторні завдання у віртуалізованих середовищах і здають роботи через Canvas [11]. У дослідженнях цифрової освіти LMS Canvas розглядається як ключовий елемент інтеграції з хмарними та штучно-інтелектуальними технологіями для підготовки сучасних фахівців [12].

*Спеціалізовані навчальні платформи.* Docker Hub і Kubernetes як базові інструменти сучасної інфраструктури DevOps та хмарних обчислень дають можливість здобувачам освіти вивчати контейнеризацію додатків без складного локального налаштування. Їх застосування в освітньому процесі забезпечує майбутнім фахівцям з інформаційних технологій практичні навички роботи з контейнеризацією, оркестрацією та безперервною інтеграцією. Docker Hub і Kubernetes формують основу практико-орієнтованого підходу в ІТ-освіті, забезпечуючи здобувачів освіти навичками, які безпосередньо відповідають вимогам сучасної ІТ галузі.

У сучасній ІТ-освіті важливе місце посідають інструменти хмарного розгортання, використання яких дозволяє студентам на практиці освоювати DevOps-процеси, CI/CD-підходи та сучасні вебтехнології. Серед зручних і популярних платформ в освіті виокремлюємо Heroku, Netlify та Vercel.

Heroku є однією з ранніх платформ PaaS, що пропонує простий спосіб розгортання застосунків без необхідності адмініструвати сервери. Використання Heroku у навчанні дозволяє студентам зосередитися на логіці програмного продукту, а не на конфігурації інфраструктури.

Netlify спеціалізується на статичних сайтах та фронтенд-додатках, забезпечуючи автоматичне збирання та деплой із GitHub чи GitLab. Використання цього сервісу дозволяє студентам відпрацьовувати навички безперервної інтеграції та доставки (CI/CD), а також знайомитися з концепціями Jamstack.

Vercel вирізняється підтримкою сучасних фронтенд-фреймворків (Next.js, React) та попередніх переглядів (preview deployments), що надає студентам можливість експериментувати з колаборативним розробленням й перевіряти зміни у режимі реального часу.

Використання Heroku, Netlify і Vercel формує зручне та доступне середовище для навчання майбутніх фахівців з інформаційних технологій, надаючи можливість опанувати ключові інструменти хмарних обчислень і DevOps-практик. Вони знижують поріг входу, автоматизують складні технічні процеси та сприяють розвитку практичних навичок у сфері програмної інженерії.

**Висновки.** Раціональне використання хмарних технологій з методичної точки зору, є не просто технічною модернізацією, а фундаментальною зміною парадигми підготовки фахівців з інформаційних технологій. Воно дозволяє перейти від теоретичного викладання до практико-орієнтованого навчання, під час якого, здобувачі освіти отримують реальний досвід роботи з відкритими стандартами та інструментами. Ключовими методичними особливостями є комплексне використання моделей SaaS, PaaS та IaaS відповідно до дидактичних цілей, впровадження проектного та проблемно-орієнтованого підходів, а також створення гнучкого, доступного та колаборативного навчального середовища.

Впровадження AWS Educate у процес підготовки фахівців з інформаційних технологій носить стратегічний характер в контексті удосконалення їх підготовки, так і розвитку обороноздатності нашої країни в сучасних умовах, тому що платформа надає доступ до передових технологій, актуальних навчальних матеріалів та можливостей для практичної діяльності, що значно підвищує якість підготовки ІТ-спеціалістів. Ключовими перевагами використання AWS Educate є практико-орієнтований підхід до навчання, можливість роботи з реальними хмарними сервісами, розвиток актуальних компетентностей та підготовка до

міжнародної сертифікації. Інтеграція платформи з освітнім процесом сприяє формуванню не лише технічних навичок, але й soft skills, необхідних для успішної професійної діяльності.

Системна інтеграція хмарних технологій в освітній процес є не просто технологічним оновленням, а глибокою методичною трансформацією, що дозволяє перейти від теоретико-центричної до практико-орієнтованої, компетентнісної моделі підготовки фахівців з інформаційних технологій.

Ключові методичні особливості використання хмарних технологій полягають у забезпеченні рівного доступу всіх здобувачів освіти до сучасного, стандартизованого та потужного інструментарію, що нівелює проблему застарілої матеріальної бази; створенні умов для реалізації проєктного та проблемного підходів, що сприяє розвитку системного мислення, навичок вирішення комплексних завдань та командної роботи; максимальному наближенні навчальних завдань до реальних умов ІТ-індустрії, що значно підвищує мотивацію студентів та конкурентоспроможність випускників на ринку праці; формуванні культури DevOps та колаборації, що є стандартом сучасного розроблення програмного забезпечення.

Водночас успішна імплементація хмарних технологій в освітній процес потребує вирішення певних проблем, наприклад, підвищення кваліфікації викладачів, розроблення відповідного методичного забезпечення та ефективного управління витратами на хмарні ресурси.

Подальший розвиток хмарних технологій, зокрема в галузі штучного інтелекту та машинного навчання, відкриває нові горизонти для вдосконалення методик підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Перспективи подальшого розвитку вбачаємо у розширенні спектру сервісів, що використовуються для інтеграції з новими технологіями, наприклад, штучний інтелект та машинне навчання, розроблення спеціалізованих програм підготовки для різних ІТ-спеціальностей. Важливим напрямком є також підготовка викладачів та створення методичного забезпечення для максимально ефективного використання платформ.

### Список використаних джерел:

- [1]. Cha J., Koo B. ICTs for new Engineering Education. Policy Brief. UNESCO ITE, 2011. 12 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000193683>.
- [2]. Augustine A., Delali Kwasi D. Cloud Computing in Education: A review of Architecture, Applications, and Integration Challenges. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887). Volume 186, No.66, February 2025. 49-65. DOI: 10.5120/ijca2025924472.
- [3]. Биков В. Ю., Шишкіна М. П. Теоретико-методологічні засади формування хмаро орієнтованого середовища вищого навчального закладу. Теорія і практика управління соціальними системами. №2. 2016. С. 30-52. URL: <http://tipus.khpi.edu.ua/article/view/73497>, doi: <https://doi.org/10.20998/%25x>
- [4]. Франчук В. М. Використання системи MOODLE у підготовці майбутніх фахівців з інформаційних технологій.: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Цифрова трансформація в освіті: виклики та перспективи* (15–16 квітня 2025 р., м. Київ), 2025. С. 99-101. [електронне видання]. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/48326>
- [5]. Кашина Г.С. Розширення цифрових навичок науково-педагогічних працівників медичних ЗВО у системі післядипломної освіти. *Вища освіта України : Теоретичний та науково-методичний часопис*. 2022. № 1/2. С. 44-50. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/46321>
- [6]. Войтович І., Пономаренко В. Формування професійної компетентності ІТ-фахівців у неперервній фаховій підготовці: нормативно-методичний аспект. *Молодь і ринок*. 2/222. 2024. С. 74-79. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2024.297977>
- [7]. Франчук Н.П. Цифрові технології для оцінювання результативності педагогічних досліджень. Звітна науково-практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України: збірник матеріалів, (м. Київ, 10 лютого 2022 р.). Київ. С. 66-69. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/730975/>.
- [8]. Basnet R. Leveraging Jupyter Notebook and Github Codespaces for interactive computer science education, edulearn25 Proceedings. 2025. Pp. 401-408. URL: <https://library.iated.org/view/BASNET2025LEV>. DOI: 10.21125/edulearn.2025.0177.
- [9]. Bhatia A. S., Bhatia M. and Singhal A., Developing Flask based Image Generator Application using OpenAI's DALL-E and Replit: A Comparative Analysis, *2025 International Conference on Engineering, Technology & Management (ICETM)*, Oakdale, NY, USA, 2025, P. 1-6. doi: 10.1109/ICETM63734.2025.11051688.
- [10]. Dhawan S. Online Learning: A Panacea in the Time of COVID-19 Crisis. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1). 2020. P. 5-22. DOI: <https://doi.org/10.1177/0047239520934018>
- [11]. Li P., Gyawali S. *A Follow-up Study of a Redesigned Cybersecurity Lab Course*. ASEE Annual Conference &

- Exposition. 2025. URL: <https://peer.asee.org/55364.pdf>
- [12]. Verma A. Prospects of Commerce and Management Education in Digital Era. *International Journal of Management and Education Research*, 14(7). 2024. P. 152–160. URL: [https://ijmer.s3.amazonaws.com/pdf/volume14/volume14-issue7\(3\)/21.pdf](https://ijmer.s3.amazonaws.com/pdf/volume14/volume14-issue7(3)/21.pdf)

## METHODOLOGICAL FEATURES OF USING CLOUD TECHNOLOGIES IN THE TRAINING OF IT SPECIALISTS

*Serhiy Stetsyk*

**Abstract.** The article analyses and systematizes methodological features of integrating cloud technologies into the educational process of training specialists in the field of information technologies. The development of the information society and the globalization of the labor market require a review of existing approaches to training IT specialists in the context of the development of cloud technologies. The integration of cloud services into the educational process provides future specialists with competencies that meet the current requirements of the labor market, namely specialists with practical experience in working with various platforms, tools for containerization and automation of deployment. The contradiction is related to the high demands of employers on IT specialists and the limited capabilities of the traditional material and technical base of educational institutions. This contradiction proves the relevance of our research. The purpose of the article is to provide a theoretical justification and systematization of the methodological features of using cloud technologies, as well as to highlight their advantages in the professional training of future IT specialists. The key aspects of using cloud services in the training of future IT specialists are described, the didactic potential of cloud services is revealed, their integration using various models (IaaS, PaaS, SaaS, IaaS) and their functions in the formation of professional competencies are described. The feasibility of applying project-oriented, problem-oriented and practice-oriented approaches based on cloud platforms is justified. Key methodological advantages are formulated, such as providing access to modern tools, creating conditions for collaborative activities and bringing training as close as possible to the real conditions of the IT industry. Systematic integration of cloud technologies allows moving from a theoretical model to a practice-oriented, competency-based one, provides equal access to tools and helps to develop the skills needed in the modern labor market. However, high-quality implementation requires solving problems related to improving the qualifications of teachers and developing methodological support.

**Keywords:** cloud technologies, training of IT specialists, teaching methodology, educational environment, IaaS, PaaS, SaaS, project-based learning, competency-based approach, DevOps, collaborative learning.

### References (translated and transliterated)

- [1]. Cha J., Koo B. ICTs for new Engineering Education. Policy Brief. UNESCO IITE, 2011. 12 p. [Online]. Available: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000193683>. (in English)
- [2]. Augustine A., Delali Kwasi D. Cloud Computing in Education: A review of Architecture, Applications, and Integration Challenges. *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887). Volume 186, No.66, February 2025. 49-65, doi: 10.5120/ijca2025924472. (in English)
- [3]. Bykov V., Shyshkina M. Theoretical and methodological principles of the cloud-based university environment formation. Theory and practice of social systems management. No. 2016. Pp. 30-52. [Online]. Available: <http://tipus.khpi.edu.ua/article/view/73497>, doi: <https://doi.org/10.20998/%25x>. (in Ukrainian)
- [4]. Franchuk V. M. Using the MOODLE system in training future specialists in information technologies.: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Digital Transformation in Education: Challenges and Prospects (April 15–16, 2025, Kyiv), 2025. P. 99-101. [electronic edition]. [Online]. Available: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/48326>. (in Ukrainian)
- [5]. Kashina H.S. Expanding digital skills of scientific and pedagogical workers of medical higher education institutions in the postgraduate education system. *Higher education of Ukraine: Theoretical and scientific-methodical journal*. 2022. No. 1/2. P. 44-50. [Online]. Available: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/46321>. (in Ukrainian)
- [6]. Voitovych I., Ponomarenko V. Formation of professional competencies in the continuous professional training of it specialists: regulatory and technological aspect. *Youth & market*, (2/222), 2024. Pp. 74-79, doi: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2024.297977>. (in Ukrainian)
- [7]. Franchuk N.P. Digital technologies for assessing the effectiveness of pedagogical research. Report of the scientific and practical conference of the Institute of Digitalization of Education of the National Academy of Sciences of Ukraine: collection of materials, (Kyiv, February 10, 2022). Kyiv. Pp. 66-69. [Online]. Available: <https://lib.iitta.gov.ua/730975/>. (in Ukrainian)
- [8]. Basnet R. Leveraging Jupyter Notebook and Github Codespaces for interactive computer science education, *edulearn25 Proceedings*. 2025. Pp. 401-408. [Online]. Available: <https://library.iated.org/view/BASNET2025LEV>,

doi: 10.21125/edulearn.2025.0177. (in English)

- [9]. Bhatia A. S., Bhatia M. and Singhal A. Developing Flask based Image Generator Application using OpenAI's DALL-E and Replit: A Comparative Analysis. *2025 International Conference on Engineering, Technology & Management (ICETM)*, Oakdale, NY, USA. 2025. Pp. 1-6, doi: 10.1109/ICETM63734.2025.11051688. (in English)
- [10]. Dhawan S. Online Learning: A Panacea in the Time of COVID-19 Crisis. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1). 2020. Pp. 5-22, doi: <https://doi.org/10.1177/0047239520934018>. (in English)
- [11]. Li P., Gyawali S. A. *Follow-up Study of a Redesigned Cybersecurity Lab Course*. ASEE Annual Conference & Exposition. 2025. [Online]. Available: <https://peer.asee.org/55364.pdf> (in English)
- [12]. Verma A. Prospects of Commerce and Management Education in Digital Era. *International Journal of Management and Education Research*, 14(7). 2024. Pp. 152–160. [Online]. Available: [https://ijmer.s3.amazonaws.com/pdf/volume14/volume14-issue7\(3\)/21.pdf](https://ijmer.s3.amazonaws.com/pdf/volume14/volume14-issue7(3)/21.pdf) (in English)

Правіцка Наталія Сергіївна  
<sup>1</sup>аспірантка кафедри методики навчання математики  
Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна;  
<sup>2</sup>асистент кафедри алгебри та інформатики  
Чернівецького національного університету імені Ю. Федьковича, м. Чернівці, Україна  
ORCID ID 0009-0004-7651-9105  
*n.pravitska@chnu.edu.ua*

## КОМП'ЮТЕРНА ПІДТРИМКА ШКІЛЬНОГО КУРСУ ГЕОМЕТРІЇ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ ГЕОМЕТРИЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ

**Анотація.** Геометричні перетворення площини відіграють фундаментальну роль в архітектурі геометрії. Вони лежать в основі методу геометричних перетворень – методу розв'язування задач і дослідження геометричних об'єктів. У ШКМ традиційно вивчаються рухи та перетворення подібності. Серед рухів найбільше уваги приділяється симетрії відносно точки і прямої та паралельному перенесенню. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики суттєво розширюють можливості використання суто наукових математичних фактів і дають змогу спростовувати хибні алгоритми (методи) розв'язування задач. У сучасному освітньому середовищі інноваційні технології стають ключовими компонентами ефективного навчання. Особливо важливо враховувати це в контексті вивчення геометрії, де візуалізація та динамічність можуть суттєво збагатити освітній процес. Використання різних програмних засобів на уроках, зокрема під час вивчення геометричних перетворень або методу геометричних перетворень, дозволяють кількісно збагатити задачний матеріал, що сприяє кращому рівню розуміння геометрії. Вивчаючи у ШКГ тему «Задачі на побудову», вважаємо доцільним застосування різних програмних засобів Desmos, Wolfram Alpha, Maple, зокрема GeoGebra, для демонстрації точних креслень, перевірки коректності і правильності побудов, зокрема образу та прообразу точок при перетворенні простору. Дана робота стосується методики вивчення геометричних перетворень площини учнями загальноосвітніх шкіл та їх застосувань до розв'язування задач. Вона присвячена засобам комп'ютерної підтримки освітнього процесу, доцільності використання педагогічних програмних засобів на уроках геометрії. У роботі розглядаються геометричні задачі на побудову та дослідження, які розв'язуються методом геометричних перетворень площини з ефективним використанням програмного засобу GeoGebra, проводиться детальний аналіз цього педагогічно-інформаційного засобу і наводиться аргументація доцільності використання.

**Ключові слова:** педагогічні програмні засоби навчання, задачі на побудову, геометричні перетворення площини, метод геометричних перетворень, GeoGebra.

**Постановка проблеми.** Сучасна система освіти стикається з численними викликами, одним з яких є необхідність підвищення якості навчання точних наук, зокрема, геометрії. Традиційні методи навчання часто не забезпечують достатнього рівня розуміння складних геометричних концепцій, що негативно впливає на успішність учнів та їхню мотивацію до вивчення математики. Особливо це стосується теми "Геометричні перетворення", яка вимагає не лише теоретичного засвоєння, але й розвитку просторового мислення та вміння застосовувати знання на практиці.

Впровадження інноваційних підходів до навчання геометрії може стати ефективним розв'язуванням цієї проблеми. Використання сучасних технологій та інтерактивних інструментів дозволяє створити більш динамічне та захоплююче освітнє середовище, використання якого сприяє кращому розумінню та засвоєнню матеріалу. Одним із найефективніших педагогічних програмних засобом, що використовується у цьому контексті, є GeoGebra [17]. GeoGebra – це потужний інструмент, що поєднує в собі геометрію, алгебру, таблиці, графіки, статистику та математичні обчислення в єдиному простому для використання інтерфейсі.

Однак, незважаючи на значний потенціал таких інноваційних інструментів, їх впровадження в освітній процес стикається з низкою перешкод, серед яких недостатнє технічне забезпечення шкіл, брак методичних рекомендацій та підготовлених педагогів. Необхідність навчання вчителів використанню програмного забезпечення, а також

розроблення навчальних програм і матеріалів, що впроваджують GeoGebra, є важливими аспектами математичної освіти, які потребують уваги.

Таким чином, постає необхідність детального дослідження ефективності використання GeoGebra у навчанні геометрії, зокрема, в процесі вивчення теми "Геометричні перетворення", а також розроблення рекомендацій щодо інтеграції цього інструменту у шкільну програму. Реалізація запропонованих підходів сприятиме підвищенню якості освіти, розвитку просторового мислення учнів та їхньої здатності застосовувати математичні знання у реальних життєвих ситуаціях.

*Об'єктом дослідження* є процес навчання геометрії у школі, зокрема, тема "Геометричні перетворення".

*Предметом дослідження* є вплив використання педагогічно програмного засобу GeoGebra на якість засвоєння учнями теми "Геометричні перетворення" у шкільному курсі геометрії.

*Метою даної статті* є виявлення ефективності впровадження програмного засобу GeoGebra у освітній процес при вивченні геометричних перетворень, а також розроблення методичних рекомендацій для інтеграції цього інструменту у шкільну програму з метою покращення розуміння матеріалу, розвитку просторового мислення учнів та підвищення їхньої мотивації до вивчення математики.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Тема використання педагогічних програмних засобів, таких як GeoGebra, у навчанні геометрії активно досліджується багатьма науковцями у галузі педагогіки та математики. Деякі з відомих учених і дослідників, які зробили значний внесок у цю сферу, представили праці, присвячені залученню програмних засобів на уроках математики, опису міжпредметних зв'язків та обґрунтуванню доцільності використання засобів ІКТ. У цьому аспекті варто згадати роботи [1], [2], [3], [4], [5], [6].

Серед зарубіжних дослідників важливий внесок зробили М. Hohenwarter і К. Jones, які розглядали можливості інтеграції геометрії та алгебри засобами GeoGebra, а також потенціал цього програмного середовища для розвитку математичних компетентностей учнів [7].

**Мета написання статті.** Висвітлити роль і місце педагогічних програмних засобів на прикладі GeoGebra на уроках геометрії під час вивчення теми «Задачі на побудову».

**Подання основного матеріалу дослідження.** На сьогоднішній день розроблено велику кількість педагогічних програмних засобів навчання, використання яких дозволяє за допомогою комп'ютера розв'язувати різноманітні математичні задачі різних рівнів складності. Серед таких засобів можна відзначити GeoGebra (Австрія), Cabri Geometry (Франція) [18], Cinderella (Німеччина) [19] та The Geometer's Sketchpad (США) [20], які широко застосовуються у світі для візуалізації геометричних понять, моделювання властивостей фігур і дослідження взаємозв'язків між ними. А також український програмний продукт GRAN, цей комплекс включає програми GRAN1, GRAN-2D, GRAN-3D, які широко використовуються у освітньому процесі для побудови графіків, візуалізації просторових об'єктів і дослідження властивостей геометричних фігур. Ці програмні продукти сприяють розвитку просторового мислення, формуванню навичок аналізу та експериментального підходу до розв'язування задач. Найбільш поширеним педагогічним програмним засобом навчання є GeoGebra під час вивчення теми «Геометричні перетворення». Такий програмний засіб є ефективним інструментом для вивчення математики, зокрема, геометрії. GeoGebra забезпечує інтерактивне та наочне вивчення геометричних перетворень, що дає змогу здобувачам освіти краще зрозуміти й засвоїти навчальний матеріал.

#### *Основні характеристики ППЗН GeoGebra*

**Інтерактивність:** За допомогою програмного засобу GeoGebra користувачі можуть взаємодіяти з геометричними об'єктами та змінювати їх у реальному часі. Завдяки можливості активної взаємодії користувачі можуть наочно бачити результати своїх дій, що сприяє кращому розумінню геометричних перетворень та інших математичних концепцій. Ця взаємодія робить навчання динамічним і захоплюючим, дозволяючи досліджувати та експериментувати з математичними об'єктами, що значно полегшує процес засвоєння

матеріалу.

*Універсальність:* Програмне забезпечення охоплює широкий спектр математичних тем, включаючи геометрію, алгебру, тригонометрію, статистику та обчислення. Це дозволяє використовувати його на різних рівнях освіти – від початкової школи до університету.

*Зручний інтерфейс:* GeoGebra має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який робить його доступним для користувачів з будь-яким рівнем підготовки. Інструменти та функції організовані таким чином, що їх легко знайти і використовувати, забезпечуючи зручний та ефективний процес роботи.

*Динамічне моделювання:* Програмний засіб надає можливість створювати динамічні моделі математичних об'єктів, які можна анімувати та змінювати. Це особливо корисно для вивчення складних концепцій, таких як перетворення геометричних фігур. Можливість візуалізації та взаємодії з цими об'єктами в реальному часі сприяє глибшому розумінню теоретичних аспектів та їх практичного застосування, що робить освітній процес більш інтерактивним і захоплюючим.

*Підтримка різних платформ:* GeoGebra доступна на різних платформах, включаючи Windows, MacOS, Linux, а також мобільні платформи iOS та Android. Це забезпечує доступність програми для широкого кола користувачів.

*Спільнота та обмін ресурсами:* GeoGebra має велику спільноту користувачів, які створюють та діляться навчальними матеріалами, інтерактивними завданнями та іншими ресурсами. GeoGebra надає доступ до численних готових до використання ресурсів, які можна застосовувати у навчанні.

*Безкоштовність:* GeoGebra є безкоштовним програмним забезпеченням з відкритим вихідним кодом, що робить його доступним для освітніх установ незалежно від їх фінансових можливостей.

*Інтеграція з іншими технологіями:* GeoGebra легко інтегрується з іншими освітніми технологіями та ресурсами, такими як мультимедійні дошки, електронні підручники, онлайн-платформи для навчання, а також з системами управління навчанням (LMS) і віртуальними класами. Це робить його універсальним інструментом для сучасного освітнього процесу, сприяючи створенню інтерактивних та персоналізованих уроків. Використання різних форматів навчання, таких як відеоуроки та інтерактивні завдання, дозволяє підвищити зацікавленість учнів та сприяє глибшому засвоєнню матеріалу.

Програмний засіб GeoGebra має широкі можливості використання, розглянемо це в аспекті розв'язування задач на побудову методом геометричних перетворень.

*Задачі на побудову* з допомогою обмеженого набору інструментів (циркуля, лінійки тощо) відіграють надзвичайно важливу роль у формуванні в учнів:

- *просторового уявлення* (оскільки робота з лініями, прямими та їх взаємним розміщенням сприяє інтуїтивному сприйнятті, в першу чергу, аксіом та основних фактів геометрії, що з них слідують. Водночас робота над такими задачами може допомагати учням у сприйнятті і аналізі рисунка задачі, як моделі взаємозв'язку об'єктів реального світу);
- *алгоритмічного та критичного мислення* (оскільки задачі на побудову це, в першу чергу, задачі на складання алгоритму використання основних шкільних побудов для досягнення кінцевого результату. Водночас різноманіття задач на побудову розширює уявлення учнів про різні випадки взаємного розташування об'єктів геометрії, демонструє наявність різної кількості розв'язків та розв'язування задачі);
- *цілісного уявлення про математику як науку* (як і будь-яка інша складова математичної теорії, що відкриває нові грані науки) [8], [9], [10].

*Метод геометричних перетворень* яскраво проявляється при розв'язанні ряду задач на побудову, він дозволяє демонструвати властивості конгруентності, подібності різних геометричних об'єктів або їх складових. На основі інваріантних (незмінних) властивостей фігур в образів та прообразів ґрунтується метод геометричних перетворень у задачах на побудову [11], [12], [13], [14], [15], [16].

Використання засобів програмного забезпечення під час вивчення теми «Задачі на побудову» має позитивний вплив:

- 1) як спосіб демонстрації точних (коректних і правильних) рисунків – дана демонстрація має сенс: як зразок (наприклад на дошці), у випадку, коли учні власноруч здійснюють побудови в зошиті; як ілюстрація побудови на уроці в дистанційній формі навчання;
- 2) як спосіб демонстрації збереження властивостей фігур під час геометричних перетворень;
- 3) як спосіб перевірки гіпотез побудови (знаходження точок, перпендикулярів, рівних кутів). За допомогою програмного засобу GeoGebra можна перевірити правильність знайденого розв'язку: належність точки прямій, рівності кутів, перпендикулярності прямих, симетричності фігур тощо).

З урахування усіх моментів доцільне і виважене використання програмних засобів, таких як GeoGebra, на уроках математики в процесі вивчення теми «Задачі на побудову» дозволяє учням краще розуміти теоретичний матеріал, швидше засвоювати принципи методу геометричних перетворень тощо.

В якості демонстрації міркувань та висновків наведемо деякі приклади. Застосуємо педагогічно програмний засіб GeoGebra під час розв'язування конкретних задач.

**Задача 1.** Побудувати ромб із центром у даній точці  $O$  і трьома вершинами на трьох даних колах.

*Розв'язування. Аналіз.* Нехай ромб  $ABCD$  побудовано так, що його вершини  $A$ ,  $B$ ,  $C$  лежать по одній на трьох даних колах і його діагоналі перетинаються в даній точці  $O$ .

Оскільки вершини  $A$  і  $C$  взаємно симетричні відносно точки  $O$ , то точку  $A$  знайдемо як точку перетину кола  $K_1$  із колом  $K_2'$ , симетричним колу  $K_2$  відносно точки  $O$ .

У ромба діагоналі симетричні відносно точки  $O$  – точки перетину діагоналей  $AC$  і  $BD$ , тому дві інші протилежні вершини ромба лежатимуть на серединному перпендикулярі до відрізка  $AC$ . Отже, точку  $B$  знайдемо як точку перетину кола  $K_3$  з перпендикуляром  $l_1$  до  $AC$ , що проходить через точку  $O$ . Точка  $D$  утворюється, як симетрична до точки  $B$  відносно точки  $O$ .

*Побудова* (рис. 1).

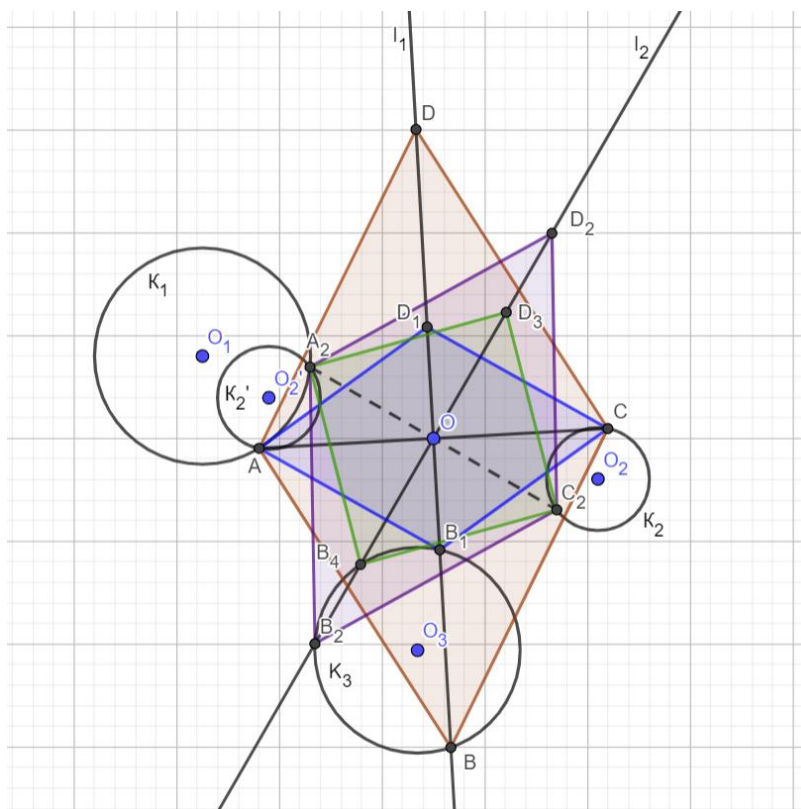


Рис. 1. Побудова ромба із центром точки  $O$  і трьома вершинами на трьох колах.

Будуємо:

1. Довільну точку  $O$ .
2. Коло  $K_2$  довільного радіуса.
3. Коло  $K_2'$ , симетричне до кола  $K_2$  відносно точки  $O$ .
4. Коло  $K_1$  довільного радіуса.
5. Точки  $A$  і  $A_2$  – точки перетину кіл  $K_1$  та  $K_2'$ .
6. Точку  $C$  – симетричну до точки  $A$  відносно точки  $O$ .
7. Відрізок  $AC$ .
8. Через точку  $O$  проводимо пряму  $l_1$ , перпендикулярну до  $AC$ .
9. Коло  $K_3$  довільного радіуса.
10. Точки  $B$  та  $B_1$  – точки перетину перпендикуляра  $l_1$  з колом  $K_3$ .
11. Точку  $D$  – симетричну до точки  $B$  відносно точки  $O$ .
12.  $ABCD$  – шуканий ромб.

*Доведення.* Правильність побудови обґрунтовано в аналізі.

*Дослідження.* Число розв'язків залежить від кількості точок перетину кіл  $K_1$  і  $K_2'$ , та кола  $K_3$  з прямою  $l_1$  – серединним перпендикуляром до відрізка  $AC$ . На рисунку 1 можна побачити чотири ромби, які задовольняють умови задачі.

**Задача 2.** На заданій прямій  $KM$  знайти вершину  $X$  кутів, одна сторона яких лежить на цій прямій, а інша з'єднує  $X$  з заданими точками  $A$  і  $B$  відповідно, таку що один з кутів в двічі більший за інший.

*Розв'язування. Аналіз.* Нехай точка  $X$  побудована і  $\angle KXB = 2\angle MXA$ . Тоді кут  $\angle A'XM = \angle AXM$ , де  $A'$  – це точка, що є образом точки  $A$  під дією осової симетрії відносно прямої  $KM$ , тобто  $\angle KXB = 2\angle A'XM$ . Продовжимо сторону  $BX$ . На продовженні цієї сторони отримаємо пар вертикальних кутів  $\angle KXB = \angle MXC$ . Оскільки кут  $\angle MXC = \angle MXA' + \angle A'XC$  і  $\angle MXA' = \frac{1}{2}\angle KXB$ , то  $\angle MXA' = \angle A'XC$ , а тому  $XA'$  – є бісектрисою кута  $\angle MXC$ , тобто  $C$  – є точкою дотику прямої  $BX$  і кола з центром в точці  $A'$  радіусом  $\frac{AA'}{2}$ . Таким чином, точка  $X$  є точкою перетину дотичної, проведеної з точки  $B$  до кола з центром в точці симетричній точці  $A$  і радіусом  $\frac{AA'}{2}$ .

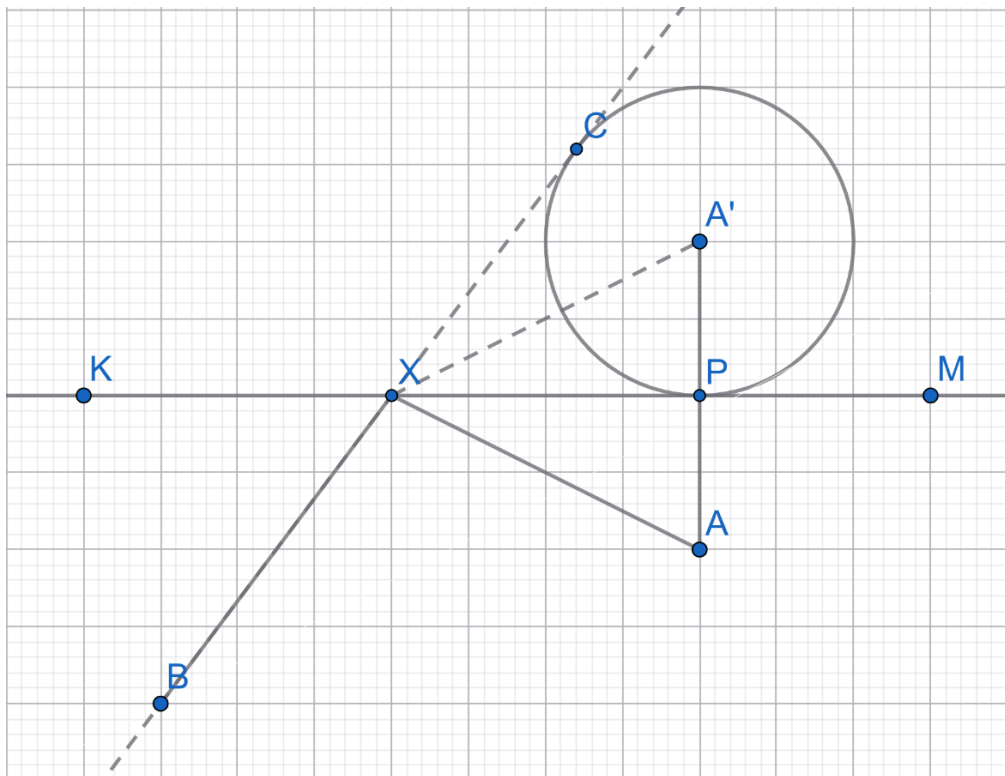


Рис. 2. Знаходження вершини  $X$  кутів на заданій прямій  $KM$

Побудова (рис. 2).

Будуємо:

1. Точку симетричну точці  $A$  відносно прямої  $MK$ ;
2. Точку перетину  $AA' \cap MK = P$ ;
3. Коло  $\omega$  з центром в точці  $A'$  і радіусом  $A'P$ ;
4. Дотичну  $g$  з точки  $B$  до кола  $\omega$ ;
5. Точку перетину  $g \cap MK = X$ .

Доведення. Правильність побудови обґрунтовано в аналізі.

Дослідження. Задача має чотири розв'язки не залежно від того як розташовані точки  $A$  і  $B$  на площині. Якщо точки не лежать на прямій  $MK$ , то завжди в точці  $A$  або  $B$  можна провести дотичні. Якщо точки  $A$  і  $B$  знаходяться по різні сторони прямої  $MK$ , побудова шукаю точки здійснюється відштовхуючись від точки  $A$  (або  $B$ ) вже як симетричної.

**Задача 3.** На прямій  $l$  знайти таку точку  $X$ , що пряма, перпендикулярна до  $l$  в точці  $x$  буде бісектрисою кута, утвореного між двома дотичними, проведеними з точки  $X$  до двох заданих кіл (центри яких  $O_1$  і  $O_2$ ).

Розв'язування. Аналіз. Нехай побудова здійснена і точка  $X$  знайдена. Тоді дотичні  $XA_1$  і  $XA_2$  до кіл  $\omega_1$  і  $\omega_2$  утворюють кут  $A_1XA_2$ , для якого пряма  $XL$  бісектриса, тобто  $\angle A_1XL = \angle A_2XL$ . З рівності даних кутів і умови перпендикулярності прямих  $l \perp XL$  слідує, що  $\angle MXA_1 = \angle NXA_2$ . Знайдемо образ кола  $\omega_2$  під дією осьової симетрії відносно прямої  $l$ . Отримаємо коло  $\omega_2'$  з центром в точці  $O_2'$ . Згідно з властивостей осьової симетрії дотична  $XA_2$  перейде в дотичну  $XA_2'$ . Звідки слідує, що  $\angle NXA_2' = \angle NXA_2$ , а тому  $\angle NXA_2' = \angle MXA_1$ . Отже, можемо зробити висновок, що точки  $A_2', X, A_1$  лежать на одній прямій  $A_1X$ , що є спільною дотичною до кіл  $\omega_1$  і  $\omega_2'$ . Таким чином, приходимо до висновку, що шукана точка  $X$  є точкою перетину прямої  $l$  зі спільною дотичною до одного з кіл і симетричного іншому.

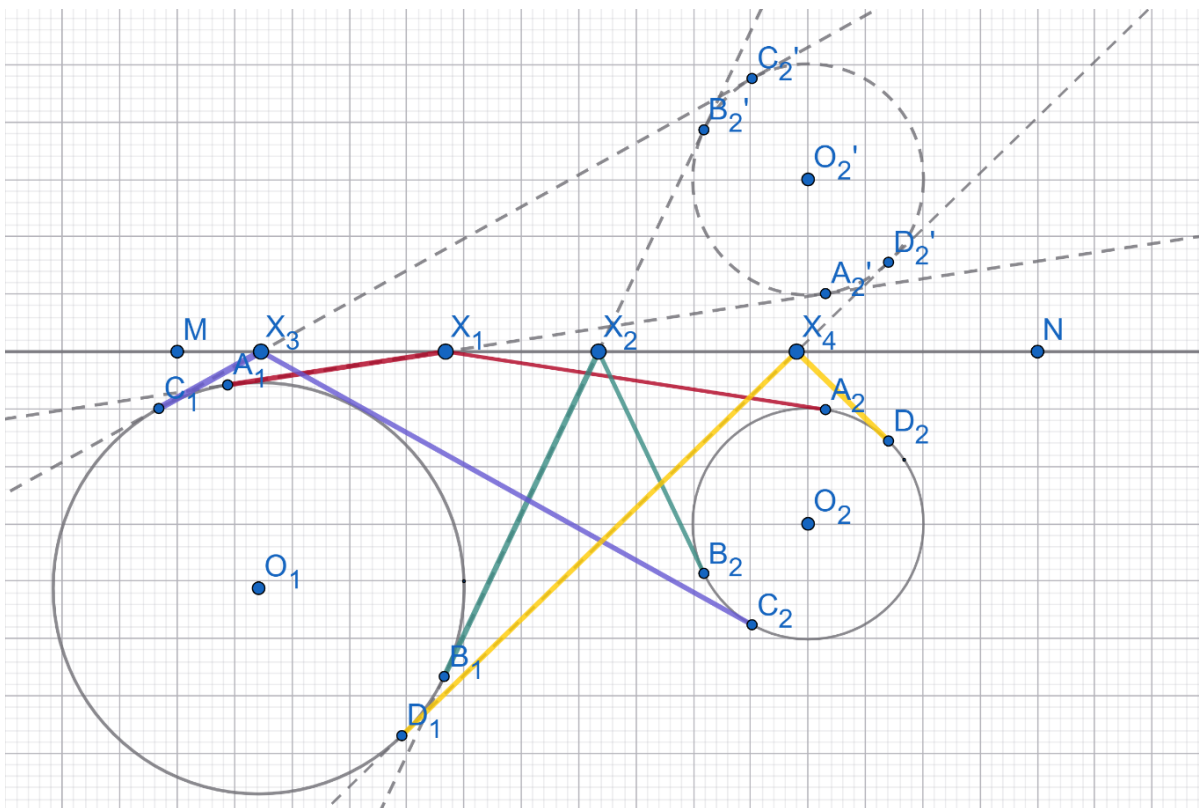


Рис. 3. Знаходження точки  $X$  на прямій  $l$

Побудова (рис. 3).

Будуємо:

1. Точку симетричну точці  $O_2'$  відносно прямої  $MN$ ;

2. Коло, симетричне колу  $\omega_2$ ;
3. Будуємо спільну дотичну  $A_1A'_2$  до кіл  $\omega_1$  і  $\omega'_2$ ;
4. Точку перетину  $A_1A'_2 \cap MN = X$ .

*Доведення.* Правильність побудови обґрунтовано в аналізі.

*Дослідження.* Задача має чотири розв'язки, оскільки для двох кіл можна провести 4 спільні дотичні, відповідно матимемо чотири точки:  $X_1, X_2, X_3, X_4$ .

**Задача 4.** Для заданого кута і точок  $A$  і  $B$ , що належить куту, знайти найкоротший шлях з точки  $A$  в точку  $B$ , такий що проходить би через сторони кута.

*Розв'язування. Аналіз.* Задача побудови шляху рівносильна задачі знаходження точок  $X$  та  $Y$  на сторонах кута, таких, що сума довжин

$$AX + XY + YB$$

була б мінімальна. Нехай дані точки знайдено. Такими точками є точки перетину прямої  $A'B'$  зі сторонами кута, де  $A'$  – точка симетрична точці  $A$  відносно сторони кута, до якої вона розташована ближче, а  $B'$  – точка симетрична точці  $B$  відносно сторони кута, до якої вона розташована ближче. Якщо у випадку, коли одна з двох точок або обидві одночасно знаходяться на бісектрисі кута, то  $A'$  і  $B'$  – точки симетричні  $A$  і  $B$  відносно різних сторін кута.

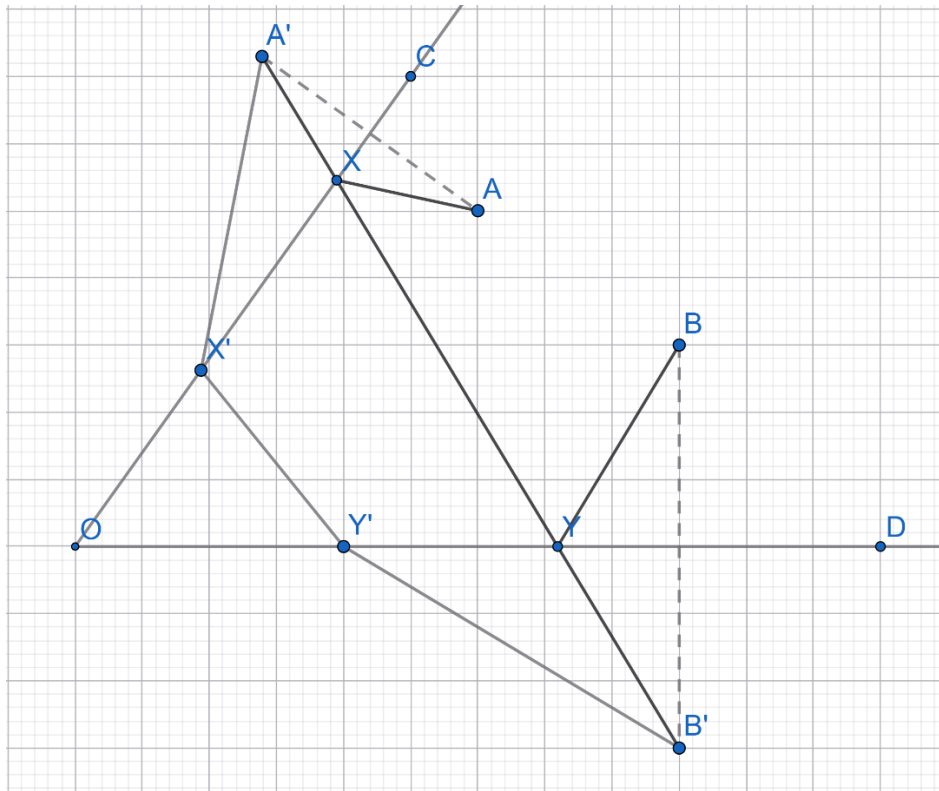


Рис. 4. Знаходження найкоротшого шляху з точки  $A$  в точку  $B$

*Побудова (рис.4).*

Будуємо (нехай задано кут  $\angle COD$ ):

1. Точку  $A'$  симетричну точці  $A$  відносно прямої  $CO$ ;
2. Точку  $B'$  симетричну точці  $B$  відносно прямої  $DO$ ;
3. Точку перетину  $A'B' \cap CO = X, A'B' \cap DO = Y$ ;
4. Ламана  $AXYB$  – шукана.

*Доведення.* Доведемо, що так знайдені точки є справді такими, що сума  $AX + XY + YB$  мінімальна. Нехай існують інші точки  $X'$  та  $Y'$  такі, що

$$AX' + X'Y' + Y'B < AX + XY + YB.$$

Тоді згідно з побудови  $A'$  і  $B'$  маємо

$$AX + XY + YB = A'X + XY + YB' = A'B' < A'X' + X'Y' + Y'B' = AX' + X'Y' + Y'B.$$

Отже, лише точки  $X$  та  $Y$  є шуканими.

*Дослідження.* Якщо точки  $A$  і  $B$  не лежать одночасно на бісектрисі кута  $COD$ , то задача має єдиний розв'язок. Якщо ж точки лежать на бісектрисі, то можна побудувати дві пари таких точок, що сума відстаней буде сталою та водночас найменшою.

**Висновки.** Використання інструментів GeoGebra для розв'язування задач на побудову методом геометричних перетворень дозволяє учням спостерігати за змінами в реальному часі та експериментувати з різними конструкціями, а це допомагає глибше зрозуміти метод розв'язування та відчувати взаємозалежності між різними об'єктами геометрії.

Під час роботи з GeoGebra учні активно використовують властивості симетрії, перпендикулярів та точок перетину, що робить процес навчання більш структурованим і ефективним.

Методика використання GeoGebra у шкільному навчанні спрямована на активне використання властивостей геометричних фігур та їх перетворень. Учні здійснюють інтерактивну побудову геометричних об'єктів, вивчають їх властивості через експериментування та аналізують результати за допомогою візуалізації. Цей підхід сприяє глибшому розумінню математики, зокрема, геометрії і підвищує мотивацію учнів до вивчення.

Перспективи подальших досліджень полягають у комплексному підході до впровадження GeoGebra у освітній процес: від методичних розробок і цифрових моделей до інтеграції з онлайн-платформами (Moodle, Google Classroom), що сприятиме формуванню сучасного цифрового освітнього середовища.

#### Список використаних джерел:

- [1]. Корольський В.В., Крамаренко Т.Г., Семеріков С.О., Шокалюк С.В. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики. За ред. М.І. Жалдака. Кривий Ріг: Книжкове видавництво Кирієвського, 2009. 324 с.
- [2]. Вінниченко Є.Ф., Костюченко А.О. Деякі особливості геометричних перетворень в програмі GRAN-2D. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, № 5 (12). 2007. С. 114-120.
- [3]. Жалдак М.І., Лапінський В.В., Шут М.І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики: [посібник для вчителів]. Київ: Дініт, 2004. 110 с.
- [4]. Жалдак М. І., Вітюк О.В. Комп'ютер на уроках геометрії: посібник [для вчителів]. Київ: Дініт, 2003. 168 с.
- [5]. Раков С.А., Горох В.П., Осенков К. О. Відкриття геометрії через комп'ютерні експерименти в пакеті DG: посіб. Харків: Вікторія. 2002. 136 с.
- [6]. Тютюн Л.А. Використання вільного програмного забезпечення у процесі викладання математичних дисциплін. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Вінниця, 2010. № 26 С.529-533.
- [7]. Hohenwarter M., Jones K. Ways of linking geometry and algebra: the case of GeoGebra. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*. University of Northampton, UK. 2007. №3(27).
- [8]. Працьовитий М.В. Геометричні перетворення. Теоретико-груповий погляд на геометрію. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. 18 с.
- [9]. Працьовитий М.В. Геометричні перетворення. Рухи площини. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. 44 с.
- [10]. Працьовитий М.В. Перетворення подібності площини з елементами теорії фракталів. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. 52 с.
- [11]. Бевз Г.П. Методика викладання математики. Київ: Вища школа, 1977. 376 с.
- [12]. Бевз Г.П., Конфорович А.Г., Резніченко З.О., Ченакал Є.О. Математика: посібник для факультативних занять у 7 кл. Київ: Рад. школа, 1982. 152 с.
- [13]. Боровик В.Н., Зайченко І.В., Мурач М.М., Яковець В.П. Геометричні перетворення площини: навчальний посібник. Суми: Університет. книга, 2003. 504 с.
- [14]. Кушнір І.А. Методи розв'язування задач з геометрії. Київ: Абрис, 1994. 464 с.
- [15]. Ленчук І. Г. Метод перетворень: паралельне перенесення. *Математика у рідній школі*. 2016, №3 (174). С. 37-42.
- [16]. Мороз М.П. Перетворення площини, що зберігають належність точок колу. *Математика у рідній школі*. 2016, №3 (174). С. 43-47.
- [17]. GeoGebra. URL: <https://www.geogebra.org>
- [18]. Cabri Geometry. URL: <https://www.cabri.com>
- [19]. Cinderella. URL: <https://cinderella.de>
- [20]. The Geometer's Sketchpad. URL: <https://www.dynamicgeometry.com>

# COMPUTER AIDED TEACHING OF THE SCHOOL GEOMETRY COURSE IN THE STUDY OF GEOMETRIC TRANSFORMATIONS

*Natalia Pravitska*

**Annotation.** Geometric plane transformations play a fundamental role in geometric architecture. They serve as the basis of the method of geometric transformations, a method of solving mathematical problems and studying geometric objects. The school mathematics program traditionally teaches motions and similarity transformations. Among the motions, the most attention is paid to a point and a line symmetry, and parallel transformation. Computer-based mathematics teaching systems significantly expand the possibilities of using purely scientific mathematical facts and allow refuting false algorithms (methods) for solving problems. In the modern educational environment, innovative technologies are becoming key components of effective learning. It is especially important to consider this in the context of learning geometry, where visualization and dynamism can significantly enrich the educational process. The use of various software tools in the classroom, in particular when studying geometric transformations or the method of geometric transformations, allows you to quantitatively enrich the task material, which contributes to a better understanding of geometry. When studying the topic Geometric Constructions in a school geometry course, we consider it expedient to use various software tools, such as Desmos, Wolfram Alpha, Maple, in particular GeoGebra, to demonstrate accurate drawings and check the correctness of constructions, in particular the shape and prototype of points in the transformation of space. This paper deals with the methodology of studying geometric transformations of the plane by pupils of secondary schools and their application to solving mathematical problems. It is devoted to the means of computer support of the educational process, the expediency of using pedagogical software tools in geometry lessons. The paper considers geometric problems for construction and research, which are solved by the method of geometric transformations of the plane with the effective use of the GeoGebra software, provides a detailed analysis of this pedagogical and information tool, and gives arguments for the expediency of its use.

**Keywords:** pedagogical software teaching tools, geometric constructions, geometric transformations of the plane, method of geometric transformations, GeoGebra.

## References (translated and transliterated)

- [1] Korolskyi V.V., Kramarenko T.G., Semerikov S.O., Shokalyuk S.V. Innovative information and communication technologies for teaching mathematics. Edited by M.I. Zhaldak. Kryvyi Rih: Knyzhkove vydavnytstvo Kyrievskoho, 2009. 324 p. (in Ukrainian)
- [2] Vinnychenko E.F., Kostyuchenko A.O. Some features of geometric transformations in the GRAN-2D program. Scientific journal of the Dragomanov NPU. Series No. 2. Computer-oriented learning systems, No. 5 (12). 2007. Pp. 114–120. (in Ukrainian)
- [3] Zhaldak M.I., Lapinsky V.V., Shut M.I. Computer-oriented teaching aids for mathematics, physics, and computer science: [teachers' manual]. Kyiv: Dinit, 2004. 110 p. (in Ukrainian)
- [4] Zhaldak M. I., Vityuk O. V. Computer in geometry lessons: a manual [for teachers]. Kyiv: Dinit, 2003. 168 p. (in Ukrainian)
- [5] Rakov S.A., Gorokh V.P., Osenkov K. O. Discovery of geometry through computer experiments in the DG package: manual. Kharkiv: Victoria. 2002. 136 p. (in Ukrainian)
- [6] Tyutyun L.A. The use of free software in the process of teaching mathematical disciplines. Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems. Vinnytsia, 2010. № 26. Pp.529-533. (in Ukrainian)
- [7] Hohenwarter M., Jones K. Ways of linking geometry and algebra: the case of GeoGebra. Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics. University of Northampton, UK. 2007. №3(27). (in English)
- [8] Pratsovy M.V. Geometric transformations. Group theoretical view of geometry. Kyiv: National Polytechnic University named after M.P. Dragomanov, 2007. 18 p. (in Ukrainian)
- [9] Pratsovy M.V. Geometric transformations. Plane motions. Kyiv: NPU named after M.P. Dragomanov, 2007. 44 p. (in Ukrainian)
- [10] Pratsovy M.V. Plane similarity transformation with elements of fractal theory. Kyiv: National Polytechnic University named after M.P. Dragomanov, 2013. 52 p. (in Ukrainian)
- [11] Bevz G.P. Methodology of teaching mathematics. Kyiv: Vyshcha shkola, 1977. 376 p. (in Ukrainian)
- [12] Bevz G.P., Konforovich A.G., Reznichenko Z.O., Chenakal E.O. Mathematics: a manual for optional classes in grade 7. Kyiv: Rad. shkola, 1982. 152 p. (in Ukrainian)
- [13] Borovyk V.N., Zaichenko I.V., Murach M.M., Yakovets V.P. Geometric transformations of the plane: a textbook. Sumy: Universytet. knyha, 2003. 504 p. (in Ukrainian)
- [14] Kushnir I.A. Methods of solving problems in geometry. Kyiv: Abrys, 1994. 464 p. (in Ukrainian)

- [15] Lenchuk I. G. Transformation method: parallel transfer. Mathematics in native school. 2016, №3 (174). Pp. 37 – 42. (in Ukrainian)
- [16] Moroz M.P. Plane transformations that preserve the membership of points of a circle. Mathematics in your native school. 2016, №3 (174). Pp. 43 – 47. (in Ukrainian)
- [17] GeoGebra. [Online]. Available: <https://www.geogebra.org> (in English)
- [18] Cabri Geometry. [Online]. Available: <https://www.cabri.com> (in English)
- [19] Cinderella. [Online]. Available: <https://cinderella.de> (in English)
- [20] The Geometer's Sketchpad. [Online]. Available: <https://www.dynamicgeometry.com> (in English)

## ЗМІСТ

<b>Антонюк Д.С., Вакалюк Т.А.</b> ЦИФРОВІ ОСВІТНІ РЕСУРСИ ЕКОНОМІКО-УПРАВЛІНСЬКОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ МАГІСТРІВ ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ: ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ АПАРАТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	3
<b>Злагодух Д.О.</b> КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	18
<b>Антонець А.В., Онішко В.В., Япринець Т. С., Овсієнко Ю. І., Кошова О. П.</b> ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЄКТУ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА СУЧАСНОГО ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	29
<b>Тігарчук С. В., Малежик П. М.</b> ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТРАДИЦІЇ: ПЕРЕШКОДИ НА ШЛЯХУ ДО ЦИФРОВІЗАЦІЇ В СИСТЕМІ ВИЩОЇ ШКОЛИ.....	40
<b>Карман О. С., Малежик П. М., Майданюк І. В.</b> ПРОБЛЕМИ ВИВЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ 3D-ГРАФІКИ В УКРАЇНІ.....	53
<b>Франчук В.М.</b> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ІНФОРМАЦІЙНО- ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	63
<b>Злагодух К.О.</b> ФОРМУВАННЯ КІБЕРГІГІЄНИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ: ОРГАНІЗАЦІЙНО- ПЕДАГОГІЧНІ ПІДХОДИ ТА ПРАКТИЧНІ СТРАТЕГІЇ.....	76
<b>Карпенко К.К.</b> СИНХРОНІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ ТА СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ НАВЧАЛЬНИМ КОНТЕНТОМ.....	87
<b>Франчук Н.П., Радчук А.О.</b> РОЗВИТОК ЦИФРОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ПЕДАГОГІЧНИХ І НАУКОВО- ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЗАСОБАМИ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ... ..	98
<b>Кархут В.Я., Галицький О.В.</b> ІНТЕГРАЦІЯ ПРИНЦИПІВ ВЕБДОСТУПНОСТІ В ПІДГОТОВКУ МАЙБУТНІХ РОЗРОБНИКІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	109
<b>Міненко Я.О., Чумак М.Є.</b> ЦИФРОВА КОМПЕТЕНТНІСТЬ – ДЕТЕРМІНАНТА ПРОФЕСІЙНОГО УСПІХУ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ .....	118
<b>Олійник Б.М.</b> ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОЦЕСІ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ.....	126
<b>Мінтій І.С., Вакалюк Т.А., Іванова С.М., Олексюк В.П., Спірін О.М.</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДИКИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ НАУКОВИХ І НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЗАСОБАМИ ВІДКРИТИХ ОСВІТНЬО-НАУКОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ: РЕЗУЛЬТАТИ ФОРМУВАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ .....	137
<b>Стецик С.П.</b> ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	149
<b>Правіцка Н.С.</b> КОМП'ЮТЕРНА ПІДТРИМКА ШКІЛЬНОГО КУРСУ ГЕОМЕТРІЇ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ ГЕОМЕТРИЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ.....	165

Цей збірник наукових праць видається з 1989 року. Перші номери були видані під різними назвами:

Использование компьютеров в учебном процессе педагогического вуза. Збірник наукових праць. Київ: КДПІ, 1989. 174 с.

Використання нової інформаційної технології в навчальному процесі. Збірник наукових праць. Київ: РНМК, 1989. 174 с.

Сучасна інформаційна технологія в навчальному процесі. Збірник наукових праць. Київ: КДПІ, 1991. 180 с.

Проблеми інформатизації навчального процесу. Збірник наукових праць. Київ: УДПУ імені М.П. Драгоманова, 1991. 184 с.

Проблеми інформатизації освіти. Збірник наукових праць. Київ: УДПУ, 1993. 181 с.

Сучасні інформаційні технології в навчальному процесі. Збірник наукових праць. Київ: НПУ, 1997. 264 с.

З 1998 року збірник видається щорічно під назвою «*Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*».

**Ведеться електронна підтримка журналу на сайті:** <https://sj.udu.edu.ua/index.php/kosn>.

**Наукометричні бази даних:**

Google Академія, США:

<https://scholar.google.com/citations?hl=uk&user=SfTeZVYAAAAJ>

**Архівування:**

1. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського, Україна:  
Каталоги - НБУВ Національна бібліотека України імені  
В. І. Вернадського ([irbis-nbuv.gov.ua](http://irbis-nbuv.gov.ua))

*Наукове видання*

# НАУКОВИЙ ЧАСОПИС

УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА

*Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*

*Випуск 24 (31)*

Друкується в авторській редакції з оригінал-макетів авторів

Матеріали подано мовою оригіналу

Автори матеріалів **несуть повну відповідальність** за добір, точність наведених фактів, цитат, статистичних даних, власних імен та інших відомостей.

Головний редактор видання – *В. М. Франчук*

Заступник головного редактора – *Л. Л. Макаренко*

Відповідальний секретар серії – *Н. П. Франчук*

Макетування та верстка – *Н. П. Франчук*



Підписано до друку *27 червня 2025 р.*

Формат 60x84/8. Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Друк офсетний.  
Умовн. друк. аркушів 13,89. Облік. видав. арк. 12,22. Наклад 300 прим.

Віддруковано з оригіналів

---

Видавництво Українського державного університету імені Михайла Драгоманова.  
01601, м. Київ-30, вул. Пирогова, 9.  
Свідоцтво про реєстрацію ДК 7896 від 25.07.2023.  
(044) 239-30-26.