Національна академія педагогічних наук України
Інститут цифровізації освіти

Цифрова трансформація відкритих науково-освітніх середовищ

Монографія

Присвячено 25-річчю заснування
Інституту цифровізації освіти НАПН України

Київ
2024

DOI 10.33407/lib.NAES.id/eprint/744025
УДК 37:004
Ц 75

Рекомендовано до друку Вченою радою
Інституту цифровізації освіти НАПН України
(протокол № 21 від 12.12.2024 року)

Рецензенти:
Биков В. Ю. – доктор технічних наук, професор, Інститут цифровізації освіти НАПН України.
Касьян С. П. – кандидат педагогічних наук, доцент, Інститут державного військового управління Національного університету оборони України.

Редактори:
Спірін О. М. – доктор педагогічних наук, професор, Інститут цифровізації освіти НАПН України
Пінчук О. П. – кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник, Інститут цифровізації освіти НАПН України

Ц 75 Цифрова трансформація відкритих науково-освітніх середовищ : монографія / Ін-т цифровізації освіти НАПН України ; [колектив авторів ; ред. О. М. Спірін, О. П. Пінчук]. – Київ, 2024. – 308 с. – Присвячено 25-річчю заснування Інституту цифровізації освіти НАПН України.

ISBN 978-617-8330-20-0

Монографію підготовлено до 25-річчя заснування Інституту цифровізації освіти (до 2022 року – Інституту інформаційних технологій і засобів навчання) Національної академії педагогічних наук України. Представлено результати вибраних наукових досліджень учених інституту з проблем цифровізації освіти і галузі педагогічних наук. Окреслено міжнародні підходи цифровізації освіти й тенденції її цифрової трансформації та цифрового розвитку.

Видання адресовано науковим і науково-педагогічним працівникам, учителям, керівникам закладів освіти, аспірантам, докторантам, широкому колу осіб, хто цікавиться процесами цифрової трансформації освіти та педагогічної науки України.

УДК 37:004

ISBN 978-617-8330-20-0

© Інститут цифровізації освіти НАПН України, 2024
© Колектив авторів, 2024

ЗМІСТ

Передмова 4

Розділ I. Веборієнтоване енциклопедичне видання як інструмент поширення верифікованого знання про освіту 10

Розділ II. Імерсивні технології та цифрове навчання: вплив, можливості та пом'якшення ризику 35

Розділ III. Проектування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти 54

Розділ IV. Кіберзахист у цифровому освітньому середовищі: зовнішні та внутрішні ризики 64

Розділ V. Візуалізація дистанційного навчання 75

Розділ VI. Інформаційна безпека дітей в цифровому середовищі: використання програми Microsoft Family Safety 86

Розділ VII. Підвищення розуміння молекулярної геометрії учнями старшої школи за допомогою доповненої реальності 99

Розділ VIII. Навчальні проєкти STEAM з використанням цифрових технологій: готовність вчителів 121

Розділ IX. Планування та проведення дистанційних уроків у закладах освіти 134

Розділ X. Композитне моделювання структурними рівняннями взаємозв'язку між інструментами Moodle та результатами навчання студентів 159

Розділ XI. Апробація технології та інструменту самооцінювання цифрової компетентності вчителя 201

Розділ XII. Оптимізація підготовки та перепідготовки вчителів для персоналізованого навчання на основі штучного інтелекту: бібліометричний аналіз з великими мовними моделями 214

Розділ XIII. Використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності колективних педагогічних досліджень 240

Розділ XIV. Оцінювання професійної діяльності вчених із застосуванням інструментів відкритої науки 270

Розділ XV. Аналіз тенденцій досліджень з освітніх технологій, опублікованих у Educational Technology Quarterly (2021-2023) 292

Авторський колектив 307

Передмова

Колективна монографія «Цифрова трансформація відкритих науково-освітніх середовищ» є результатом зусиль науковців Інституту цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України, спрямованих на дослідження сучасних викликів і можливостей у галузі цифрової трансформації науки та освіти. Монографія складається з п’ятнадцяти розділів, у кожному з яких розглядаються ключові аспекти цієї тематики, що відображають інноваційний підхід до формування відкритих науково-освітніх середовищ. Особлива увага приділяється відкритості, безпеці, інноваційності та стійкості цифрових середовищ, що є критично важливими для сталого розвитку суспільства знань.

В монографії Ви знайдете аналіз теоретичних основ, технологічних рішень та практичних кейсів, пов’язаних із цифровізацією освітнього та наукового процесів, нові підходи до вирішення завдань, що постають у зв’язку із використанням інформаційно-комунікаційних технологій у цих сферах.

Відкриті науково-освітні ресурси. Розглянуто проблему використання верифікованого, науково обґрунтованого контенту в Інтернеті, проаналізовано ресурси в «Корпус енциклопедичних видань України: бібліографічний онлайн-покажчик», Електронної бібліотеки НАПН України, а також фондів Державної науково-педагогічної бібліотеки ім. В. Сухомлинського. Окрему увагу приділено технічним аспектам створення та підтримки цих ресурсів, а також перспективам розширення їх функціональних можливостей, включаючи інтеграцію пошукових систем і автоматизованого аналізу даних. Досліджено роль таких ресурсів у підвищенні доступності знань для широкої аудиторії.

Імерсивні технології в освіті. Розділ присвячено технологіям AR/VR/MR/XR у навчанні, зокрема їхньому впливу, можливостям і ризикам. Описано методику оцінки їхнього впливу на когнітивну діяльність. Додатково аналізуються психологічні аспекти використання цих технологій, включаючи

зменшення індексу напруги міокарда у студентів, що перебувають у віртуальному середовищі. Показано переваги цих інновацій для створення адаптивного навчання, що враховує індивідуальні потреби учнів і викладачів.

Хмаро орієнтовані системи відкритої науки. Представлено модель хмаро орієнтованої системи відкритої науки, яка інтегрує сервіси Європейської хмари відкритої науки (EOSC), адаптовані до освітніх і дослідницьких потреб. Висвітлено практичні аспекти використання цифрових інструментів на різних етапах наукових досліджень. Окреслено основні виклики, пов'язані з адаптацією таких систем до національного освітнього контексту.

Кібербезпека в синтетичних середовищах. Розробка концепції та методики системи кібербезпеки учасників освітнього процесу в синтетичному навчальному середовищі з акцентом на людському аспекті. Особлива увага приділена інтеграції системного підходу, що враховує психологічні та соціальні фактори безпеки. Описано приклади експериментальних досліджень, спрямованих на зменшення кіберризиків.

Візуальний супровід дистанційного навчання. Висвітлює проблеми створення візуальних матеріалів для дистанційного навчання педагогів у післядипломній освіті. Розглянуто використання сучасних цифрових інструментів для створення електронних навчальних матеріалів, а також особливості їх інтеграції у навчальний процес. Описано практичні приклади організації дистанційного навчання, зокрема в умовах кризових ситуацій.

Інформаційна безпека дітей. Розглянуто шляхи забезпечення інформаційної безпеки дітей і створення безпечного інформаційного простору в школі та сім'ї. Акцентовано увагу на програмному забезпеченні для батьківського контролю, таких як Microsoft Family Safety, і їх ролі у моніторингу цифрової активності дітей. Наведено рекомендації для педагогів і батьків щодо зменшення ризиків, пов'язаних із використанням мобільних пристроїв.

Доповнена реальність у навчанні хімії. Дослідження спрямовано на оцінювання ефективності навчального модуля на основі доповненої реальності

для вивчення молекулярної геометрії учнями старшої школи. У квазіексперименті учні навчалися за допомогою AR або без неї. Дослідники оцінювали концептуальне розуміння, просторове мислення, сприйняття, рівень задоволеності, залученості та ін. Визначено ключові навчальні стратегії, як-от підтримка множинних репрезентацій.

STEAM-освіта з цифровими технологіями. Розділ присвячено впровадженню освітніх проєктів STEAM із використанням AR/VR для підвищення інтерактивності навчання. Досліджено рівень підготовленості педагогів до використання цих технологій та запропоновано методологічні підходи до інтеграції STEAM у навчальний процес. Окреслено перспективи подальших досліджень у цій сфері.

Організація дистанційного навчання. Проаналізовано сучасні підходи до організації дистанційного навчання, зокрема використання хмарних сервісів і освітніх платформ. Розглянуто переваги використання Google Classroom і Moodle для створення динамічних навчальних матеріалів. Описано практичні кейси впровадження цих платформ у шкільну та вищу освіту. Серед матеріалів, що розроблялися в межах дослідження, – відеоуроки з коментарями, тести, презентації, опорні конспекти та завдання для самостійного опрацювання.

Ресурси та активності Moodle: вплив на навчання студентів. У розділі презентовано дослідження впливу взаємопов’язаності ресурсів і активностей Moodle на академічні результати навчання студентів. На основі концептуальної моделі, розробленої із застосуванням моделювання структурними рівняннями, виявлено сильний позитивний зв’язок між активностями та комунікацією, а також помірні зв’язки між ресурсами, активностями, інформацією та оцінюванням. Зазначено, що ефективність використання Moodle залежить від стратегічного підходу до інтеграції педагогічних стратегій, а не лише від технічного впровадження інструментів.

Самооцінювання цифрової компетентності педагогів. Висвітлено процедури самооцінювання цифрової компетентності педагогів, засновані на міжнародних стандартах. Розглянуто результати опитувань, які показують

рівень готовності педагогів до використання цифрових інструментів. Описано приклади застосування самооцінювання для розробки методичних рекомендацій і планів підвищення кваліфікації.

Підготовка педагогів для навчання з AI. Здійснено глибокий аналіз наукового ландшафту підготовки педагогів для персоналізованого навчання на основі штучного інтелекту. Бібліометричний аналіз публікацій розкриває тенденції, ключових учасників і прогалини в дослідженнях, підкреслюючи міждисциплінарний характер галузі. Визначено популярні тематики наукових розвідок. Фокус практичної значущості подібних досліджень зміщений на розробку ефективних програм перепідготовки педагогів для ефективного використання штучного інтелекту в освіті.

Оцінювання результатів досліджень. Запропоновано альтметричний підхід до оцінювання наукових і педагогічних досліджень із використанням цифрових інструментів. Розглянуто переваги альтметрики для вимірювання впливу досліджень у міждисциплінарному контексті. Наведено приклади використання цифрових сервісів для збору та аналізу даних. Спроєктована авторська модель застосування інформаційно-цифрових технологій для оцінювання ефективності колективних педагогічних досліджень. Обґрунтовано, що оцінка результативності колективного педагогічного дослідження є адитивною величиною, що утворюється як сума оцінок оприлюднення, розповсюдження, впливу та експертної оцінки. У розділі наведено співвідношення та джерела, з яких слід отримувати дані, для оцінювання результативності колективних досліджень.

Відкрита наука та оцінювання наукової діяльності. У розділі досліджено вплив відкритої науки на методологію та інструменти оцінювання наукової діяльності. Відкрита наука сприяє відкритому доступу до публікацій, рецензуванню, впровадженню нових методів аналізу та вдосконаленню дослідницьких навичок. Використання міжнародного досвіду та інструментів (coAlition S, OpenAIRE, OPTIMA) допомагає стандартизувати критерії

оцінювання праці науковців. Описано ключові показники для перевірки достовірності оцінювання.

Тенденції досліджень освітніх технологій. Результати бібліометричного аналізу публікацій у журналі Educational Technology Quarterly протягом 2021–2023 рр., що подано в монографії, створюють основу для розуміння напрямів та впливу досліджень у сфері освітніх технологій, а також, дозволили виокремити ключові теми: комбіноване навчання, хмарні обчислення, розвиток цифрової компетентності та вплив COVID-19. Часовий аналіз показав стійке зростання досліджень цифрової компетентності поряд зі зміною пріоритетів, зумовлених пандемією. Географічні патерни підкреслили зростання участі країн Глобального Півдня у дослідженнях. Дослідження демонструє адаптацію галузі до сучасних викликів, висвітлюючи перспективи для глибших статистичних та порівняльних аналізів. Результати.

Узагальнюючи результати досліджень, представлених у монографії, можна зробити висновок, що цифрова трансформація відкритих науково-освітніх середовищ є складним і багатовимірним процесом, який вимагає злагоджених дій на різних рівнях — від інституційного до національного та глобального. Важливим елементом цієї трансформації є впровадження інноваційних рішень, які сприяють підвищенню якості освіти, розширенню доступу до наукових ресурсів і створенню нових можливостей для співпраці.

У монографії детально висвітлено різні аспекти цього процесу: від розвитку відкритих освітніх ресурсів і впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій до забезпечення кібербезпеки й підвищення цифрової компетентності педагогів. Особливу увагу приділено питанням адаптації цифрових технологій до національного контексту, а також інтеграції в міжнародні науково-освітні ініціативи.

Аналізуючи перелік виділених колективом авторів ключових слів для своїх досліджень ми отримали розподіл, що забезпечує логічну організацію ключових слів, групуючи їх за темами, які охоплюють схожі аспекти. А саме: 1.

Цифрові та імерсивні технології; 2. Інформаційні системи, ресурси та інфраструктура відкритості; 3. Безпека, здоров'я та етика в цифровому середовищі; 4. Педагогіка, методологія та оцінювання; 5. Наукова комунікація, наукометрія та оцінювання; 6. Штучний інтелект та освітні технології.

Результати, представлені у монографії, є цінним внеском у розробку стратегій цифровізації освіти та науки в Україні та можуть стати основою для подальших досліджень і упроваджень в цій сфері. Матеріали стануть корисними для науковців, педагогів, політиків і всіх, хто зацікавлений у використанні цифрових технологій для розв'язання актуальних проблем та розвитку сучасних науково-освітніх систем.

Розділ І. Веборієнтоване енциклопедичне видання як інструмент поширення верифікованого знання про освіту

Пінчук О. П., Лупаренко Л. А.

Спрямований на впевнене економічне зростання «План Відновлення України»[1], у частині «Розвиток системи освіти», містить акцент на інноваційних проєктах у сфері цифрового контенту та інтеграції науки у навчальний процес. Сьогодні, коли Україна отримала статус *кандидата* на членство в ЄС, особливої ваги набуває реалізація пріоритетів гармонізації стандартів з Європою (European Higher Education Area та European Research Area (ERA)). Так, «Дорожня карта з інтеграції науково-інноваційної системи України до Європейського дослідницького простору»[2] у пріоритеті 5а «Трансфер знань і відкриті інновації» націлює вітчизняну науку на запровадження механізмів та інструментів політики відкритих інновацій, а також поширення використання результатів наукових досліджень. У пріоритеті 5б «Відкрита наука та цифрові інновації» – на застосування політики відкритої науки під час усіх етапів проведення наукових досліджень. Експоненціальне зростання наукових даних у 21 столітті сприяло суттєвим змінам у тлумаченні усталених понять, їх періодичному уточненні й появі нової термінології. У педагогічних і психологічних дослідженнях здійснюється глибокий аналіз та вдосконалення понятійного апарату.

Понятійний апарат науки – це динамічне утворення, що змінюється паралельно з лексикою області використання, проте залишається біднішим від об’єктивної дійсності, оскільки відображає лише певний рівень пізнання. На нашу думку, розвиток і узгодженість понятійного апарату залишається

[1] План відновлення України. URL: https://recovery.gov.ua
[2] Про затвердження дорожньої карти з інтеграції науково-інноваційної системи України до європейського дослідницького простору. Наказ Міністерства освіти і науки України № 167 від 10 лютого 2021 р. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2021/02/12/edp-nakaz.pdf

актуальною проблемою, особливо на новому етапі інтернаціоналізації[3]. Міжнародний, міжкультурний і глобальний вимір – це три терміни, що використовуються як тріада. Інтернаціоналізацію ж української освіти і науки ми розглядаємо як процес інтеграції міжнародного, міжкультурного чи глобального виміру в мету, функції, здобуття освіти та здійснення наукових досліджень.

У рекомендаціях ЮНЕСКО[4] відбулося узгодження загального стандарту міжнародної рамки відкритої науки. Одним із завдань було визначено інвестиції в людські ресурси, навчання, освіту, цифрову грамотність і розвиток потенціалу відкритої науки. Показовим є те, що майже третина згаданого документа присвячена визначенню терміну «відкрита наука» (definition of open science).

Про важливість узгодження термінології та понятійного апарату свідчать і рекомендації «Універсального Періодичного Огляду» ЮНЕСКО[5]**.** Країнам наполегливо рекомендується переглянути чинне законодавство, зокрема, надмірно широку та невизначену юридичну термінологію, яка може обмежувати свободу вираження поглядів способами, несумісними з міжнародним правом у галузі прав людини. Це є однією з дев'яти ключових позицій документа.

Визнаючи важливу роль ЮНЕСКО у сфері інформаційно-комунікаційних технологій, вважаємо за доцільне згадати «Рекомендацію про відкриті освітні ресурси». У «Draft Recommendation on Open Educational Resources»[6] наголошується, що розширення доступу має супроводжуватися заходами щодо підвищення якості та актуальності освіти та навчання, для чого, зокрема, необхідно на справедливій основі забезпечити тих, хто цього потребує,

[3] J. Knight. Updated Definition of Internationalization. *IHE*. no. 33, Mar. 2003. URL: https://doi.org/10.6017/ihe.2003.33.7391
[4] UNESCO Recommendation on Open Science. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949/PDF/379949eng.pdf.multi
[5] The Universal Periodic Review (UPR): model recommendations in the field of freedom of expression, safety of journalists and access to information: guidance note for Member States on drafting. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381721
[6] Draft Recommendation on Open Educational Resources. UNESCO. General Conference, 40th, 2019. 12 p. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370936

відповідними ресурсами. Міжнародні рекомендації державам-членам ООН щодо доведення цієї Рекомендації до відома органів влади та організацій, що відповідають за навчання та наукові дослідження, починаються з визначень основних понять, без яких неможливе спільне розуміння і подальший прогресивний рух. Так, у 2019 було ухвалене спільне розуміння терміну «Відкриті освітні ресурси» як навчальні, методичні та дослідницькі матеріали будь-якого формату і на будь-якому носії, що знаходяться в суспільному доступі або підлягають охороні авторським правом, але мають відкриту ліцензію, що дозволяє безкоштовний доступ до них, їх повторне використання, переробку, адаптацію та вторинне поширення іншими особами. До зацікавлених сторін віднесено вчителів, вихователів, учнів, державні органи, батьків, навчальні заклади, допоміжний персонал закладів освіти, викладачі педагогічних навчальних закладів, особи, які відповідають за розробку політики в галузі освіти, установи культури (такі як бібліотеки, архіви та музеї) та їх користувачі, постачальники інфраструктури ІКТ, науковці, науково-дослідні установи та ін.

Природньо, що визначення понятійного апарату дослідження – це обов’язковий етап наукового дослідження. Ця теза не потребує доведення та може бути проілюстрована безліччю прикладів. На нашу думку, створення, підтримування і розвиток веборієнтованих енциклопедичних видань є інструментом популяризації науки, поширення наукових знань (наукової інформації) і залучення громадян до участі у науковій, науково-технічній та інноваційній діяльності.

Репрезентація знань у енциклопедичних виданнях – актуальна проблема, що досліджується на прикладі окремих тематичних галузей достатньо активно. Так, наприклад, угорські дослідники Іштван Карой Бода і Ержебет Тот презентували модель тривимірної віртуальної бібліотеки[7]. На початковому етапі було відібрано англомовні переклади певних біографій та літературних

[7] I. K. Boda and E. Tóth, "From Callimachus to the Wikipedia: an ancient method for the representation of knowledge in the WWW era," *2018 9th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, 2018, pp. 000205-000210, doi: 10.1109/CogInfoCom.2018.8639895.

творів, зокрема міфологічного змісту. Згодом вміст бази даних удосконалено додатковими елементами різних вербальних та/або мультимедійних об'єктів (енциклопедичні статті, вибрані вебсторінки, ілюстративні зображення, таблиці та ін.). Наступним кроком опрацьовано зв'язки між відповідними елементами бази даних, що надзвичайно важливо для ефективного представлення знань вмісту бібліотеки. Така етапність є досить універсальна і дозволяє відповісти на запитання, яким чином у перспективі додавати, змінювати, вдосконалювати контент та які технології й цифрові інструменти для цього призначені.

Створення енциклопедії – колективна праця. Цифрова трансформація останніх років значно вплинула на організацію цього процесу: формування, розміщення, зберігання, доступ користувачів до контенту, обмін думками авторського колективу й адміністрування відбувається в інформаційно-комунікаційних мережах. У цьому контексті доцільно згадати приклад створення енциклопедії на рівні викладацько-студентської аудиторії[8]. Такий міжнародний проєкт стартував у 2018 році і був спрямований на розроблення відкритої електронної енциклопедії плоских кривих. Модераторами тем енциклопедії були науковці, що формулювали задачі в статтях-матрицях. Учасниками проєкту виступили команди студентів з Болгарії, Казахстану та Росії, які намагалися вирішити поставлені завдання і паралельно створювали статті. Функцію наставників взяли на себе шкільні вчителі. Такий досвід узгодженої роботи міжнародного колективу можливо було набути тільки у цифрову епоху.

Оригінальним поєднанням відкритого доступу, благородної мети, корисних проєктних і технологічних рішень, що інваріантні предмету досліджень є енциклопедія описів рідкісних захворювань для точної медицини (encyclopedia of Rare Disease Annotation for Precision Medicine, eRAM)[9]. Енциклопедичний ресурс створено групою біологів, біоінформатиків та

[8] Atamuratova, Roza, Mikhail Alferov, Marina Belorukova, Veselin Nenkov, Valery Mayer, Gennady Klekovkin, Raisa Ovchinnikova, Maria Shabanova, and Alexander Yastrebov. "Encyclopedia of Notable Plane Curves" – an International Network Research Project within the Frames of MITE. *MATHEMATICS AND INFORMATICS.* Vol. 61, no. 6. 2018. Pp: 566-583.

[9] eRAM доступно за URL: http://119.3.41.228/eram/query1.php

інженерів програмного забезпечення. eRAM не лише містить відомості про механізм виникнення рідкісних захворювань, але й допомагає клініцистам приймати точні діагностичні та терапевтичні рішення. Окрім форми зворотного зв'язку, за допомогою якої можна задати будь-яке запитання, на сайті передбачена можливість подання пацієнтами заявки на отримання ефективної консультації та безкоштовних послуг з діагностики відповідних захворювань. Розробники популяризують науку шляхом створення інфраструктури eRAM і планують оновлювати контент залучаючи масштабну спільноту дослідників.

Використання онлайн енциклопедії може бути прикладом інтеграції технологій у навчальний процес. Наукові джерела описують вдалий досвід її застосування як цікавого та змістового навчального середовища, зокрема:

– як засобу навчання природознавству в початковій школі[10];
– як засобу розвитку навичок співпраці та творчого мислення учнів, які беруть участь у написанні вікі-статей [11], та формування в них навичок академічного письма[12];
– як педагогічного інструменту на заняттях з перекладу в навчанні іноземних мов[13] та інші.

У дослідженні[14] Железняка М. Г. та Іщенко О. С. використання онлайн енциклопедій як складника освітнього середовища виконано на досить великому масиві (14) енциклопедичних видань, присвячених США – її природі, історії, культурі, визначним постатям. Онлайн проєкти укладені університетськими командами у форматі енциклопедій, з одного боку,

[10] Kumala F. N., D. A. Setiawan. Local wisdom-based e- encyclopedia as a science learning medium in elementary school. 2019 J. Phys.: Conf. Ser. Vol. 1402, Issue 6, doi:10.1088/1742-6596/1402/6/066061
[11] Salahli, M.A., Gasimzadeh, T., Alasgarova, F., Guliyev, A. (2020). Enhancing Students' Collaboration and Creative Thinking Skills by Using Online Encyclopedias. In: Aliev, R., Kacprzyk, J., Pedrycz, W., Jamshidi, M., Babanli, M., Sadikoglu, F. (eds) 10th International Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words and Perceptions - ICSCCW-2019. ICSCCW 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1095. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35249-3_108
[12] Horgan, J. (2020). Wikipedia project to teach academic writing in an EAP university course. *Society. Integration. Education. Proc. of the Intern. Scientific Conf.*, Vol. 5 (20 May 2020). pp. 406-419. DOI: https://doi.org/10.17770/sie2020vol5.5083
[13] Waterlot M. Translating in the Teaching Foreign Languages: Wikipedia as a Didactic Tool? *Roczniki Humanistyczne.* Vol 69. No 5: Special Issue. 2021. https://doi.org/10.18290/rh21695sp-5
[14] Железняк М. Г., Іщенко О. С. Онлайн енциклопедії США як сучасні освітні ресурси. *Інформаційні технології і засоби навчання*, Том 84. № 4, 2021. С. 339–353. https://doi.org/10.33407/itlt.v84i4.4410

забезпечує професійність авторського колективу, якісну підготовку, об'єктивну перевірену інформацію, а з іншого – спрямовує такі видання на активне застосування в освітній сфері. На сайтах розглянутих енциклопедій часто зустрічаються дидактичні матеріали для вчителів та мультимедійні матеріали, адаптовані для школярів чи студентів.

Педагогічна освіта стала сферою досліджень значно більшою ніж окремо навчання чи викладання. Так, «Оксфордська енциклопедія глобальних перспектив педагогічної освіти» стимулює науковців вчитися один у одного, визнаючи не лише схожість, але й відмінності у поглядах, таким чином заохочуючи освітян створювати спільні підходи до злиття теорії та практики. В огляді[15] «Оксфордської енциклопедії глобальних перспектив педагогічної освіти» акцентовано на унікальність і вагомість для суспільства видань, що пропонують читачеві широкий вибір поглядів на педагогічну освіту. Контент складається як з комбінованих або оновлених статей в галузі педагогічної освіти, так і новостворених. Нам імпонують дихотомії видання, що виділяє Янг Гао: між теоретичними і практичними роботами, між канонічними та новими творами, між регіональною та міжнародною перспективами. Вважаємо за потрібне використання цього аспекту під час наповнення контентом власної розробки.

Колектив дослідників з Хорватії, вивчаючи поведінку студентів під час пошуку інформації[16], звернули увагу на те, що використання бібліотечних послуг і традиційних друкованих ресурсів стає все менш популярним. Інтернет зазвичай для них є першим (а часом і єдиним) засобом пошуку даних. Висновки свідчать про наступне: найбільш часто використовуваним каналом зв'язку для пошуку інформації в академічних цілях, який включає зв'язок з іншими людьми для отримання допомоги, є Facebook. Однак, студенти схильні використовувати й інші доступні канали зв'язку (WhatsApp, Viber, Skype, електронна пошта,

[15] Gao Y. The Oxford Encyclopedia of Global Perspectives on Teacher Education. *Journal of International Students*, Vol. 11. Issue 1, 2021. pp.270-273. DOI: 10.32674/jis.v11i1.3233

[16] Bubas G., Cizmesija A., Hrustek N. Zajdela. Searching for information online: key information literacy skills of ICT students, their search styles and preferred communication channels. *ICERI Proceedings: 11th Annual International Conference of Education, Research and Innovation.* 2018. Pp. 6807-6816. DOI: 10.21125/iceri.2018.2624

текстові повідомлення, голосові дзвінки на мобільний телефон).

Безкоштовна Інтернет-енциклопедія Wikipedia традиційно вважається найпопулярнішим освітнім онлайн ресурсом, що дозволяє студентам, без вивчення додаткової літератури, швидко знайти необхідний мінімум інформації з різних галузей знань у підготовці до занять. З огляду на те, що вільний доступ до редагування Вікіпедії знижує якість значної частини її статей (недостатня повнота тексту, погана структурованість матеріалу, часті фактичні помилки чи відсутність джерел), її використання суттєво спрощує сприйняття нових знань, а також може призвести до дезінформації.

Вікіпедія стала одним із найбільш використовуваних довідників для широкого загалу, логічно зростає й кількість досліджень щодо звернень студентів до неї. Наприклад, Ніколь Калаф-Хьюз і Р. Г. Крайвенс дослідили, як використання Вікіпедії може підвищити жіночу самоефективність (self-efficacy) і подолати гендерний розрив, поширений у матеріалах ресурсів відкритого доступу[17].

Іспанськими дослідниками Хав'єром Таранго, Фіделем Гонсалес-Кіньонесом, Ефраіном Альфредо Барраган-Переа визначено особливості Вікіпедії як наукової комунікаційно-просвітницької системи[18]. На їх думку, Вікіпедію слід розглядати лише як формальний засіб розповсюдження відомостей та наукової комунікації, що обслуговує всі дисципліни/галузі знання. Спостерігаючи постійну критику в процесі розповсюдження наукової інформації за допомогою Вікіпедії, автори зазначають, що її використання в академічних цілях значно зросло на всіх освітніх рівнях, принаймні як елемент початкового пошуку, що пізніше спричиняє його доповнення. Як позитивний чинник розглядається можливість постійного редагування, вдосконалення вмісту.

[17] Nicole Kalaf-Hughes, R.G. Cravens (2021) Does a Wikipedia-based assignment increase self-efficacy among female students? A qualified maybe, Journal of Political Science Education, 17:sup1, pp. 862-879, DOI: 10.1080/15512169.2021.1921586

[18] Javier Tarango , Fidel González-Quiñones , Efraín Alfredo Barragán-Perea. Wikipedia como medio de divulgación y comunicación científica: influencia en el campo educativo, investigativo y bibliotecológico-documental. Vol. 12, Núm. 2. 2022. DOI: 10.15517/ECI.V12I2.48213

У статті «Вікіпедія в медичних закладах: від противника до союзника»[19] презентовано досвід професійних шкіл охорони здоров'я, що включили редагування Wiki у свої офіційні навчальні програми. Зафіксовано позитивний вплив на студентів, а саме зміцнення їх здатності оцінювати науково-обґрунтований вміст. Побіжно відбувається внесок у покращення статей Вікіпедії, до яких мають доступ мільйони людей. Як викладачам нам було цікаво ознайомитися з декількома моделями включення завдань із редагування Вікіпедії в навчання майбутніх медиків.

Вважаємо, що такі успішні ініціативи можна впроваджувати й в інших освітніх галузях. Підтвердження цієї думки ми знайшли у викладі результатів проєкту «Навчання з Вікіпедією»[20], який залучив студентів і викладачів Падуанського університету (University of Padova) до створення та розширення енциклопедичних статей на різні предметні теми. Онлайн енциклопедія для учасників проєкту перетворилася з «контейнера» для відкритих освітніх ресурсів у справжнє навчальне середовище, організоване за визначеними правилами та процедурами, спроможне стимулювати викладачів застосовувати відкриті освітні практики, долучитися до соціального процесу який приносить користь усій спільноті.

Змістове наповнення сучасних енциклопедичних ресурсів ми розглядаємо з позицій е-інфраструктур, що можуть сприяти розвитку будь-якої наукової галузі та навчальної дисципліни, проте варто зазначити, що наш аналіз представленості наукового контенту енциклопедичної тематики у наукометричних і реферативних базах даних показав: галузі знань, у яких презентовано результати таких досліджень переважно окреслені Computer Science, Information Science, Library Science, Social Sciences, Language,

[19] Mendes, T.B., Dawson, J., Evenstein Sigalov, S. et al. Wikipedia in Health Professional Schools: from an Opponent to an Ally. *Med.Sci.Educ*. 31, 2209–2216 (2021). https://doi.org/10.1007/s40670-021-01408-6

[20] Petrucco C., Ferranti C.. Wikipedia as OER: the "Learning with Wikipedia" project. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, Vol. *16*. no. 4 (2020), pp. 38-45. https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135322

Communication and Culture, Mathematics, Engineering, Education[21].

У науково-освітньому просторі України нині існує єдине галузеве друковане енциклопедичне видання, що містить науково достовірні й сучасні тлумачення термінології педагогіки й психології – «Енциклопедія освіти»[22] (2008 р. та 2021 р.). Однак, умови військового стану в Україні та передуючі їм події пандемії COVID-19 актуалізували проблему доступу освітян, психологів, науковців, здобувачів наукових ступенів, методистів, вихователів, вчителів, студентів, керівних кадрів закладів освіти та працівників органів управління освіти і науки до традиційних джерел знань. Як наслідок, постала потреба у вирішенні проблеми забезпечення експертно вивіреною довідковою продукцією широкого кола користувачів, які внаслідок військових дій втратили таку можливість.

На основі критичного аналізу досвіду створення енциклопедичних ресурсів як науково-освітніх проєктів ми визначили загальні характеристики проєктованої вітчизняної освітньо-наукової електронної енциклопедії.

Сучасні ресурси формування, систематизації й уніфікації понятєво-термінологічного апарату

Про актуальність енциклопедистики як академічного напряму наукових розвідок і науково-технічних розробок цифрової епохи свідчіть з одного боку більш ніж шестисотрічна історія затребуваності енциклопедичних видань, з іншого – популярність сучасних онлайн енциклопедій та їх безперервне вдосконалення.

Джерелом поданих матеріалів та презентованих висновків є глибокий систематичний аналіз наукових публікацій та колекцій довідкових матеріалів у визнаних міжнародною науково-освітньою спільнотою реферативних та

[21] Биков В. Ю., Пінчук О. П., Лупаренко, Л. А. Представленість наукового контенту енциклопедичної тематики у наукометричних і реферативних базах даних. *Інформаційні технології і засоби навчання*, Том 85, №5. (2021). С. 360–383. https://doi.org/10.33407/itlt.v85i5.4750

[22] Енциклопедія освіти / Національна академія педагогічних наук України; [гол. ред. В.Г. Кремень; заст. гол. ред. В. І. Луговий, О. М. Топузов; відп. наук. секр. С. О. Сисоєва]: 2-ге вид., допов. та перероб. Київ: Юрінком Інтер, 2021. 1144 с.

наукометричних баз. Зазначимо, що нами [1] було актуалізовано проблему відкритості у використанні авторитетного, верифікованого, науково обґрунтованого та стисло викладеного контенту. На затребуваності доступного науково обґрунтованого понятійно-категоріального апарату наукових досліджень ми наголошували у [2].

Elsevier справедливо вважається провідним видавцем із відкритим доступом. Підтримуючи дослідників у виявленні, зберіганні, обміні, ефективному використанні дослідницьких даних, Elsevier співпрацює з дослідницькою спільнотою, щоб розширити можливості відкритої науки. Одна з найбільших онлайн колекцій опублікованих наукових досліджень (ScienceDirect) привернула нашу увагу в частині основних довідкових робіт (Major Reference Works). По-перше, ми підтримуємо думку про те, що фундаментальна інформація, що закладає основи понятійного апарату – вихідне джерело доказової бази наукового дослідження і точка порозуміння для наукових колективів. По-друге, дослідникам від студента до професора потрібне авторитетне джерело фундаментальних знань під час виконання як міждисциплінарних досліджень, так і вивченні нової предметної галузі. У переліку основних довідкових робіт (станом на 18.09.22) зазначено 245 найменувань, датованих від 1982 року. Кожна робота написана провідними фахівцями з різних галузей наук і країн, переглядається та перевіряється на відповідність суворим стандартам експертами та редакторами розділів. Проте різні книги мають відмінний рівень складності викладу, глибини і, відповідно, доступності, орієнтовані та застосування широкої аудиторії. Примітно, що 149 з них (61%) це енциклопедії в різних галузях наук. Портфоліо довідкових робіт охоплює 18 галузей серед яких «Психологія» і «Соціальні науки». Аналізуючи перелік робіт можемо констатувати, що соціальні науки представлені мало (International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences. Encyclopedia of Social Measurement.). Щодо галузі Освіта/Педагогіка ми знайшли лише одне видання: International Encyclopedia of Education (2010, http://surl.li/dbdgo). Видання крім друкованого має онлайн варіант, що забезпечує доступ у будь-

який час і будь-де для багатьох користувачів і функції пошуку через платформу ScienceDirect, а також мультимедійний вміст, включаючи аудіо- та відеофайли з посиланнями на відповідні джерела для їх подальшого вивчення. Цю ідеологію ми взяли за основу проектуючи Електронну Енциклопедію Освіти України [3]. Предметна класифікація міжнародного видання є предметом нашого окремого дослідження і критики. У таблиці 1 предметна класифікація (subject classification) International Encyclopedia of Education (2010) і проектованої нами Ukrainian Electronic Encyclopedia of Education (2022) представлені модульно, укрупненими одиницями та у нами визначеній послідовності.

Табл.1. Предметна класифікація. Порівняння [4]

International Encyclopedia of Education	**Ukrainian electronic encyclopedia of education**
Догляд та освіта дітей раннього віку, дошкільна освіта Early Childhood Care and Education, Early Chilhood Education	Освіта – Дошкільна освіта
Початкова та середня освіта Primary and Secondary Education	Освіта – Початкова освіта Освіта – Середня освіта
Вища освіта Higher Education	Освіта – Вища освіта
Освіта професіоналів (ветеренарна, медична, військова, духовенства…) Education of Professionals	
Професійна освіта Vocational Education	Освіта – Професійна освіта
Освіта дорослих Adult Education	Освіта – Освіта впродовж життя
Педагогічна освіта Teacher Education	Освіта – Післядипломна освіта
Лідерство та управління	Освіта – Управління освітою

Leadership and Management	
-	Освіта – Суб’єкти освітньої діяльності
Освіта дітей з особливими потребами Education of Children with Special Needs	-
Демографія та соціальні зміни Demography and Social Change	-
Порівняльна освіта Comparative Education	Освіта – Загальні поняття, процеси, явища освіти
Розробка навчальної програми Curriculum Development	
Економіка освіти Economics of Education	
Навчання та пізнання Learning and Cognition	
Оцінювання освіти Educational Assessment	
Освітнє вимірювання Educational Measurement	
Національні системи освіти National Systems of Education	
Філософія освіти Philosophy of Education	
	Психологія – Загальні поняття, процеси, явища психології»
-	Психологія – Загальна психологія
-	Психологія – Психологія розвитку
-	Психологія – Педагогічна психологія
-	Психологія – Спеціальна психологія
-	Психологія – Історична психологія
-	Психологія – Соціальна психологія
-	Психологія – Політична психологія
-	Психологія – Гендерна психологія
-	Психологія – Гуманістична психологія
-	Психологія – Психологія праці
-	Психологія – Суб’єктів психологічної діяльності

Технологія та навчання Technology and Learning	Цифровізація
Кількісний та якісний підходи до дослідження Quantitative and Qualitative Approaches to Research	Наука – Часткові проблеми науково-дослідної діяльності в галузі освіти
Методологія дослідження освіти: кількісні методи та дослідження Education Research Methodology: Quantitative Methods and Research	
-	Наука (загальні поняття, процеси, явища та часткові проблеми науково-дослідної діяльності в галузі освіти і психології, суб'єкти наукової діяльності, наукові школи, види наукових праць)
Міжнародні організації в освіті International Organizations in Education	Організації (заклади освіти всіх рівнів, наукові установи, державні установи в системі освіти, бібліотеки, дослідницькі мережі і центри, лабораторії, міжнародні асоціації та громадські організації, товариства, фундації)
-	Персоналії (педагоги, психологи, науковці, державні й громадські діячі)
-	Документи (закони, нормативно-правові акти, накази, постанови, рішення, розпорядження, положення, стандарти, концепції, програми)
-	Видання (фахові видання, науково-популярні видання, довідкові видання, монографії та збірники)
-	Події (з'їзди, конгреси, симпозіуми, форуми, конференції, наукові семінари, педагогічні читання, круглі столи, виставки та ін.)

Зауважимо, що відсутність у таблиці певної категорії не означає відсутність статей на відповідну тематику, а лише свідчить про інші основи класифікації та певні традиції різних освітніх систем.

Провідну роль у розбудові й уніфікації понятєво-термінологічного апарату педагогіки й психології відіграє Національна академія педагогічних наук України (НАПН України), основними завданнями діяльності якої є

теоретичне і методичне забезпечення розвитку системи освіти, всебічне наукове її супроводження та дослідницька робота, а також поглиблення інтеграції національного освітнього та наукового просторів в європейські та світові освітні й дослідницькі простори.

У фондах Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В. О. Сухомлинського (http://dnpb.gov.ua/ua) нині містяться масив відомостей про довідкову літературу в галузі освіти, зокрема за пошуковим запитом «енциклопедія» у назві отримали 114 позицій друкованих видань, проте жодного повнотекстового видання, доступного онлайн.

В «Електронній бібліотеці НАПН України» (https://lib.iitta.gov.ua) – розподіленому інформаційному середовищі інтегрованих освітніх і наукових академічних ресурсів, що надає змогу накопичувати, зберігати і використовувати у відкритому доступі колекції електронних документів через глобальні мережі передачі даних, надано повнотекстовий онлайн доступ до укладених вченими Академії 5 глосаріїв, 25 словників, 1 тезаурусу, 21 довідника, 3 словників-довідників та окремих задепонованих авторами статей друкованого видання «Енциклопедія освіти» (2021 р.).

Станом на вересень 2022 року в бібліографічному онлайн покажчику «Корпус енциклопедичних видань України» (https://corpus.encyclopedia.kyiv.ua/index), укладеному Інститутом енциклопедичних досліджень НАН України, міститься відомості про 424 вітчизняних енциклопедій, енциклопедичних словників та довідників, яких 253 галузевих, 134 регіональних, 16 персональних, 11 загальних та 11 дитячих.

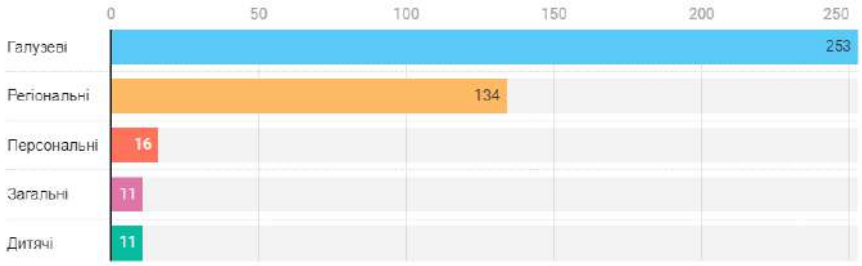


Рис. 1. Кількість вітчизняних енциклопедичних видань у бібліографічному онлайн покажчику «Корпус енциклопедичних видань України» [1]

Щодо формату подання 402 видання мають паперову версію, 118 – друковані видання, що оцифровані в форматі pdf або djvu, 31 – друковані видання, що мають онлайн версію у вигляді окремого сайту або сторінки енциклопедії на сайті установи-видавця. 19 – це суто веборієнтовані енциклопедичні онлайн проєкти, розроблені від початку без друкованої версії.

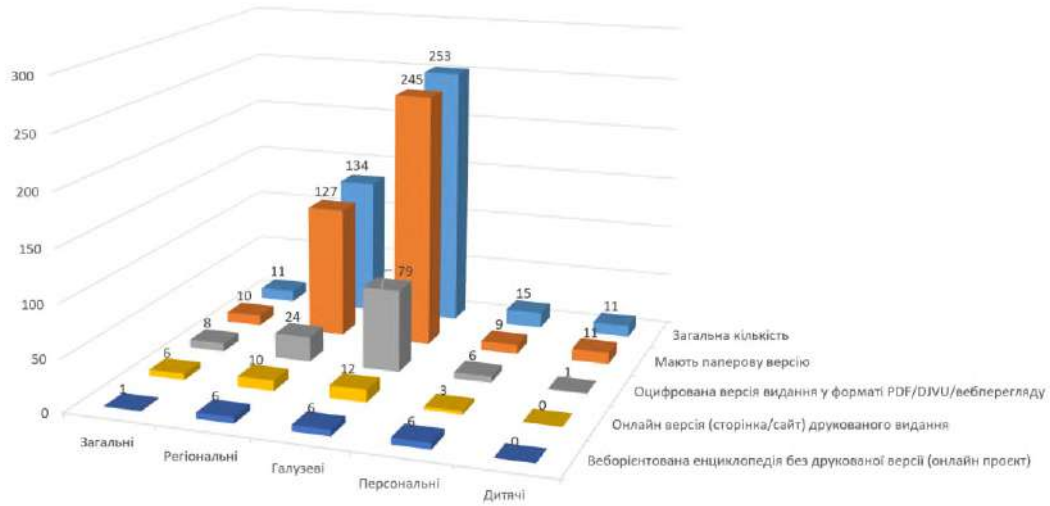


Рис. 2. Статистика вітчизняних енциклопедичних видань за видами і форматом подання

Галузь освіти, просвіти, педагогіки представлена дев'ятьма друкованими зразками, з яких 2 – доступні онлайн у форматі pdf/djvu, та 1 – має окремий сайт, присвячений проєкту (Наукове товариство імені Шевченка (http://encyclopedia.com.ua/)).

Український енциклопедичний проєкт підтримки понятєво-термінологічного апарату освіти

Попередньо здійснений аналіз теорії та наявних зразків електронних енциклопедій виявив, що у науково-освітньому просторі України досі не існує єдиної спеціалізованої галузевої цифрової науково-освітньої інформаційно-довідкової системи, що містила б у вільному доступі енциклопедичні науково достовірні й сучасні тлумачення термінології педагогіки й психології.

З огляду на це, Інститутом цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України[23] (ІЦО НАПН України) (https://iitlt.gov.ua) у 2021 р. розпочато створення інформаційної аналітично-пошукової довідкової системи *«Українська електронна енциклопедія освіти» (УЕЕО),* що забезпечуватиме формування і систематизацію, уніфікацію та підтримування в актуальному стані понятєво-термінологічного апарату педагогіки і психології *(рис. 3)*.

Рис. 3. Стартова сторінка онлайн енциклопедії УЕЕО

Цільова аудиторія «Української електронної енциклопедії освіти» орієнтована на максимально широку вітчизняну та зарубіжну читацьку аудиторію, зокрема, науковців, аспірантів, докторантів, вихователів, вчителів, керівників закладів освіти, працівників органів управління освіти і науки, студенти та практичних психологів. Структура сайту енциклопедії передбачає

[23] Офіційний сайт установи: https://iitlt.gov.ua.

наявність галереї тематичних розділів, блоку реєстрації та входу, пошуковий інструментарій, можливості зміни мови інтерфейсу, а також закладки:

– *Про проєкт»* – основні відомості про цілі, учасників, нормативно-правову базу функціонування, еволюцію творення проєкту та очікувані результати;

– *«Абетка»* – алфавітний покажчики статей за кирилицею і латиницею;

– *«Автори»* – алфавітний покажчик за прізвищами авторів;

– *«Контакти»* – відомості про Інститут ІЦО НАПН України, телефон, адресу, вебсайт, електронну пошту, графік роботи та форму зворотного зв'язку.

– «В окремих розділах містяться відомості про редакторів, політику конфіденційності даних, положення про відкритий доступ, конфлікт інтересів та попередження плагіату, навчальні матеріали для користувачів, типові запитання і відповіді.

Проєкт реалізувується як вікіресурс на базі програмної платформи MediaWiki. Завдяки підтримці цього програмного продукту широкою спільнотою користувачів, існує можливість розширення і налаштування конкретного енциклопедичного проєкту шляхом підключення значної кількості плагінів, що відповідатимуть окресленим вимогам до функціоналу. Зокрема, використання плагіну Semantic MediaWiki дозволить організувати понятєво-термінологічний апарат енциклопедії як розподілену базу знань. Варто зауважити, що Semantic Wiki як спільне середовище для розробки освітнього контенту – актуальна тематика для наукових досліджень. Так, у [5] описані перспективи застосування у навчанні, а також потенційні переваги, які семантичні Вікі принесуть з точки зору управління знаннями. Основною особливістю семантичних вікі є вбудована технологія семантичного веб-сайту, і при цьому - збережена класична модель взаємодії вікі. З моменту свого виникнення семантичні вікі привернули увагу фахівців з електронного навчання. Зокрема, було досліджено використання таких систем як у навчальному процесі, так і при створенні та повторному використанні контенту [6]. Результати демонструють, що семантичні вікі є цінними інструментами для

підтримки навчальної діяльності з багатьох причин: (1) процес семантичної анотації спонукає до осмислення знань; (2) семантичні Wiki надають можливості викладачам і учням обмінятися точками зору; (3) семантичні вікі-платформи мають сильні сторони у процесі управління контентом; (4) семантичний вміст Wiki може бути використаний для реалізації більш складних навчальних об'єктів, які можуть бути додатково анотовані за допомогою стандартизованих моделей знань; (5) семантичні Wiki використовують стандартизовані мови та моделі, визначені W3C, щоб гарантувати сумісність.

Зауважимо, що системи Semantic Wiki не слід розглядати лише як рішення для освітніх цілей через те, що вони підтримують співпрацю під час проектування та розробки навчального контенту та дозволяють збільшити знання та навички як когнітивні, так і метакогнітивні, викликані процесом створення та спільного використання концептуальних мереж.

Технологія Wiki була обрана нами оскільки [7]:

- програмне забезпечення безкоштовне;
- є можливість розгортання як в локальній мережі установи, так і у Web;
- дозволяє розробникам додавати нові матеріали та редагувати вже існуючий контент без використання додаткових програм;
- від користувачів не потребує спеціальних знань;
- зміни, внесені у контент, одразу набувають чинності або можуть бути повернені до попередніх версій;
- спрощена мова розмітки, що дозволяє візуально оформити структуру тексту та інтегрувати в нього мультимедійний контент (зображення, аудіо, відео);
- гнучка система розмежування прав доступу користувачів до адміністрування платформи і доступу до контенту;
- спільне редагування контенту користувачами, які мають відповідний дозвіл;
- підтримка розподіленої роботи багатьох користувачів та спільного редагування контенту ними;

– масштабованість і розширення функцій системи відповідно до завдань проєкту, шляхом встановлення широкого спектру плагінів.

Функціонально сайт енциклопедії надаватиме змогу користувачам у межах визначених дозволів (читач, редактор, редактор розділу, адміністратор) читати, завантажувати, описувати, рецензувати та редагувати енциклопедичні статті наукової, педагогічної та психологічної тематики. Додатково передбачені можливості формування користувачем власних добірок статей та пропонувати редакції новий термін (або правки до існуючих).

Користувачі матимуть змогу здійснювати пошук статей за:

– *ключовими словами* – за назвою статті або за її початковими літерами через рядок пошуку на головній сторінці;
– *тематичним розділом* – за категоріями та підкатегоріями у тематичних розділах через галерею на головній сторінці;
– *за абетковим і цифровим покажчиком* через закладку головного меню.

Типологія статей УЕЕО передбачає статті-огляди, статті-довідки, статті-дефініції та статті-відсилання. За об’єктом опису матеріали енциклопедії також поділяються на біографічні статті, статті про установу, статті про нормативні документи, статті про видання, статті про події і заходи, статті про наукові школи, статті про нагороди і відзнаки, статті про цифрові технології й електронні ресурси та ін.

Контент енциклопедії буде формуватися за наступними тематичними розділами:

1. *Освіта* – статті, що описують загальні поняття, процеси, явища освіти або її часткові проблеми за рівнями та напрямами «Дошкільна освіта», «Початкова освіта», «Середня освіта», «Професійна освіта», «Вища освіта», «Післядипломна освіта», «Освіта впродовж життя», «Управління освітою», а також питання, що стосуються суб’єктів освітньої діяльності.

2. *Психологія* – статті, що описують загальні поняття, процеси, явища психології або її часткові проблеми за напрямами «Загальна психологія», «Психологія розвитку», «Педагогічна психологія», «Спеціальна психологія»,

«Історична психологія», «Соціальна психологія», «Політична психологія», «Гендерна психологія», «Гуманістична психологія», «Психологія праці», а також питання, що стосуються суб'єктів психологічної діяльності.

3. *Наука* – статті, що описують загальні поняття, процеси, явища та часткові проблеми науково-дослідної діяльності в галузі освіти і психології, а також суб'єкти наукової діяльності, наукові школи, види наукових праць та ін.

4. *Персоналії* – біографічні статті про видатних педагогів, психологів, науковців, державних і громадських діячів в галузі освіти та психології;

5. *Організації* – статті про заклади освіти всіх рівнів, наукові установи, державні установи в системі освіти, бібліотеки, дослідницькі мережі і центри, лабораторії, міжнародні асоціації та громадські організації, товариства, фундації.

6. *Документи* – статті, що описують основні нормативні документи в галузі освіти і психології: закони, нормативно-правові акти, накази, постанови, рішення, розпорядження, положення, стандарти, концепції, програми.

7. *Видання* – відомості про провідні фахові видання, науково-популярні видання, довідкові видання, значимі монографії та збірники наукових праць в галузі освіти і психології.

8. *Події* – відомості про освітні з'їзди, конгреси, симпозіуми, форуми, конференції, наукові семінари, педагогічні читання, круглі столи, виставки та ін.

9. *Цифровізація* – медіаконтент, електронні освітні ресурси, основні дані про цифрові технології підтримки наукової діяльності, управління освітою та психології.

Основу авторського колективу УЕЕО складають фахівці Національної академії педагогічних наук України. До написання статей, редагування і наповнення новим контентом запрошуються провідні фахівці в галузі педагогіки та психології, члени спільних науково дослідних лабораторій ІЦО НАПН України, наукові та науково-педагогічні працівники закладів вищої педагогічної освіти України. У перспективі, передбачається залучити потенціал

вчених, які працюють поза межами України, зокрема іноземних фахівців у галузі педагогіки і психології з європейських університетів та дослідних установ.

На початковому етапі функціонування енциклопедії, наповнення електронними статтями здійснюватиметься за принципом централізованого введення документів. Лише певний користувач або група користувачів з установи, що підтримує УЕЕО, матимуть право вносити документи (редактори). З огляду на необхідність забезпечення освітян експертно вивіреною довідковою продукцією публічне редагування енциклопедичних статей широкою аудиторією користувачів не передбачено.

Процедура впровадження «Української електронної енциклопедії освіти» – це багаторівневий процес, що передбачає вирішення низки технічних, організаційних, нормативних та соціально-психологічних задач, що планується реалізувати протягом таких етапів *(рис. 4)*.

Рис. 4. Етапи створення «Української електронної енциклопедії освіти»

Наразі фахівцями ІЦО НАПН України спроєктовано структуру сайту, здійснено його програмну реалізацію, розроблено типові шаблони статей і методичні матеріали з їх підготовки, а також керівництва для різних груп користувачів. Для апробації роботи системи виконане наповнення матеріалами у тестовому режимі. У перспективі планується перейти до розподіленого внесення нового контенту відповідальними за тематичні розділи особами (редактори розділів).

Підсумовуючи, зазначимо: енциклопедичні видання – спосіб найповнішого огляду певної галузі, що має серед іншого окреслювати фундаментальні знання про цю галузь; енциклопедія має бути динамічною,

технологічно придатною для оновлень/актуалізації, що відповідають сучасному стану науки; енциклопедія має бути придатною для використання як освітній/навчальний ресурс та підтримувати методологію на рівні понятійного апарату у наукових дослідженнях; в Україні існує потреба в спеціалізованій галузевій цифровій енциклопедії, що містить науково достовірні й сучасні тлумачення термінології педагогіки й психології.

Без чіткого визначення і вдосконалення понятійного апарату неможливо уявити науково-дослідницьку діяльність. Підтримування і розвиток веборієнтованих енциклопедичних видань є сучасним інструментом популяризації науки, поширення наукових знань (наукової інформації) і залучення громадян до участі у науковій, науково-технічній та інноваційній діяльності. Наш аналіз опублікованих в останні роки досліджень і публікацій надав можливості визначити сучасні тренди цієї області, серед яких наступні:

1. Використання інформаційно-комунікаційних мереж має значний вплив на поведінку сучасних учнів у пошуку даних, оскільки вони, значною мірою, покладаються на пошукові системи Інтернету. Однак вони не тільки мало використовують розширені стратегії пошуку, але й їхній «миттєвий» підхід до пошуку інформації спричинює низьку якість та надійність результату.

2. Створення енциклопедії – колективна праця, що в цифрову епоху може об’єднати міжнародні колективи.

3. Використання онлайн енциклопедії може бути прикладом інтеграції технологій у навчальний процес. Електронний енциклопедичний ресурс при відповідній організації освітнього процесу здатний стати компонентом цифрового освітньо-наукового середовища закладу освіти.

4. Використання вікі-технологій для створення освітнього контенту є популярною університетською задачею. Розглядається як спільне середовище для розробки змісту, а також інструмент розвитку як когнітивних, так і метакогнітивних знань і навичок.

5. Для створення актуального науково-обґрунтованого контенту онлайн енциклопедії важливо під час проектування і вибору способу програмної

реалізації врахувати можливість постійного редагування та вдосконалення вмісту.

Сучасне енциклопедичне видання є автоматизованою інформаційною системою, створеною для акумулювання знань із різних галузей та забезпечення доступу до них у зручній формі.

Роль електронних енциклопедій в освітньому процесі найбільш відчутна у доступності та зручності доступу до матеріалів 24/7. Наявність мультимедійних матеріалів, таких як відео, інтерактивні графіки, має потенціал стимулювати інтерес до навчання. Взаємодія з різними форматами інформації сприяє розвитку критичного мислення та аналітичних здібностей. Є ще і «побіжний» позитивний ефект: використання електронних енциклопедій сприяє розвитку цифрової грамотності, критичного мислення та навичок організації самостійної пізнавальної діяльності.

Вагомим є вільний доступ до електронних енциклопедій, що усуває бар'єри для користувачів із різним соціально-економічним статусом, забезпечує всесвітній обмін знаннями, сприяючи підвищенню рівня освіти і діючи поза географічними обмеженнями. Така демократизація знань розширює можливості для учнів і вчителів.

Проблеми достовірності контенту електронних ресурсів набуває все більшої актуальності. Так, наприклад, вільне редагування у Вікіпедії, хоч і сприяє колаборативному навчанню, але може призвести й до розповсюдження недостовірної інформації. Відсутність єдиного контролю над якістю контенту на спільно редагованих платформах – виклик освітній і академічній спільноті. Ризики маніпуляцій через суб'єктивні оцінки або помилки при редагуванні користувачами зростають. Залучення редакторів і експертів для перевірки контенту підвищує довіру до електронних енциклопедій. Спільноти науковців можуть використовувати електронні енциклопедії для поширення перевірених наукових знань.

Веборієнтовані електронні енциклопедії надають швидкий доступ до релевантних матеріалів, що допомагає дослідникам в узагальненні й обробці

даних. Електронні енциклопедії підтримують науковий обмін знаннями, допомагають уникати дезінформації та підвищують якість досліджень.

Звісно, питання безпеки особистих даних є ключовим у роботі з будь-якими електронними ресурсами. Виклики, пов'язані з копіюванням та недотриманням авторських прав, особливо критичні в академічному середовищі. Увага до етичних аспектів використання та цитуванні енциклопедичних матеріалів, необхідність відповідального підходу до використання відкритих ресурсів спричинив нову хвилю підвищеної зацікавленості тематикою академічної доброчесності та пошуку шляхів виявлення кіберплагіату. Ці проблемні питання потребують розв'язання в найближчій перспективі.

Список використаних джерел

1. Биков ВЮ, Пінчук ОП, Лупаренко ЛА. Представленість наукового контенту енциклопедичної тематики у наукометричних і реферативних базах даних. *ITLT* [інтернет]. 08, Грудень 2021 [цит. за 18, Вересень 2022];85(5):360-83. https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/4750
2. Биков В.Ю., Пінчук О. П., Лупаренко Л. А. Енциклопедія освіти як професійна база знань в галузі педагогіки і психології. *Теор. і прак. цифр. навчан. в суч. закл. осв. : матер. Всеукр. вебконф*. [інтернет]; 2022 Травень 26; Вінниця. Вінниця: ВДПУ ім. М. Коцюбинського; 2022 [цит. 2022 вер. 18]. https://ito.vspu.net/konferenc/konf_digital_education/2022/Bykov.pdf.
3. Биков В, Буров О, Лупаренко Л, Пінчук О, Яцишин А. Концептуальні засади створення «Української електронної енциклопедії освіти». *ФМО* [інтернет]. 12, Вересень 2022 [цит. за 18, Вересень 2022];36(4):7-15. https://fmo-journal.org/index.php/fmo/article/view/199
4. Pinchuk, O. P., & Luparenko, L. A. Web-oriented encyclopedic edition as a tool for dissemination of verified knowledge in the field of education. *Educational Technology Quarterly, 2023* (2), 141–156. https://doi.org/10.55056/etq.582
5. Coccoli, M., Vercelli, G., & Vivanet, G. Semantic Wiki: a collaborative tool for instructional content design. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 2012. *8*(2). https://doi.org/10.20368/1971-8829/613
6. Bichiri A., Semantic Wiki a supporto dell'apprendimento nell'alta formazione. Master's Degree in "Scienze e Tecnologie della Comunicazione e dell'Informazione" - University of Genoa. 2011
7. Андон П.І., Рогушина Ю.В., Гришанова І.Ю., Резніченко В.А., Киридон А.М., Арістова А.В., Тищенко А.О. «Досвід використання семантичних технологій для створення інтелектуальних веб-енциклопедій (на прикладі розробки порталу Е-ВУЕ)». *Проблеми*

програмування. 2020. № 2–3. Спеціальний випуск, с. 246-258 https://doi.org/10.15407/pp2020.02-03.246

Розділ ІІ. Імерсивні технології та цифрове навчання: вплив, можливості та пом’якшення ризику

Буров О.Ю., Пінчук О.П., Литвинова С.Г.

Згідно до висновків Всесвітнього економічного форуму 2024, імерсивні технології входять до перших 10 проривних технологій року, вони захоплюють, керуються штучним інтелектом і змінюють наш підхід до створення прототипів і симуляції базової інфраструктури, будівель і міських просторів (https://intelligence.weforum.org/topics/a1GTG000000DUDB2A4). «Доповнена реальність» для побудованого світу дозволяє інженерам, архітекторам і дизайнерам взаємодіяти в метавсесвіті через аватари, у цифрових просторах, які імітують реальне середовище, і співпрацювати способами, які можуть бути навіть ефективнішими за фізичну присутність. Очікується, що до кінця цього десятиліття ця технологія буде широко поширена так, що стане галузевою нормою.

Фахівці вважають, що захоплення імерсивними технологіями (ІмТ) близьке до такого, яке спостерігалось на початку 80-х по відношенню до персональних комп’ютерів, а потім на початку 2000-х у зв’язку з появою та поширенням смартфонів (https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/immersive-technology-trends-in-2024.html). Просторові обчислення, метавсесвіт і спектр змішаної реальності — від доповненої до віртуальної та розширеної — кваліфікуються як імерсивні технології.

Серед головних трендів 2024 р. у цьому напрямку виділяють такі: продовження та прискорення їх інтеграції в функціонал підприємств; стимулювання та адаптація до нових способів праці; імерсивність стане основним шляхом комерції, у т.ч. B2B; імерсивні технології знаходяться напередодні широкого масштабування та подальшого поширення; GenAI може допомогти створити імерсивність для кожного користувача; імерсивні

технології можуть допомогти переосмислити бізнес-моделі та підвищити довіру до них.

Слід зазначити, що глобальна цифровізація та відповідні трансформаційні ефекти, створювані інформаційно-комунікаційними технологіями (ІКТ) у різних сферах діяльності, привертають увагу дослідників через зміни необхідних навичок [1]. Динаміка цього сектора залежить від глобальних викликів і ширших тенденцій, які визначають довгострокові пріоритети науки і техніки в 4-й промисловій революції [2]. Можна виділити сучасні тенденції в таких напрямах: (1) технології - розробка інструментів 3D моделювання для біомедичної інженерії як технології життєзабезпечення; створення ефективних форм візуалізації інформації, контенту та знань як технологій інженерії знань; (2) індустрія контенту - поява додаткових медіа-продуктів у формі ігор, віртуальної реальності (VR) та їх інтеграція з іншими медіа-продуктами та соціальними мережами через створення спільних історій як конвергенція моделей доставки контенту [3]. Зазначимо, що конвергентні нано-, біо-, інфо- та когнітивні технології створюють якісно нове середовище для життя людини [4]. Таким чином, завдяки розробці прогресивних алгоритмів і програм обробки, зберігання та передачі зображень різної природи в найближчому майбутньому очікується підвищення ефективності технологій віртуальної та доповненої реальності (AR), тривимірного (3D) моделювання, зокрема для біомедичної інженерії [5]. В результаті технологічної еволюції AR (від VR-шоломів у 1970-х роках, дисплеїв AR і перших мобільних додатків AR у 1990-х роках до «розумних» AR-окулярів сьогодні), виникли передумови для використання технологій AR для віртуального навчання та праці лікарів і хірургів [6]. Усю необхідну для операцій інформацію – довідкову та отриману в процесі моніторингу стану (від датчиків, відеокамер) – AR-технологія «збере» в єдине зображення, адаптоване до швидкого сприйняття та навчання [7]. Це створило умови для суттєвого підвищення якості професійної діяльності на найближчу перспективу, в тому числі мобільної [8]. Однак основною перешкодою, яку прогнозують експерти, буде брак спеціалістів, як відповідних професійних

навичок, зокрема, так і відповідних цифрових компетенцій загалом [9]. Іншим недоліком технологій розширеної реальності є недостатнє розуміння психофізіологічної «вартості» діяльності у віртуальному середовищі [10] через недостатнє знання особливостей людської свідомості в синтетичному середовищі [11] та можливе кіберзахворювання [12]. Останнє досліджувалось та характеризувалося VR протягом десятиліть, але ми не знаємо так багато про ступінь його впливу на користувачів технологій AR/VR/MR/XR. Як правило, користувачі VR відчувають більше симптомів на кінці шкали від дезорієнтації до нудоти, тоді як користувачі AR частіше відчувають головний біль і втому очей [13]. Хоча ці симптоми можуть не здаватися виснажливими, якщо AR-гарнітури використовуються протягом тривалого періоду часу, ці симптоми можуть мати значний вплив і, як показало нещодавнє дослідження, бути такими ж серйозними, як і ті, пов’язані з впливом VR.

Ми мали на меті розробити модель ризиків, пов’язаних із технологіями AR/VR/MR/XR у навчанні, а також структуру та техніку ІКТ для вивчення впливу цих технологій на продуктивність учня та кіберзахворюваність.

Методологія. Життєвий цикл технологій, інноваційних технологічних продуктів і послуг буде тільки прискорюватися. У таких умовах природно, що науковці пов’язують свої надії на створення позитивної інтегрованої реальності за умов конвергенції фізичного та віртуального навчальних середовищ. У цих умовах надзвичайно важливою залишається роль досліджень і розробок у сфері освітнього застосування ІКТ, зокрема в загальній середній освіті. Корпоративне навчання стало піонером таких додатків, спираючись на передовий досвід у VR та AR, штучний інтелект, включаючи використання чат-ботів, бази знань, включаючи створення відеоконтенту, мікронавчання та мобільне навчання. Ці процеси спонукають до еволюції засобів, форм і методів навчання і в загальній освіті.

Ми дотримуємося думки, що потенціал інформаційно-освітнього середовища, насиченого цифровими технологіями, насамперед слід розглядати з позиції розвитку пізнавальної діяльності суб’єктів навчання. Якщо учні

вивчають інформаційні образи, в тому числі реальні природні явища та процеси шляхом експериментування з різними цифровими інструментами та технологіями (моделювання, комп'ютерне моделювання, віртуальна та доповнена реальність тощо), це забезпечить творчу діяльність в інтегрованому (реальному та віртуальному) навчанні, вплине на пізнавальну мотивацію учнів, сприятиме формуванню відповідних цифрових компетентностей [14].

Важливу роль у визначенні сфер можливої трансформації системи освіти відіграє спільний доступ до нових цифрових технологій. За оцінками світових експертів, найвищими темпами розвиваються інструменти віртуальної реальності VR, доповненої реальності AR і доповненої віртуальності AV, змішаної MP і розширеної реальності XR (до останнього входять і всі попередні). Четверта промислова революція супроводжується переходом виробництва і, відповідно, освіти в синтетичне середовище діяльності (як виробництва, так і навчання). Реформа освіти вимагає прискореного впровадження засобів доповненої реальності в навчальний процес, а також підготовки майбутніх працівників до взаємодії з системами штучного інтелекту, а також роботизованими системами. Різниця між цими термінами та засобами полягає в тому, що вони є різними комбінаціями реальної (RR) та віртуальної (VR) реальності, утворюючи варіанти імерсивного навчального середовища, у якому сприйняття є результатом синтезу свідомості та відчуття [15, с. 16]. Найбільш поширеними з часом з цього спектру є доповнена (AR), віртуальна (VR), змішана (MR) і розширена (XR) реальності, для яких виділяють наступні типи:

• *доповнена* - ринково-орієнтована AR, AR на основі розташування, AR на основі накладання, AR на основі проекції; усі ці типи можна використовувати в навчальному процесі [16];

• *віртуальна* – VR без занурення, VR з повним зануренням, спільна VR, веб-VR;

• *змішана* - варіанти поєднання реальної, доповненої реальності, доповненої віртуальності та віртуальної реальності.

Доповнена реальність включає весь спектр, від «повної реальної» до «повної віртуальної» у концепції континууму реальність-віртуальність, запропонованій Полом Мілграмом. З розвитком технічних засобів віртуалізації реальності та засобів реєстрації показників сенсорних систем людини та впливу на них відбувається спеціалізація та виділення нових типів імерсивних середовищ. Наприклад, SR (замісна реальність), 360 віртуальна реальність (або 360 VR, що дозволяє спостерігати об'єкт під будь-яким кутом) тощо. Можна очікувати, що діапазон синтетичних «реальностей» буде розширюватися, враховуючи можливі взаємозв'язки сенсорних систем людини, когнітивних моделей діяльності та реальної дійсності [9].

Водночас слід зазначити, що імерсивні технології, як і будь-які інструменти науково-технічного процесу, потребують певної адаптації до можливостей людини та навпаки – можливостей людини до них. Порушення такої адаптації може приводити до появи функціональних відхилень та порушень здоров'я людини [16]. Така взаємна адаптація потребує урахування як зовнішніх і внутрішніх факторів навчання, так і особливостей когнітивної діяльності учня.

Фактори, що впливають на кіберзахворювання учня в AR/VR/MR/XR

Важливо, що синтетичне середовище не є природним для людини, і її вплив на її психічні та фізіологічні процеси залишається недостатньо вивченим. До теперішнього часу серед факторів впливу синтетичного середовища з різними формами віртуалізації на людину та її здоров'я пропонується виділяти наступні.:

1) *особистісні*: *внутрішні* (властиві людині) - спадкові, статеві, вікові, етнічні; *фізіологічні* - міжзінична відстань, поріг частоти мерехтіння, постуральна стійкість, сила і рухливість нервових процесів, пластичність, серцево-судинна система, вестибулярний апарат; *психічні* – свідомість, когнітивні особливості, просторові операції, мислення; *здоров'я* - хвороби, розлади зорової системи;

2) *технологічні:* оптичні фактори; фактори відображення; фактори, пов'язані з просторовим відстеженням; звукові фактори; фактори, пов'язані з форм-фактором*;*

3) *операційні:* адаптація, ступінь контролю, рухи голови, загальний зоровий (інші датчики, крім того) потік, швидкість лінійного та обертального прискорення, швидкість самопереміщення, щільність і висота видимої сцени над місцевістю, рівень яскравості, вектор (ілюзія самостійного руху), тривалість, когнітивні навантаження.

Модель факторів впливу демонструє їх системний характер (Рис.1).

Рис.1. Фактори, що впливають на синтетичне середовище

Слід відмітити, що для навчання найбільш значущими є фактори, що стосуються властивостей/здібностей людини та операційні.

Зростає інтерес до визначення будь-яких ризиків використання такої технології та будь-яких наслідків впливу. Але тривалість наслідків впливу віртуального середовища (VE) на сьогоднішній день недостатньо вивчена навіть після 20-річного досвіду таких досліджень [17]. Виробники наголовних дисплеїв надають загальні вказівки щодо використання, але це поодинокі випадки і є обмежені нещодавні дані щодо порівняння ранніх досліджень віртуального середовища з досвідом використання сучасних наголовних

дисплеїв. Основною метою дослідження [18] було дослідити активацію та гальмування реакції після того, як учасники відчули типове віртуальне середовище на дисплеї, встановленому на голові. Було виявлено докази втоми учасників у тестах на час реакції. Ця робота підтверджує безпечне використання досвіду віртуальної реальності в сучасних наголовних дисплеях для короткочасної експозиції (15 хвилин) і визначає проблеми з тестуванням часу реакції, які потребують подальшого дослідження. Тривалість ВР активності в багатьох дослідженнях обмежена 15-45 хвилинами. У сучасних пристроях (наприклад, окулярах Oculus) рекомендовано кожні 30 хвилин робити принаймні 10-15-хвилинну перерву, незалежно від віку, статі, рівня психічного здоров'я тощо.

Існує лише кілька досліджень, які мали на меті оцінити фізіологічну «вартість» когнітивної роботи у VR, у тому числі дослідження наслідків, спричинених віртуальною реальністю, на різні базові когнітивні здібності та їх зв'язок із кіберзахворюванням. Попередні дослідження свідчать про несприятливий вплив VR на простий час реакції. Вплив на інші основні когнітивні здібності рідко вивчався. Автори пропонують загальну модель наслідків впливу віртуальної реальності на час реакції, яка лише трохи пов'язана із суб'єктивним ступенем кіберхвороби. Проте разом узяте використання систем VR, навіть якщо викликає помірний рівень кіберхвороби, призводить лише до незначного зниження когнітивної продуктивності [19]. Питання, яке постало щодо повсякденної стабільності-нестабільності виконання когнітивних завдань: ця характеристика властива лише обраним професіоналам чи висновки мали більш загальний характер для людей, які працюють з цифровими технологіями? Майбутні психофізіологічні наслідки, викликані VR, необхідно вивчати у зв'язку з віком, досвідом, індивідуальними психофізіологічними особливостями та тривалим (кумулятивним) використанням навчання/роботи з VR.

Як відомо, технології віртуальної реальності роблять навчання більш наочним, дозволяють активізувати слухачів і повніше залучати їх до процесу

навчання. Ці технології полегшують і спрощують співпрацю людей, які знаходяться на відстані, які можуть зустрічатися за допомогою доповненої реальності, готувати спільні документи, керувати проектами і виконувати багато інших робіт майже так само ефективно, як і при особистому контакті в реальному світі. Викладачі та учні мають можливість використовувати віртуальні лабораторії для вивчення навколишнього світу, розвитку навичок, а також для демонстрації свого розвитку та автоматизованого оцінювання [20].

Пізнавальна діяльність у VR є найяскравішим проявом імерсивного середовища для навчання/підготовки. Окуляри віртуальної реальності, шоломи, 360° панорамні камери та екрани, а також CAVE дають нові можливості для навчання та мають деякі особливості в порівнянні з більш традиційними цифровими пристроями:

• Якщо в реальному світі користувач взаємодіє з цифровим світом через «вікно» (комп'ютери, планшети та мобільні гаджети), спостерігаючи за тим, що відбувається «ззовні», тоді «занурення» – це стан, у якому користувач втрачає усвідомлення факти, які насправді відбуваються в штучному світі.

• Якщо в реальному світі користувач використовує майже лише зір (інші сенсори не задіяні або вони надають інформацію, не пов'язану зі спостереженнями), у «зануренні» користувач відчуває віртуальний світ за допомогою своїх органів чуття та може взаємодіяти з віртуальним середовищем.

• Сенсорне корисне (цільове) навантаження наближається до 100% і вимагає 100% уваги та зосередженості, незалежно від значущості завдання. Сенсорний «голод» (при монотонній діяльності оператора) може змінюватися сенсорним виснаженням.

Питання полягає в тому, які взагалі можуть бути наслідки VR/AR/MR для здоров'я? Наскільки технології віртуальної реальності безпечні для здоров'я людини? Віддалені наслідки використання цих технічних засобів поки що не ясні. Але вже очевидно, що вони вторгаються в роботу людського організму. І мова йде не тільки про викривлення хребта через тривале носіння важкого

пристрою на голові, а й про вплив на очі користувача. Гарнітура формує широке поле зображення; це досить складний пристрій, який заважає нормальній роботі зорового апарату. Системне дослідження впливу занурень у віртуальну реальність на здоров'я людини в цілому та на її психічне здоров'я поки залишається відкритим [21]. Медико-фізіологічні дослідження за останні чверть століття показали [22], що занурення людини в спеціально розроблену віртуальну реальність може істотно вплинути на її психічне здоров'я (лікування депресії, усунення алкогольної залежності та інших психічних розладів). Проте дослідження все ще досить фрагментовані, а запропоновані методи вимагають кваліфікованого психотерапевта, що не застосовується в освіті/тренінгу [23].

Подальші дослідження проблеми мають бути спрямовані на детальну розробку видів загроз учасникам навчально-виховного процесу, а також методів протидії. Окремо варто відзначити стійкість до кібернебезпек, яка може використовувати досвід навчання операторів нових галузей, перш за все, діагностики поточного стану людини та необхідних коригувань для оптимізації її діяльності.

Модель пізнавальної діяльності в синтетичному навчальному середовищі

Як було зазначено [24], VR/AR/MR/XR є найяскравішим проявом імерсивного середовища для навчання/тренування та мають певні особливості порівняно з більш традиційними мережами/пристроями, а об'єкт діяльності (ментальний) є не зовнішнім по відношенню до людини, а внутрішнім. Модель когнітивної роботи (модель функціональної системи діяльності П. Анохіна, розроблена авторами для когнітивної діяльності) може бути конкретизована для випадку VR/AR, де активація сенсорних (афекторних) входів (рис. 2) відбуваються не так із зовнішнього середовища, як із віртуальної програми дії без активації механізму програми дії (у порівнянні з фізичною діяльністю). Іншими словами, ланцюжок «*Акцептор дії – Програма дії – Дія – Об'єкт – Результат*» у традиційній діяльності трансформується в ланцюжок «*Акцептор дії – Програма віртуальної дії – Когнітивний об'єкт – Когнітивний результат*». Найважливішою особливістю такого процесу є те, що всі елементи

системи та їх взаємодія є частиною організму людини, тобто його внутрішнього середовища, на відміну від фізичної (або змішаної) діяльності, де її об'єкт знаходиться поза організмом, а діяльність займає місце повністю або частково в зовнішньому середовищі. Ми вважаємо, що ця модель може пояснити, чому така регуляція може виснажувати та дисбалансувати організм: *Програма дії* працює в координації з *Акцептором* дії та *Субстратами*, необхідними для нормального життя та діяльності. Але відсутність сигналів від *Програми дії* може не активувати загальний зворотний зв'язок від діяльності, лише імітуючи її на неврологічному рівні, що може не запускати достатні механізми фізіологічної компенсації [24, с.352].

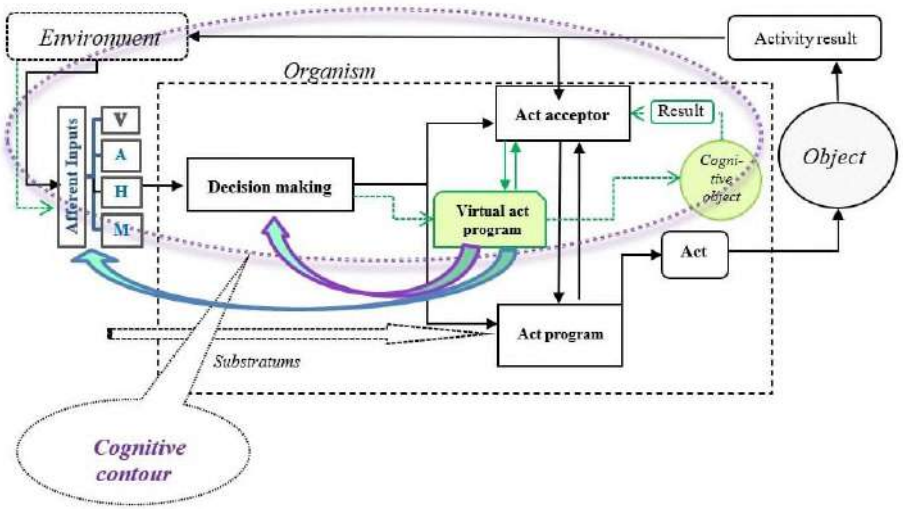


Рис.2. Теоретична схема функціональної системи навчальної діяльності у VR/AR/MR, де когнітивний контур пов'язаний із «внутрішньою» діяльністю (модифікована порівняно з [25]). Примітка: "Afferent Inputs" позначають: V - візуальний, A - аудіальний, H – тактильний, M – рушійний.

Іншою відмінністю є вплив програми віртуальних дій на блок прийняття рішень, оскільки і блоки, і когнітивні об'єкти є частинами одного когнітивного процесу. Крім того, програма *Віртуальна дія* може впливати на аферентні

входи, активуючи сенсори, що беруть участь у певній когнітивній діяльності відповідно до робочого завдання.

У результаті всі нейрофізіологічні підсистеми (блоки на схемі) тим активніші, що більш заглибленим є виконання завдання. Ось чому контроль робочих параметрів у AR/VR/MR/XR є таким важливим для пом'якшення кіберзахворювання, особливо в процесі навчання, яке може в цілому займати години діяльності учня [25].

Результати та обговорення

На сьогоднішній день підтверджено, що зміни в ефективності імерсивної пізнавальної діяльності з цифровими об'єктами мають різко індивідуальний характер у повсякденному виконанні такої ж складності, що можна пояснити внутрішніми (фізіологічними) і зовнішніми впливами на людину. Уявлення було підтверджено високим зв'язком між показниками виконання тесту (швидкість і надійність розв'язування задач) і фізіологічними показниками. Лише одночасна активація обох шляхів (енергетичного та інформаційного) забезпечує вищий рівень оптимізації навчального/тренувального потенціалу – якісну освіту [9]. Незбалансованість шляху, а отже, напруження регуляторних механізмів адаптації може бути причиною функціональних порушень, а згодом і порушень здоров'я студентів. Було встановлено, що:

- Робота з комп'ютером в «класі» може розмити увагу через низьке навантаження на неактивні сенсори та їх здатність піддаватися впливу незапланованих зовнішніх сигналів.
- Більше навантаження на всі або більшість сенсорів може супроводжуватися більш значним посиленням несприятливих змін у фізіологічному забезпеченні діяльності.
- Оскільки залученість користувача у VR-діяльність дуже висока (мотивація, навантаження на датчики), інформаційне середовище збігається з когнітивним, але останнє є значно індивідуальним.

Слід зазначити, що психологічні/психофізіологічні аспекти кібербезпеки, притаманні людському чиннику в системах «людина-машина», можуть бути

значно посилені в синтетичному середовищі, яке наразі є недослідженою сферою загалом і в освіті зокрема [26]. З іншого боку, використання моделей прогнозування ефективності навчання (зокрема в адаптивних системах) дозволяє оцінювати та прогнозувати ефективність доповненої та віртуальної реальності для синтетичного навчального середовища [27]. Для реалізації такого підходу необхідно застосувати відповідні ІКТ, які забезпечують методичну підтримку вимірювання та оцінки ризиків кіберзахворювання, формування та контроль тестів, зберігання даних, аналіз даних та необхідні послуги для дослідників.

Методика

У нашому попередньому дослідженні чинники можливого кіберзахворювання моделювалися в експериментальному вивченні когнітивної діяльності з вимірюванням її психофізіологічної реакції на виконання когнітивного тесту людиною (високо мотивованою, без зовнішніх перешкод) з і без «тиску часу» [24]. Крім того, методика включала вимірювання індексів електропунктурної діагностики за Накатані (24 звичайних точки бали та 3 точки стресу), а також вимірювання ліпідного обміну за допомогою збору поту до та після сеансу тестування для кожного суб'єкта (обстежуваного). Суб'єкти включали 28 чоловіків віком 18-40 років.

Експерименти відрізнялися тестом (перестановка випадкових цифр, що не повторюються від 0 до 9 у порядку зростання) та навантаженням: тренувальний E1 (60 хв); E6 – вільний темп («автотемп»), а E5 – фіксований темп, розрахований як середній за результатами виконання відповідного тесту в E1. E5 можна оцінити як модель виконання когнітивного тесту з ефектом занурення (висока мотивація та часовий «тиск», тому що, згідно з нашим попереднім дослідженням, індивідуальна «середня» швидкість виконання завдань була складнішою, більше ніж вдвічі повільнішою або швидшою). Тривалість виконання тесту становила 3 години.

В якості показників фізіологічної «вартості» активності та стану людини реєстрували частоту серцевих скорочень HR та артеріальний тиск (систолічний

BPs, діастолічний BPd) за допомогою кардіомонітора «Сольвейг». Показники HR, BPs і BPd реєстрували протягом 10 хв до початку тестів (індекс «0») і через 10 хв після закінчення (розслаблення), а також кожні 5 хв під час тестової діяльності [24, с.352]. Виявились чіткі зміни у фізіологічній реакції: підвищення рівня ліпідів низької щільності, енергетичного балансу (електропунктура), частоти серцевих скорочень (індекс напруги міокарда за Р. Баєвським) та артеріального тиску. Отримані дані продемонстрували досить індивідуальний характер змін у часі.

З метою вивчення зазначеного ефекту, були проведені аналогічні експерименти, але з іншим аналізом збережених даних. Метод комп'ютерної обробки даних був спрямований на аналіз фізіологічних змін на різних етапах виконання тесту, які б відповідали фазам працездатності людини за Єгоровим і Загрядським. Оскільки діастолічний артеріальний тиск був виявлений як найбільш інформативний (чутливий до когнітивного навантаження) фізіологічний індекс, BPd був усереднений для послідовних 20-хвилинних інтервалів і був представлений на «фазовій площині» (векторна діаграма, де одна точка відповідала одному 20-хвилинному інтервалу). Візуалізація фізіологічних змін на фазовій площині (рис. 3) підтвердила, що перші 20…40 хвилин виконання тестів супроводжуються підвищенням систолічного тиску та/або в кінці виконання (це відповідає фазі «кінця», «ефект кінцевого пориву» за Єгоровим і Загрядським). Але перша фаза може мати індивідуальні особливості з точки зору структури часу, якщо проаналізувати її більш детально (наприклад, щохвилини або з 5-хвилинними інтервалами), які можуть бути суттєвими, враховуючи, що активність VR/AR, яка перевищує 40 хвилин, не вивчалися, а «нормальна» академічна година становить 45 хв.

Рис.3. Фізіологічні (артеріальний тиск) зміни на фазовій площині (2 обстежених).

Наступним етапом аналізу було вивчення варіації індексу напруги міокарда (за Р. Баєвським) на 1-му 45-хвилинному інтервалі виконання тесту (що можна вважати еквівалентом академічної години) з 5-хвилинними послідовними фазами. Ми знову порівняли фізіологічне навантаження в експериментах E5 і E6. Якщо в попередньому аналізі з 20-хвилинними фазами були зареєстровані деякі індивідуальні відмінності, в цьому дослідженні виявлено чітку тенденцію в напрузі міокарда випробовуваних між експериментами E5 і E6: більш високий рівень напруги за «важчих» умов (експеримент з «тиском часу») протягом перших 20 хвилин (чотири фази) виконання тесту (рис.4).

Іншими словами, зниження індексу напруги міокарда в умовах когнітивної діяльності в імерсивних умовах протягом часу спостереження було більш значущим, і цей факт можна потрібно врахувати при вимірюванні впливу синтетичного середовища на студентів.

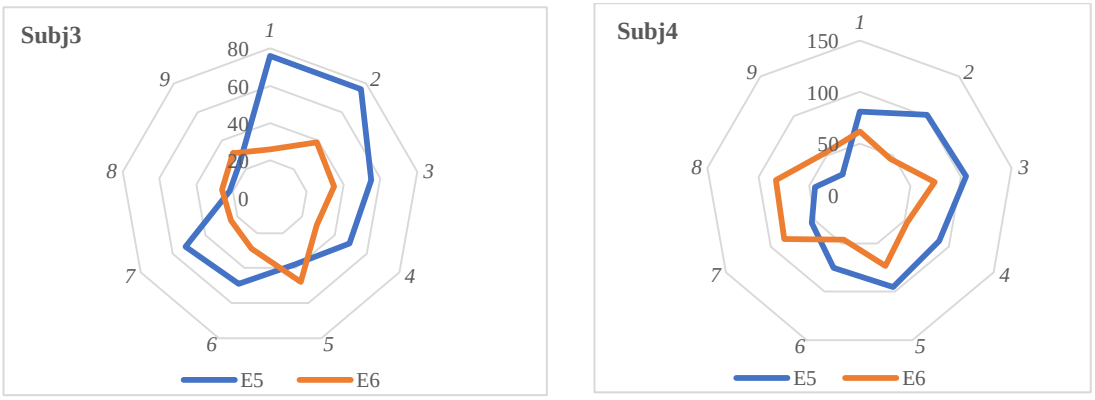


Рис.4. Фізіологічні (індекс напруги міокарда) зміни на фазовій площині протягом 45 хвилин діяльності у двох обстежених.

Методика вимірювання впливу AR/VR/MR

Основна складність у вимірюванні впливу AR/VR/MR/XR на когнітивну продуктивність людини полягає в диференціації психофізіологічних ефектів звичайного когнітивного навантаження та синтетичних «реальностей», особливо в навчальному процесі. Це загальна проблема оцінки зв'язків між залученням цифрових технологій і проблемами психічного здоров'я/ефективності. Навіть більше, згідно з дослідженням [28], немає жодних доказів того, що зв'язок між підлітками, які займаються цифровими технологіями, та проблемами психічного здоров'я молодих людей збільшився. Ці результати ґрунтуються на спостереженнях за 430 561 учасником (підлітком) протягом 1991-2019 років у Сполучених Штатах і Великобританії. Але в цьому дослідженні не враховано, що повсякденне середовище сучасної молоді є цифровим із пов'язаною з цим специфікою. Тому вимірювання можливого впливу синтетичного середовища має забезпечуватися такими ж або подібними цифровими засобами.

Запропонована авторами статті методика базується на модифікованих ІКТ, описаних вище та використаних у нашому дослідженні [29]. Але ми плануємо оцінити вплив AR/VR/MR/XR як зміни коротких когнітивних/перцептивних тестів (за 3 хвилини до роботи та після неї) з

реєстрацією інформативних у нашому дослідженні фізіологічних показників. Виконання тесту має контролюватися відповідною ІКТ в режимах on-line або off-line.

Заключні зауваження та майбутні дослідження

Доповнена (AR), віртуальна (VR), змішана (MR) і розширена (XR) реальності стають частиною повсякденного життя людини в усіх сферах життя та діяльності. Важливо, що синтетичне середовище не є природним для людини та його вплив на її психічні та фізіологічні процеси залишається недостатньо вивченим. Фактори, що впливають на кіберзахворювання учнів в AR/VR/MR/XR, можна розглядати як: особистісні (внутрішні, притаманні людині; фізіологічні; психічні; здоров'я); технологічні (технічні засоби, ергономічні); операційні (адаптація, ступінь контролю, рухи голови, загальний зоровий потік, лінійне та обертальне прискорення, швидкість саморуху, рівень яскравості, векція (ілюзія саморуху, тривалість, когнітивне навантаження).

Було розроблено теоретичну схему функціональної системи (ФС) навчальної діяльності як подальший розвиток моделі ФС діяльності П. Анохіна для навчання. Було підкреслено, що всі нейрофізіологічні підсистеми тим активніші, чим більш заглибленим є виконання завдання. Ось чому контроль робочих параметрів у AR/VR/MR/XR був таким важливим для пом'якшення кіберхвороби, особливо в процесі навчання, який загалом міг займати години людської діяльності.

В імерсивній діяльності за час спостереження виявлено зниження фізіологічних показників (індексу напруги міокарда та артеріального тиску) в умовах когнітивної діяльності, причому воно було більш значним, ніж у «нормальних» умовах. Ці результати були підтверджені використанням запропонованої авторами методики «фазової площини».

Цей факт слід врахувати при вимірюванні впливу синтетичного середовища на учнів. Застосування розробленої ІКТ забезпечує методичне забезпечення вимірювання та оцінки ризиків кіберхвороби, створення та контроль тестів, зберігання даних, аналіз даних та необхідні сервіси для

дослідників. Відповідно, розроблено методику оцінки впливу AR/VR/MR/XR як змін коротких когнітивних/перцептивних тестів (за 3 хвилини до роботи та після неї) з реєстрацією інформативних фізіологічних показників. Майбутня робота планується для розширення доказової бази ефективності такої техніки для навчання.

Список використаних джерел

1. Gratton L. An Emerging Landscape of Skills for All. *MIT Sloan Management Review.* March 08, 2021. URL: https://sloanreview.mit.edu/article/an-emerging-landscape-of-skills-for-all/
2. Shaping the Future of Learning: The Role of AI in Education 4.0. Insight Report. *World Economic Forum*. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Learning_2024.pdf (2024).
3. Kolo K. Nextech AR Goes Live with Enhanced 3D Google and Functionality with Launch of Web XR. URL: https://www.thevrara.com/blog2/2021/8/17/nextech-ar-goes-live-with-enhanced-3d-google-ad-functionality-with-launch-of-web-xr.
4. Kozák S., Ružický E., Štefanovič J., & Schindler F. Research and education for industry 4.0: Present development. *Cybernetics & Informatics* (K&I). 2018. P.1-8.
5. Kim Jinyoung and Park Cyn-Young. Education, Skill Training, and Lifelong Learning in the Era of Technological Revolution. *Asian Development Bank Economics Working Paper Series*. January 2020. # 606. URL: https://www.adb.org/sites/default/files/publication/559616/ewp-606-education-skill-training.pdf.
6. Developing a hands-on activity using virtual reality to help students learn by doing / Chen Jyun-Chen et al. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2020. Volume 3, Iss. .1P. 46-60.
7. Bernhardt M. Conversational & Experiential: The New Duality of Learning. *The Learning Guild*. 2024. URL: https://www.learningguild.com/articles/conversational--experiential-the-new-duality-of-learning/?utm_medium=email&utm_source=ls-update&utm_campaign=lspub241111&&__hstc=753710.b939b6e7033698828ee8140b457afba7.1731608245688.1731608245688.1731608245688.1&__hssc=753710.1.1731608245688&__hsfp=3666065685.
8. Westley Heagy. VR Training 2021: The Year of Mobile. December 17, 2020. URL: https://foundry45.com/vr-training-2021-the-year-of-mobile/.
9. Pinchuk O., Burov O., Lytvynova S. Learning as a Systemic Activity. *Advances in Human Factors in Training, Education, and Learning Sciences. AHFE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing* / Karwowski W., Ahram T., Nazir S. (eds). Springer: Cham. 2019. Vol 963. P. 335-342. DOI : https://doi.org/10.1007/978-3-030-20135-7_33.
10. Qian J., McDonough D. J., Gao Z. The Effectiveness of Virtual Reality Exercise on Individual's Physiological, Psychological and Rehabilitative Outcomes: A Systematic

Review. *International journal of environmental research and public health*. 2020. 17(11), 4133. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17114133.

11. Riva G. Virtual Reality. *The Palgrave Encyclopedia of the Possible* / Glăveanu V. (Ed.) Palgrave Macmillan. P.1-10.
12. Lawson Ben, Stanney Kay. Editorial: Cybersickness in Virtual Reality and Augmented Reality. *Frontiers in Virtual Reality*. 2021. Vol. 2. 759682. URL: https://doi.org/10.3389/frvir.2021.759682.
13. Claire Hughes. Overcoming Cybersickness in Virtual and Augmented Reality. February 23, 2021. URL: https://www.thevrara.com/blog2/2021/2/23/overcoming-cybersickness-in-virtual-and-augmented-reality-dinteract-cyber?_ga=2.44264868.1869920840.1620848427-2093675034.1620848427.
14. Conceptual fundamentals for the digitalisation of the educational environment in general secondary education institutions / Liashenko O. et.al. *ITLT*. 2024. Vol. 102. No. 4. P. 1–25. DOI: 10.33407/itlt.v102i4.5829.
15. Bykov V. Yu., Burov O. Yu. Digital learning environment: new technologies and requirements for knowledge seekers. *Modern information technologies and innovative teaching methods in education: methodology, theory, experience, problems: Collection of scientific papers*. Kyiv-Vinnytsia: LLC firm "Planer". 2020. Issue 55. P.11-21.
16. Factors Impacting Cybersickness. *Guidelines for Mitigating Cybersickness in Virtual Reality Systems*. Peer-Reviewed Final Report of the Human Factors and Medicine Panel/Modeling & Simulations Group / Lawson B. D. et al. Activity Number 323. 2021. STO-TR-HFM-MSG-323, chap. 5.
17. Pinchuk O. P., Lytvynova S. G., Burov O. Yu. Synthetic educational environment – a footpace to new education. *ITLT*. 2017. Vol. 4. # 60. P. 28-45. URL: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1831.
18. Stanney K. M., Kennedy R. S. Aftereffects from Virtual Environment Exposure: How Long do They Last? *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. 1998. 42(21). 1476–1480. DOI: https://doi.org/10.1177/154193129804202103.
19. Chang E., Kim H. T., Yoo B. Virtual reality sickness: a review of causes and measurements. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 2020. Vol. 36. No. 17. Pp. 1658-1682. DOI: https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1778351.
20. Oh H., Son W. Cybersickness and its severity arising from virtual reality content: a comprehensive study. *Sensors*. 2022. 22(4), 1314. DOI: https://doi.org/10.3390/s22041314.
21. Travaglini A., Brand E., Meier P., Christ O. Job relevance or perceived usefulness? What features of immersive virtual reality software predict intention to use in a future project-based-learning scenario: a mixed method approach. *Front. Virtual Real*. 2023. 4:1286877. DOI: 10.3389/frvir.2023.1286877.
22. Close A., Field S., Teather R. Visual thinking in virtual environments: evaluating multidisciplinary interaction through drawing ideation in real-time remote co-design. *Front. Virtual Real*. 2024. 4:1304795. DOI: 10.3389/frvir.2023.1304795.
23. Freeman D., Reeve S., Robinson A., Ehlers A. Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological Medicine*. 2017. Vol. 47. Iss. 14. P. 2393-2400. DOI: https://doi.org/10.1017/S003329171700040X.

24. Brain and virtual reality: What do they have in common and how to exploit their potential / Riva G. et al. 2018. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine*. 16. P. 3–7.
25. VR in Education: Ergonomic Features and Cybersickness. *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* / Pinchuk O. et al. 2020. Springer: Cham. P.350-355.
26. Tsakiris M. My body in the brain: a neurocognitive model of bodyownership. *Neuropsychologia*. 2010. 48(3):703-12.
27. Bykov V. Y., Burov O. Y., Dementievska N. P. Cybersecurity in digital educational environment. *Inf. Technol. Learn. Tools*. 2019. 70(2). P.313-331.
28. Vuorre M., Orben A., Przybylski Andrew K. There Is No Evidence That Associations Between Adolescents' Digital Technology Engagement and Mental Health Problems Have Increased. *Clinical Psychological Science*. First Published 3 May 2021. DOI: https://doi.org/10.1177/2167702621994549.
29. Burov O. Y., Pinchuk O. P. Extended reality in digital learning: influence, opportunities and risks' mitigation. *Person-oriented Approach (3L-Person 2021 co-located with 17th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications: Integration, Harmonization, and Knowledge Transfer ICTERI 2021).* Kherson, Ukraine, October 1, 2021. *CEUR-WS*. 2022. Pp. 119-128.

Розділ ІІІ. Проектування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти

Мар'єнко М.В., Шишкіна М.П.

В умовах глобалізації, євроінтеграції, прискореної цифрової трансформації багатьох сфер діяльності людини виникає потреба у створенні конкурентоспроможної освітньої сфери України, формування сучасних компетентностей і кваліфікацій людини, підвищення рівня доступності та якості освіти. Як зазначають представники SiS.net (проєкту в межах Рамкової програми Європейського Союзу з досліджень та інновацій «Горизонт 2020»), наразі в Європі спостерігається дефіцит науко-орієнтованих, «науково-знаючих» осіб на всіх рівнях діяльності суспільства та економіки. Ключовим чинником підготовки таких осіб, здатних адаптуватися до динамічних суспільно-економічних змін, критично мислити, ефективно вирішувати фахові і повсякденні задачі із залученням сучасних технічних досягнень і технологічних цифрових рішень, займатися сталим саморозвитком, бути успішними в обраній професії і т.д. є кооперація зусиль вмотивованого, кваліфікованого викладацького складу – педагогічних, науково-педагогічних, наукових кадрів.

У свою чергу, однією із основних умов поліпшення якості підготовки педагогічних, науково-педагогічних, наукових кадрів, підвищення рівня їх професійної компетентності, ширшого використання інноваційних педагогічних технологій, розширення частки дослідницького підходу у навчанні є запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах педагогічної, післядипломної педагогічної освіти. У зв'язку з цим, існує необхідність фундаментальних досліджень проблем проектування і використання хмаро орієнтованих методичних систем відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої освіти та професійного розвитку вчителів.

Це потребує обґрунтування теоретико-методологічних засад створення хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти, дослідження інноваційних моделей, принципів і методів їх формування і використання, визначення найбільш доцільних шляхів впровадження. Необхідно взяти до уваги світові тенденції, що полягають у переході до масового впровадження у закладах освіти науково-освітніх платформ і інфраструктур відкритої науки, зокрема, сервісів Європейської хмари відкритої науки, що дозволяє створити нову високо потужну інформаційно-технологічну екосистему організації освітньо-наукового процесу.

Вирішення завдань запровадження у закладах освіти хмаро орієнтованих систем відкритої науки є суттєвою передумовою для підготовки фахівців, здатних до доцільного, науково обґрунтованого застосування перспективних інформаційно-комунікаційних технологій у своїй майбутній освітній і науковій діяльності.

Проблеми проектування і використання хмаро орієнтованих сервісів і технологій відкритої науки у закладах освіти належать до першочергових у сфері інформатизації. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки нового покоління, що є більш гнучкими, потужними, функціональними, привертають все більшу увагу дослідників. Їх запровадження має позитивно позначитися на якості освіти, забезпеченні ширшого доступу до перспективних ІКТ, розширенні частки дослідницького підходу у навчанні, підвищенні якості освітніх послуг. Проблеми, тенденції та перспективні шляхи запровадження хмарних технологій відкритої науки в освітній процес розглядалися в роботах багатьох зарубіжних авторів R. Lakshminarayanan, B. Kumar, M. Raju, S. Svetsky, O. Moravcik, Gema Buenodela Fuente, Yousef Qasem, S. Filiposka, Ida Larsen-Ledet, Henrik Korsgaard та ін.

В Україні також здійснюються заходи щодо запровадження хмарних технологій відкритої науки в освітню практику. Зокрема, ці питання знаходять своє місце у тематиці щорічного міжнародного семінару «Хмарні технології в освіті» (Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України,

з 2012 р.), у діяльності спільних науково-дослідних лабораторій з проблем використання хмарних технологій в освіті (Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Криворізький національний університет, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Житомирський державний університет, Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди) та ін. Зокрема, на базі спільних науково-дослідних лабораторій у 2020 році розпочато педагогічний експеримент «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї», керівник експерименту – М. В. Мар'єнко (Попель). До складу експериментальної бази входять 5 закладів вищої педагогічної освіти, 1 заклад післядипломної педагогічної освіти, 4 заклади загальної середньої освіти.

В Україні досягнуто значних результатів щодо дослідження теоретичних та методологічних засад моделювання та проектування інформаційно-освітнього середовища відкритої освіти (В. Ю. Биков, М. І. Жалдак, А. Ф. Манако, Л. Ф. Панченко, С. О. Семеріков, О. В. Співаковський та ін.). Зокрема, в роботах В. Ю. Бикова спроектовано моделі організаційних систем відкритої освіти, запропоновано моделі єдиного інформаційного освітнього простору; методичних систем електронного дистанційного навчання; моделі системи управління освітою на її різних організаційних рівнях; сучасної підготовки вчителів у закладах вищої педагогічної освіти та інші. Ці роботи виступатимуть методологічною базою подальших досліджень у цьому напрямі, враховуючи, що хмаро орієнтовані системи відкритої науки є новим етапом розвитку відкритих освітніх систем. Загальні напрями впровадження хмарних технологій в організації освітньо-наукових систем досліджувалися у роботах В. Ю. Бикова, О. Г. Глазунової, О. Г. Кузьминської, О. М. Спіріна, О. В. Співаковського, М. П. Шишкіної, А. В. Яцишин та ін. Психолого-педагогічним аспектам формування персоніфікованого освітньо-наукового середовища присвячені роботи С. О. Семерікова, А. М. Стрюка, Ю. Г. Носенко та ін. Питанням використання систем відкритої науки в освітньому процесі

присвячено роботи В. Ю. Бикова, Т. О. Борисової, О. Г. Глазунової, М. В. Мар'єнко (М. В. Попель), В. І. Ночвая, М. П. Шишкіної, Т. О. Ярошенко.

Дорожню карту інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA) було розроблено робочою групою, створеної згідно Наказу МОН України від 11.09.17 №1273 (до складу робочої групи було включено М. П. Шишкіну). 5-й пріоритет даного документа містить підрозділ «Відкрита наука і цифрові інновації». 22.03.2018 Дорожню карту було схвалено рішенням колегії Міністерства освіти і науки України протокол № 3/1-7. 20.11.2018 запущено в дію Європейську хмару відкритої науки (European Open Science Cloud, EOSC), сервіси якої доступні для використання. Тому питання методології і методик широкого запровадження цих сервісів в освітній процес стоять особливо актуально.

В останні роки в Україні реалізовано кілька міжнародних проектів, присвячених питанням реалізації пріоритетів відкритої науки у закладах освіти. Зокрема, з 2016 року реалізується проект «Громадська синергія: посилення участі громадськості в євроінтеграційних реформах». В межах цього проекту здійснювалась цілеспрямована аналітична та інформаційно-просвітницька діяльність задля більшої ефективності формування громадянського суспільства і участі в євроінтеграційних процесах. У 2017-2020 рр. здійснювався міжнародний освітній проект DocHub, присвячений структуризації співпраці щодо аспірантських досліджень, навчання універсальних навичок та академічного письма на регіональному рівні України. В межах цього проекту була розроблена навчальна програма «Відкрита наука», спрямована на формування навичок відкритої науки у аспірантів, що впроваджувалась в освітній процес пілотних закладів. Тим часом, нові підходи і технології потребують масового впровадження і використання, особливо у процес підготовки вчителів. Науково-методичне опрацювання цього процесу залишається в Україні нині практично відсутнім.

З огляду на значний педагогічний потенціал і новизну існуючих підходів до проектування хмаро орієнтованих систем відкритої науки, їх формування і

використання у закладах освіти, ці питання ще потребують теоретичних та експериментальних досліджень, уточнення підходів, моделей, методів і методик, можливих шляхів впровадження. Зокрема, практично не розробленими залишаються теоретико-методологічні аспекти визначення структури, функцій, засобів і технологій проектування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти, форми і методи їх використання у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

Під *хмаро орієнтованою методичною системою* розуміємо систему навчання методам використання хмарних сервісів або спеціально розроблених хмаро орієнтованих компонентів для освітніх і наукових цілей, об'єднаних в єдину систему на основі формуючих факторів, серед яких виділяють хмаро орієнтований підхід.

Розумна система відкритої науки – це хмарна система (на основі хмарної платформи), яка може автоматично налаштовуватися відповідно до цілей і завдань процесу наукового співробітництва, різноманітних індивідуальних особливостей, освітніх і наукових потреб віртуального учасників дослідження.

Хмаро орієнтовані системи відкритої науки в закладах освіти доцільно розглядати як різновид науково-освітніх інформаційних мереж (НОІМ), що є фактично автоматизованими інформаційними системами, наповненими даними та відомостями переважно освітнього і наукового спрямування, які забезпечують інформаційну підтримку освіти й науки та технологічно використовують комп'ютерну інформаційно-комунікаційну платформу для транспорту і опрацювання інформаційних об'єктів [1].

Основна ідея полягає у визначенні основних етапів наукового дослідження та виборі відповідних сервісів відкритої науки для їх підтримування. З цією метою були розглянуті основні особливості вибраних сервісів EOSC (https://eosc-portal.eu/), що мають відношення до проектування хмаро орієнтованої системи відкритої науки. Вони були класифіковані за основними видами дослідницької діяльності, які були виявлені. Вчителі навчалися на базі хмарної системи, яка була розроблена завдяки цьому підходу.

Є приклади різних видів сервісів EOSC, які можна використовувати для підтримки відповідних етапів дослідницької роботи [2].

1. Пошук, отримання та накопичення даних дослідження та їх висвітлення в літературі, констатувальні дані. DARIAH Science Gateway, OpenAIRE.

2. Представлення, обробка та візуалізація шаблонів у даних, включаючи обмін. de.NBI Cloud, менеджер інфраструктури (IM).

3. Аналіз та інтерпретація результатів. Agora Resource Portfolio Management Tool, Jupyter Notebook.

4. Перевірка, обговорення, колективна оцінка результатів, рецензування. Тепер Resource Portfolio Management Tool.

5. Реалізація, публікація, застосування. DARIAH-Campus, Deep training facility.

Модель хмаро орієнтованої системи відкритої науки показує взаємозв'язок між групою вчителів і певними вибраними сервісами EOSC і відповідними дослідницькими процесами (рис. 1).

Суттєво, що лише певні сервіси EOSC можуть бути використані в науковій роботі вчителями, оскільки EOSC орієнтована насамперед на використання в роботі науковців і має в деяких випадках досить вузьке та специфічне застосування. Ця модель описує лише 8 хмарних сервісів, які використовувалися на кожному етапі дослідження. Ці сервіси є інтегрованими, оскільки вони розміщені в єдиній системі – EOSC. Таким чином, група викладачів, вчителів або науковців може вибрати хмарні сервіси та використовувати їх у своїй практиці індивідуально чи колективно. Тобто передбачені обидві форми діяльності: групова та індивідуальна. До складу вчительської спільноти входить тьютор, який проводить індивідуальне та групове навчання. Репетитор аналізує сприйняття навчального матеріалу, дає поради та матеріали, відповідає на запитання.

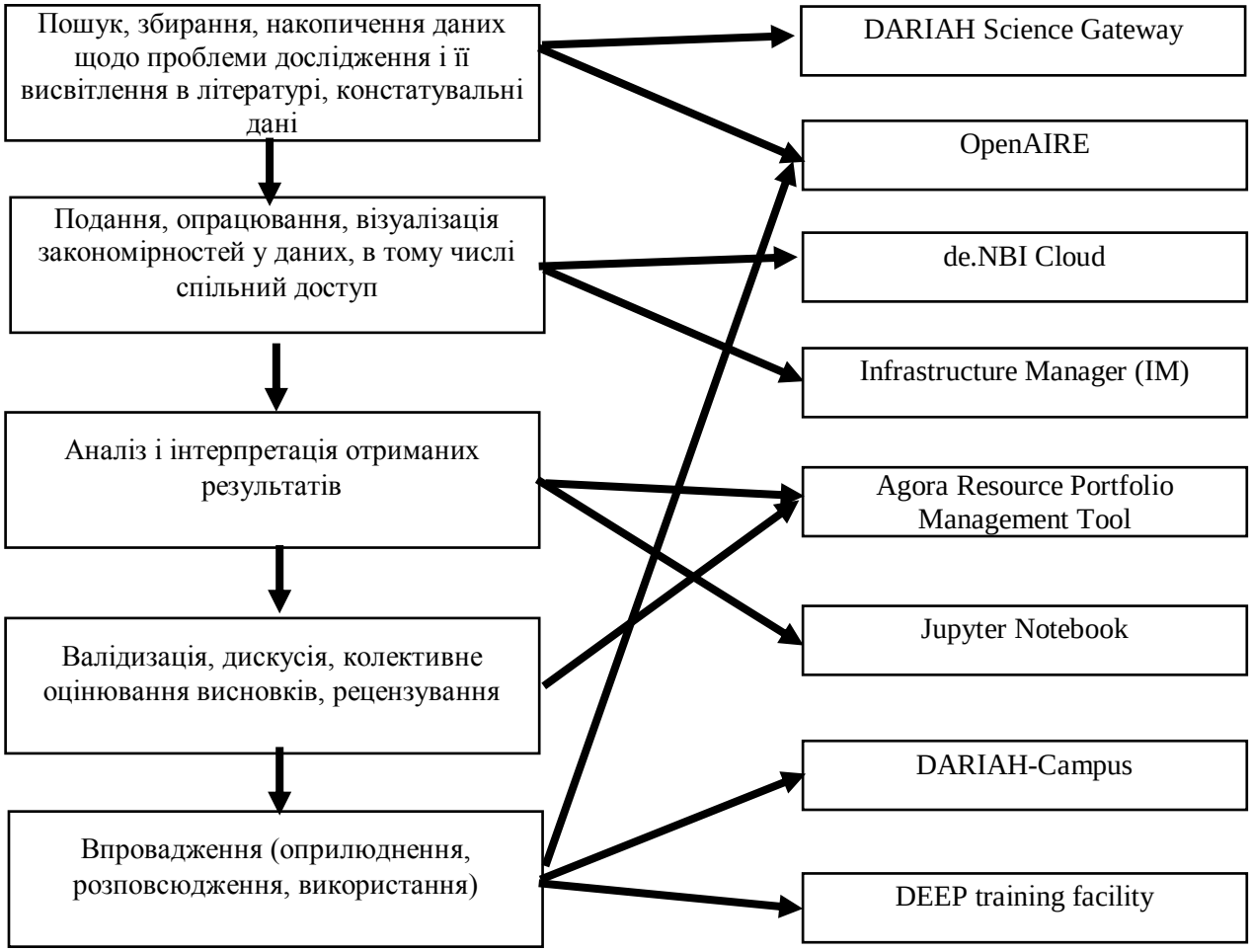


Рис. 1. Модель хмаро орієнтованої системи відкритої науки.

Ця модель не передбачає розподілу сервісів за предметними галузями (математика, фізика, хімія, біологія), а скоріше ілюструє загальне призначення кожного сервісу, не акцентуючи увагу на предметній галузі.

Список хмарних сервісів не претендує на вичерпність і винятковість. Метою було показати можливість використання того чи іншого хмарного сервісу EOSC на кожному етапі наукових досліджень.

5. Впровадження (оприлюднення, розповсюдження, використання). DARIAH-Campus, DEEP training facility.

Науковий шлюз DARIAH надає різноманітні веб-додатки та послуги для дослідників, інститутів та спільнот цифрових гуманітарних наук.

Особливості: Науковий шлюз DARIAH забезпечує легкий доступ до наступних програм: Simple Semantic Search Engine (SSE): дозволяє

користувачам здійснювати пошук у базі знань електронної інфраструктури (сховища документів відкритого доступу та репозиторії даних).

Паралельна семантична пошукова система (PSSE): паралелізована версія SSE, що дозволяє одночасно здійснювати пошук у базі знань електронної інфраструктури, платформах Europeana, Cultura Italia, Isidore, OpenAgris, PubMed і DBpedia.

Jupyter Notebook можна використовувати для створення та обміну документами, які містять живий код, рівняння, візуалізації та текст. Використовуючи Jupyter Notebook, ви зможете виконувати аналіз даних за допомогою Python і створювати графіки у легкому для читання та доступному для спільного доступу форматі. Jupyter Notebook можна встановити на вашому комп'ютері або використовувати на JupyterHub на ESRF. Https://jupyter-slurm.esrf.fr дозволить створити ноутбук Jupyter на кластері HPC з повним доступом до експериментальних даних, які ви отримали в ESRF.

Об'єднана концепція та інфраструктура de.NBI Cloud об'єднує та оптимізує наявні переваги окремих хмарних сайтів. De.NBI Cloud — це повністю академічна хмара, безкоштовна для академічних користувачів, де академічні хмарні центри надають сховище та обчислювальні ресурси для локально збережених даних. Надаються вузли високої пам'яті та графічного процесора, робочі процеси Bibigrid, Kubernetes, Bioinformatics (наприклад, Galaxy) і доступ до дзеркал баз даних, наприклад, Міжнародного консорціуму з геному раку. Послуги IaaS, PaaS і SaaS можна попередньо налаштувати. Наразі послуги надають шість хмарних установок, розподілених по Німеччині, взаємопов'язаних за допомогою системи єдиного входу (SSO) та інфраструктури аутентифікації та авторизації ELIXIR (ELIXIR AAI).

AGORA – це інструмент для управління «портфелем послуг». Він адресований правлінню організації, щоб контролювати всі послуги, інструменти та продукти, які вона використовує або надає своїм клієнтам. Інструмент автоматично формує список послуг, доступних клієнтам.

AGORA працює в рамках організації-парасольки, членами якої є різні академічні установи, як у випадку з європейським проектом EOSC-HUB. Його користувачами є представники установ, які реєструють за допомогою цього інструменту послуги, які вони розробили та надають. Архітектура інструменту заснована на протоколі FitSM і реалізує шаблон опису послуги (Service Description Template SDT v1.1) за спільною домовленістю EGI, EUDAT та eInfracentral.

DARIAH-Campus – це як платформа відкриття, так і платформа хостингу для DARIAH та пов'язаних із DARIAH пропозицій у навчанні та освіті. Метою DARIAH-Campus є розширення доступу до відкритих, інклюзивних, високоякісних навчальних матеріалів, які спрямовані на розвиток творчості, навичок, технологій та знань у сфері мистецтва та гуманітарних наук із підтримкою цифрових технологій.

DEEP training facility

Розподілений навчальний центр для моделей машинного навчання, штучного інтелекту та глибокого навчання. Ця служба пропонує набір інструментів для створення та навчання моделей машинного навчання, штучного інтелекту та глибокого навчання в розподілених електронних інфраструктурах. Готові до використання моделі доступні для передачі навчання або повторного використання. Моделі можна створювати з нуля або формувати наявні та попередньо навчені моделі (перенесення навчання або повторне використання моделі). Особливості:

- прозоре навчання на розподілених електронних інфраструктурах з доступом до GPU;
- докер на основі портативності та багаторазового використання моделі;
- проста інтеграція моделі з REST API на основі стандартів;
- CLI та веб-інтерфейс користувача для взаємодії з системою;
- ідентичність на основі OpenID Connect [2].

Висновок. Розглянуто основні особливості вибраних сервісів Європейської хмари відкритої науки (EOSC) (https://eosc-portal.eu/), вони були

класифіковані за основними видами дослідницької діяльності, що об’єднані у моделі хмаро орієнтованої системи відкритої науки, яка може бути покладена в основу їх проєктування. Сеиред складників моделі визначено такі типи діяльності, як: 1. Пошук, відтворення, накопичення даних з проблеми дослідження та її висвітлення в літературі, констатуючі дані (DARIAH Science Gateway, Open-AIRE). 2. Представлення, обробка, візуалізація шаблонів у даних, включаючи обмін (de.NBI Cloud, менеджер інфраструктури, IM). 3. Аналіз та інтерпретація результатів (Agora Resource Portfolio Management Tool, Jupyter Notebook). 4. Перевірка, обговорення, колективна оцінка результатів, рецензування (Resource Portfolio Management Tool). 5. Реалізація, публікація, застосування (DARIAH-Campus, Deep training fa-cility). Список хмарних сервісів не претендує на вичерпність і винятковість. Метою було показати можливість використання того чи іншого хмарного сервісу EOSC на кожному етапі наукових досліджень.

Список використаних джерел

1. Мар’єнко М. В., Маркова О. М., Коновал О. А. Особливості організації індивідуальної роботи з учнями засобами цифрових технологій. *Освітній дискурс: збірник наукових праць*. 2022. № 4-6 (40). С. 38-44. DOI : https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.40(4-6)-4. (0,59 a.a., Index Copernicus, українська).

2. Шишкіна М. П. Перспективні шляхи запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес навчання вчителів природничо-математичних предметів. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 4. С. 79-83. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-4-012

Розділ IV. Кіберзахист у цифровому освітньому середовищі: зовнішні та внутрішні ризики

Буров О.Ю., Литвинова С.Г., Пінчук О.П.

Як зазначено в матеріалах Всесвітнього економічного форуму в Давосі (2024), «Оскільки технологічні зміни прискорюються, існує нагальна потреба в підтримці систем освіти в управлінні новими можливостями та ризиками. Якщо ними правильно керувати, технології, зокрема штучний інтелект (ШІ), пропонують унікальну можливість допомогти освітнім системам увімкнути освіту 4.0 – підхід до викладання та навчання, який зосереджується на наданні учням здібностей, навичок, ставлень і цінностей, які відповідають майбутньому. Розроблена глобальною коаліцією освітніх експертів, практиків, політиків і бізнес-лідерів, Освіта 4.0 служить комплексною структурою, яка окреслює ключові перетворення, необхідні в початковій і середній освіті для сприяння кращим освітнім результатам» [1, с. 3]. Водночас, це супроводжується небажанням як системи освіти, так і держави в цілому захищати суб'єктів від інформаційних, психологічних та когнітивних інтервенцій, які можуть вплинути на становлення особистості за таких обставин як на змістовному, так і на особистісному рівнях, не зважаючи на те, що «у 2023 році світ зіткнувся з поляризованим геополітичним порядком, численними збройними конфліктами, скептицизмом і запалом щодо наслідків майбутніх технологій і глобальною економічною невизначеністю. У цьому складному ландшафті економіка кібербезпеки зростала в геометричній прогресії швидше, ніж глобальна економіка в цілому, і випереджала зростання в технологічному секторі» [2, с.4]. Нові виклики часу та нові напрями розвитку суспільства – Суспільство 4.0, Освіта 4.0, проникнення новітніх технологій у всі сфери життя, «гібридна» війна – вимагають розуміння ключових проблем, викликів та питань, пов'язаних з безпеки освітнього процесу в цифровому навчальному

середовищі (ЦНС), зокрема безпеки всіх безпосередніх учасників, організаторів освіти, держави, а також безпеки цифрового освітнього контенту [3], розширення когнітивної війни, основною метою якої є зміна та спотворення когнітивної моделі життя, особливо молоді [4]. Відповідно, існує нагальна потреба захистити когнітивну, ідеологічну, інтелектуальну та розвивальну діяльність освіти та людського капіталу, оскільки людина все ще залишається найслабшою ланкою в Системі [5].

Беручи до уваги ще і досвід пандемії, з'являються нові проблеми, викликані життям і діяльністю, з боку безпеки, пов'язаних з цим факторами та способами їх уникнення, а також нові інструменти та механізми. Таким чином, потребує вирішення проблема розвитку та впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освіту [6]. Однак слід мати на увазі, що нові інформаційні технології призводять до фундаментальних і глобальних процесів, які трансформують суспільний розвиток. Проте, окрім позитивного впливу, який вони мають, нові фактори та умови, природно, породжують серйозні проблеми, загрози та ризики [7]. Як зазначається ще раніше в матеріалах Всесвітнього економічного форуму в Давосі (2020 рр.) та Організації Об'єднаних Націй [8], проблема кібербезпеки (КБ), яка торкається практично всіх сфер життя і діяльності людини, є особливо гострою через багато причин, але насамперед у контексті повної інформатизації освіти [9]. Це означає, що людина стає найважливішою одиницею життєво важливої інфраструктури держави, але доцільно розглядати питання не кібербезпеки (Системи), а кіберзахисту (людини як елемента Системи).

*Мета дослідження: р*озробити концепцію та методику системи кібербезпеки учасників освітнього процесу в цифровому навчальному середовищі (інтеграція людського та кіберфізичного системного підходу).

Розглядаючи навчання як вид діяльності в інтеграції людина-система [10], сучасного учня можна розглядати як оператора-дослідника, який діє в цифровому навчальному середовищі. Успішне навчання передбачає взаємну адаптацію між людиною як учасником освітнього процесу (УОП) та

інструментами діяльності з використанням індивідуальних когнітивних здібностей у мережах, у тому числі соціальних [11] та в мінливому цифровому середовищі загалом [12]. З іншого боку, можливе використання методів і прийомів ергономіки для оцінки безпеки учня в навчальному процесі [13]. Питання кібербезпеки стали наріжним каменем після того, як комп'ютерні технології перестали бути прерогативою великих наукових центрів. Поява та поширення локальних і глобальних мереж змінило сприйняття та розуміння кібербезпеки, відповідних тенденцій, проблем і викликів, оскільки виникли нові риси навчального середовища.

Мережі як активні агенти освітнього процесу. З часом цифрові мережі стають центром нашого життя, а соціальні мережі перетворюються на нове соціальне середовище. Ці мережі мають не тільки позитивний вплив, але й становлять реальну загрозу освіті та безпеці держави. Компоненти мережі у спрощеному вигляді можна представити у вигляді вузла, інтерфейсу, з'єднання та мережі [3]. Вузли — це «агенти» мережі: *люди* (творці ресурсу та його контенту, адміністратори ресурсу, звичайні чи випадкові користувачі), *техніка* (термінальні станції, комп'ютери, гаджети тощо) та *інформаційні засоби* (бази даних, бази знань, системи керування тощо). Залежно від своєї сутності, агенти мають власний інтерфейс і канали зв'язку для взаємодії з іншими агентами, які можуть стати мішенню для кібератаки. Мережа набуває ознак самостійного фактору, що впливає на її властивості, функціонування та користувачів, а також систему в цілому. ЦНС — це тріадний кіберпростір: (1) *інформація* в її цифровому представленні: статична (файли, записані на носії) та динамічна (пакети, потоки, команди тощо); (2) *технічна інфраструктура* (ІКТ, програмне забезпечення, бази даних тощо); (3) *інформаційна взаємодія* між суб'єктами («агентами») через передану інформацію (1) та обробку (2).

Загрози учасникам освітнього процесу, породжені кіберпростором. З огляду на те, що сучасні студенти народилися в епоху цифрових технологій, можна стверджувати, що кіберпростір є і залишатиметься надзвичайно важливою частиною поля битви ідеології та цивілізації. Спектр загроз з боку

відкритого кіберпростору постійно розширюється. Якщо десять років тому загрози для школярів можна було звести до відносно невеликої кількості груп (вірусні атаки, кіберзлочинність, небезпека інтернет-серфінгу) [14], то сьогодні різноманітність небезпек і загроз значно зросла і продовжує зростати, що впливає на всі можливі дії людини в Інтернеті [15]. На часі експерти виділяють такі 7 аспектів культури кібербезпеки (КБ), що потребують урахування під час проєктування та використання ІКТ (Рис.1):

Ставлення до КБ – почуття та переконання співробітників щодо безпеки, протоколи та питання. *Поведінка* – дії та діяльність людини, яка мають прямий або опосередкований вплив на безпеку організації/закладу. *Пізнання* – розуміння, знання та обізнаність щодо питань безпеки та діяльності. *Спілкування* – якість каналів зв'язку для обговорення тем, пов'язаних із безпекою, сприяння почуттю причетності та надавати підтримку з питань безпеки та звітування про інциденти. *Відповідність* – знання письмової політики безпеки та те, наскільки працівники її дотримуються. *Норми* – знання та дотримання неписаних правил поведінки в організації. *Відповідальність* – як працівники сприймають свою роль як критичний фактор у підтримці або загрозі безпеці організації.

Рис. 1. Аспекти культури безпеки.

Культура безпеки розуміється різною мірою в її галузях та різних країнах Європи. Як концепція, вона все частіше приймається та часто обговорюється серед фахівців із безпеки, особливо в секторах із традиційно високим рівнем цифровізації, таких як фінанси, банківська справа та IT. В інших галузях культура безпеки часто розглядається пізніше в циклі зрілості кібербезпеки — планується звернути увагу лише після початкового етапу усвідомлення безпеки. Однак в освіті когнітивні здібності та особливості УОП майже не обговорювалися, оскільки більшість досліджень, як правило, зосереджені на організаційних питаннях кібербезпеки. У той же час виявлено, що найбільшу загрозу для студентів становлять приховані активні загрози, які з позиції ергономіки можна оцінити як ієрархічний набір показників: інтегрований (комплексний); три групи індикаторів – рівень небезпеки, викликаної вірусними атаками, кіберзлочинністю та інтернет-серфінгом; набір окремих індикаторів, що містять набір певних загроз [3].

Сфери кібербезпеки. Освіта не визнається критичною сферою. Проте сучасні студенти можуть працювати в подібних сферах у найкоротші терміни переважно завдяки впровадженню нових освітніх технологій [16] загалом, у тому числі розподілених [17] та адаптивних [18], а також доповненого та віртуального середовища [19]. Тому вони потребують захисту та відповідного навчання. Крім того, недостатньо розкритим питанням у цій сфері є процедури визначення спільних можливих цільових груп кібербезпеки (наприклад, учні/студенти, вчителі, діти/молодь, менеджери освіти, загальне населення країни). Залежно від засобів дії, проблеми (і відповідні засоби) кібербезпеки можна класифікувати на п’ять груп: правові, технічні, інформаційні, організаційні та психологічні [3]. Моделювання впливу кіберзагроз може бути ефективним, якщо забезпечує об’єктивне вимірювання реакції індивідів на цей вплив, тобто психофізіологічну реакцію. Ми почали це дослідження з метою моделювання впливу різноманітних факторів (інформаційних, соціальних,

психологічних, когнітивних тощо) на людину з оцінкою її стану до та після їх дії. Кінцевою практичною метою дослідження є розробка методології оцінки факторів впливу та ризикометрії з урахуванням індивідуальних та групових особливостей потенційних об'єктів насильницької дії.

Результати та обговорення

Положення цього дослідження ґрунтуються на результатах участі одного з авторів у Експертній групі НАТО HFM-259 «Human Systems Integration Approach to Cyber Security» [20], попередніх експериментальних дослідженнях, спрямованих на аналіз когнітивної роботи людини в цифровому просторі під час впливу внутрішніх і зовнішніх факторів, у тому числі різних видів навантаження [21]. Ці результати повністю відповідають сучасним тенденціям кібербезпеки, викликаним пандемією. Результати показали стрімке зростання поширення зловмисного програмного забезпечення, програм-вимагачів, що супроводжується появою програм-вимагачів як послуги, полювання на загрози як відповідь на активізацію зловмисної активності в мережах, виявлення мережі та реагування. Було доведено, що зловмисники постійно вдосконалюють свої здібності щодо обману людей, що є найбільшою загрозою для у 2024 році та викликає нові тенденції в цій проблемі. За даними Forbes, у 2024 р. очікується, що вартість кіберзлочинів досягне $10.5 трл., а головними трендами вивчення у цій сфері є такі [22]:

- Критика навичок кібербезпеки.
- Генеративний ШІ, що використовується з обох сторін битви навколо КБ.
- Фішингові атаки нового рівня.
- Кібербезпека в залі засідань.
- Кібератаки IoT.
- Кіберстійкість – за межами кібербезпеки.
- Нульова довіра.
- Кібервійна та фінансовані державою кібератаки.

- Навички програмного забезпечення стають усе більш важливими для фахівців з кібербезпеки.
- Регламент кібербезпеки.

До цього можна ще додати:

o Злам акаунтів користувачів соціальних мереж із наступним використанням персональних і банківських даних.

o Загрози з Dark Web.

o Зловмисне програмне забезпечення як послуга та наймані хакери: використання служб і хакерів у зловмисних цілях.

В освіті фокус має бути зміщений з персональних даних на стан УОП та його/її здатність протистояти атаці (у т.ч. відновлюватися після неї), тобто мають бути розроблені не тільки і не стільки засоби кібербезпеки (в традиційному розумінні), скільки засоби кібер-захисту УОП (КЗ). Відповідні навички повинні включати знання кібербезпеки, навчання та кібер-гігієну. Перевірка результатів базується на:

- використанні метрик для вимірювання успіху програм навчання та визначення ймовірного успіху;
- показниках, які включають як короткострокові, так і довгострокові цілі, оскільки вони допомагають виміряти, як рівень безпеки учасників покращується з часом.

Поряд з оцінкою суб'єктивної реакції особи, що зазнала кібер-впливу, дослідження оцінює її психологічні та фізіологічні зміни, у тому числі викликані прихованою дією на свідомість. Для досягнення поставленої мети планується вивчити пул добровольців та зміни їх електрокардіограми та електроенцефалограми внаслідок симуляції впливу як традиційних гаджетів (звичайних пристроїв для входу в кіберпростір), так і окремих пристроїв доповненої/віртуальної реальності. Експериментальні дослідження передбачають як онлайн, так і домашні спостереження за допомогою записів електрофізіологічних параметрів, а також окулярів і планшетів віртуальної

реальності. Проект вимагає залучення експертів у різних галузях, які мають великий досвід у проведенні експериментальних досліджень з використанням мережевих технологій, аналізі даних, а також розробці нових науково-методичних інструментів.

Нам вдалося досягти наступного. По-перше, ми розробили прототип (програмне забезпечення для онлайн-тестування) системи кібербезпеки УОП у ЦНС. По-друге, ми переглянули методи оцінки впливу кібернебезпек на УОП та їх показники ризику на основі показників психологічних і фізіологічних змін, спричинених кібер-небезпеками. Потім ми розробили рекомендації щодо кібербезпеки УОП з урахуванням людського чинника в ЦНС та індивідуальних/групових особливостей психологічної/психофізіологічної реакції старшокласників на вплив кібер-небезпеки. Нарешті, особливий інтерес становлять наші пропозиції щодо структури та обсягу навчальних матеріалів, спрямованих на формування загальної культури кібербезпеки в ЦНС як складової системи кібербезпеки УОП.

Наше дослідження має низку ефективних і цінних застосувань в освітньому середовищі (Рис.2).

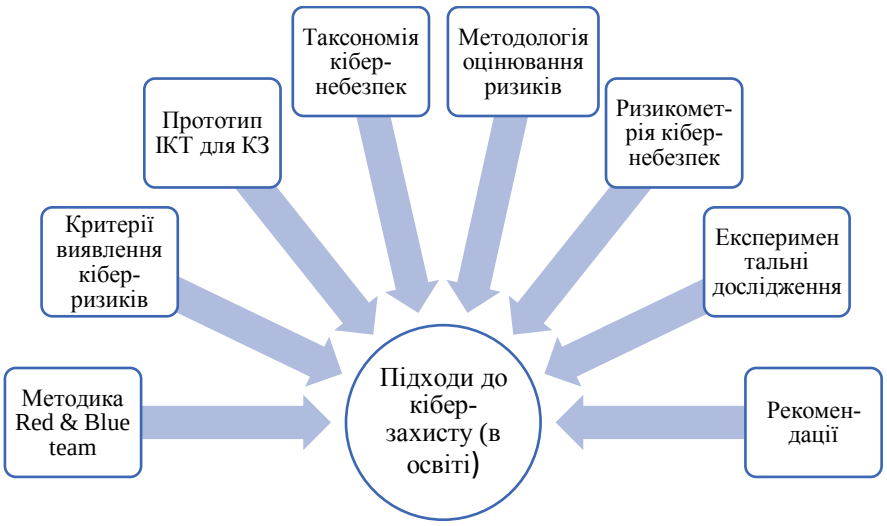


Рис.2 Шляхи кібер-захисту в освіті

Наведена на Рис.2 модель є розвитком ідей та моделі, опублікованих у [23]. Це дослідження є першим кроком до покращення нашого розуміння кіберзахисту в ЦНС.

Ми плануємо продовжити наші дослідження:

- Забезпечити методичну підтримку для врахування та пом'якшення впливу небезпечних факторів на УОП у цифровому навчальному середовищі.
- Розробити рекомендації щодо кібер-захисту для УОП у цифровому навчальному середовищі з урахуванням факторів, пов'язаних з людиною.
- Дослідити психолінгвістичні аспекти гуманітарної складової кібер-захисту [24].

Список використаних джерел

1. Shaping the Future of Learning: The Role of AI in Education 4.0, April 2024. *World Economic Forum*. 2024. URL: https://www.weforum.org/publications/shaping-the-future-of-learning-the-role-of-ai-in-education-4-0/.
2. Jurgens J., Dal Cin P. Global Cybersecurity Outlook 2024, January 2024. *World Economic Forum*. 2024. URL: https://www.weforum.org/publications/global-cybersecurity-outlook-2024/.
3. Bykov V. Y., Burov O. Y., Dementievska N. P. Cybersecurity in digital educational environment. *Inf. Technol. Learn. Tools*. 2019. 70(2). P.313-331.
4. Pocheptsov G. The War in Cognitive Space. 2017 URL: https://nesterdennez.blogspot.com/2017/08/global-permanent-war_39.html.
5. Finding the Weakest Links in the Weakest Link: How Well Do Undergraduate Students Make Cybersecurity Judgment? / Z. Yan et al. *Computers in Human Behavior*. 2018. Vol. 84. P. 375-382.
6. Li C., Lalani F. The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how. 2020. URL: https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/.
7. Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution. *World Economic Forum*. 2020. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Schools_of_the_Future_Report_2019.pdf.
8. Pipikaite A., Davis N. Why cybersecurity matters more than ever during the coronavirus pandemic. *World Economic Forum*. 2020. URL: https://www.weforum.org/agenda/2020/03/coronavirus-pandemic-cybersecurity .
9. Guterres António. The future of education is here. Launch of the policy brief: education during COVID-19 and beyond. *United Nations*. August 04, 2020. URL: https://www.un.org/en/coronavirus/future-education-here.

10. Pinchuk O., Burov O., Lytvynova S. Learning as a Systemic Activity. *Advances in Human Factors in Training, Education, and Learning Sciences. AHFE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing* / Karwowski W., Ahram T., Nazir S. (eds). Springer: Cham. 2019. Vol 963. P. 335-342. DOI : https://doi.org/10.1007/978-3-030-20135-7_33.
11. Lytvynova S., Burov O. Methods, Forms and Safety of Learning in Corporate Social Networks. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*: Proceedings of the 13th Int. Conf. on ICT in Education, Research and Industrial Applications. (Kyiv, Ukraine, 2017, May 15-18). 406—413. URL: http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000406.pdf.
12. Digital transformation of learning environment: aspect of cognitive activity of students. *Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018)* / Pinchuk O.P. et al. (Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018). CEUR Workshop Proceedings, # 2433, 90-101.
13. Advances in Human Factors in Cybersecurity. *Proceedings of the AHFE 2019 International Conference on Human Factors in Cybersecurity* / Ahram T., Karwowski W. (eds.). July 24-28, 2019, Washington D.C., USA.
14. Bandara I., Ioras F., Maher K. Cyber Security Concerns in E-Learning Education. *Proceedings of ICERI2014 Conference, IATED*. 2014, 0728-0734.
15. KnowBe4 Security Culture Regional Guide 2024. *KnowBe4*. URL: https://www.knowbe4.com/hubfs/2024-Security-Culture-Report-Research_EN-US.pdf?hsCtaTracking=7beca419-e8e2-4ff2-bb53-ba5e45019345%7C4a8c297a-e4c2-4d65-b8eb-62e976423eb7.
16. Greenberg A. Emerging Threats: Cybersecurity Forecast 2025. *Threat Intelligence*. November 2024. URL: https://cloud.google.com/blog/topics/threat-intelligence/cybersecurity-forecast-2025.
17. Ergonomics of cyberspace. Mathematical modeling to create groups of operators for error-free and timely implementation of functions in a distributed control system / Lavrov E. et al. *CEUR Workshop Proceedings*. 2020. V. 2740. P. 380-385.
18. AL: An Adaptive Learning Support System for Argumentation Skills. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Honolulu HI USA: ACM* / Wambsganss Thiemo et al. 2021. P. 1–14. DOI:10.1145/3313831.3376732. ISBN 978-1-4503-6708-0. S2CID 218482749.
19. Application of augmented reality technologies for preparation of specialists of new technological era. *Application of augmented reality technologies for preparation of specialists of new technological era, Augmented Reality in Education: Proceedings of the 2nd International Workshop (AREdu 2019)*, Kryvyi Rih, Ukraine, March 22 / Iatsyshyn A. V. et al. 2020. P. 181-200. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2547/paper14.pdf.
20. Human Systems Integration Approach to Cyber Security. STO-TR-HFM-259. STO/NATO 2020. June 2020. 112 pp.
21. Burov O., Tsarik O. Educational workload and its psychophysiological impact on student organism. *Work*. 2012. V. 41, Supplement 1. P. 896-899.

22. Marr B. The 10 Biggest Cyber Security Trends In 2024 Everyone Must Be Ready For Now. *Forbes*. 2024. URL: https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/10/11/the-10-biggest-cyber-security-trends-in-2024-everyone-must-be-ready-for-now/.
23. Cyber Safety in the Digital Educational Environment: External and Internal Risks. Advances in Intelligent Systems and Computing / Burov O. et al. / D. Russo et al. (Eds.): IHSI 2021, AISC 1322. 2021. P. 364–370. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-68017-6_54.
24. Krylova-Grek Yu., Burov O. A content analysis software system for efficient monitoring and detection of hate speech in online media. *CTE 2023*: *11th Workshop on Cloud Technologies in Education, December 22, 2023, Kryvyi Rih, Ukraine*. CEUR-WS.org. Vol-3679. Paper.06.pdf.

Розділ V. Візуалізація дистанційного навчання

Кондратова Л.Г.

У кризові часи, в умовах воєнного часу увага багатьох науковців прикута до проблем упровадження дистанційного навчання в закладах освіти різних рівнів. Особливу увагу педагогічних працівників освіти звернено на пошук дієвих та ефективних форм організації дистанційного навчання. Практика організації дистанційного навчання останніх років демонструє доволі значний прогрес в навчанні на відстані. Але в той же час в сьогоденні існує безліч проблем, які поступово вирішує система післядипломної освіти, а саме тематичні курси підвищення кваліфікації, які проходять як на замовлення окремих освітніх закладів, територіальних відділів освіти, департаментів освіти і науки тощо. Серед багатьох проблем педагогів, які вимушені в період воєнного часу працювати в дистанційному форматі постає проблема використання візуального супроводу навчання та підготовки електронних, інтерактивних, відеоматеріалів для якісного дистанційного навчання задля отримання вагомих освітніх результатів всіх здобувачів освіти.

Потребують більш детального висвітлення питання особливостей підготовки педагогів до використання цифрових інструментів в процесі підготовки візуального супроводу дистанційного навчання. Розгляд актуальних проблем особливостей візуалізації дистанційної освіти педагогічних працівників дозволить виявити позитивний вітчизняний досвід з обраної проблеми, а також огляд виявити технології підготовки візуального супроводу дистанційного навчання за допомогою сучасних цифрових електронних освітніх матеріалів з різних дисциплін в процесі підвищення кваліфікації в умовах післядипломної освіти.

Огляд науково-теоретичної та методичної літератури означеної проблеми виявив праці багатьох науковців, які розкривають проблеми організації дистанційного навчання [1, 2, 3]. Дослідники звертають увагу на те, що

дистанційне навчання являє собою освітній процес, в якому значна частина викладання ведеться кимось віддаленим у просторі від тих, хто навчається [4]. Зарубіжні дослідники відмічають, що в дистанційному навчанні доступність джерел інформації – надважлива, а також індивідуалізація навчання, зручна систему консультування, демократичні стосунки між тьютором і учнем, зручний графік і місце для роботи та ін. [5, 6]. Окремі дослідники вважають, що дистанційна освіта є систематично організованим освітнім процесом, який повинен здійснювати поточне спільне автономне навчання, в якому здобувачі освіти знаходяться в центрі уваги [7]. Науковці визначають, що дистанційне навчання може здійснюватися в декілька режимів, які розрізняються між собою цілями та завданнями навчання, особливостями подання інформаційних матеріалів, що можуть проходити в синхронному режимі та асинхронних режимах [8]. Водночас дослідники звертають увагу на те, що саме післядипломна освіта спроможна проводити потужну діяльність до підготовки педагогів до організації дистанційної освіти [9]. До питань використання візуальних засобів навчання в дистанційній освіті прикута увага багатьох вітчизняних дослідників [10, 11].

Зазначимо, що візуалізація навчального матеріалу набуває ще більшої актуальності в умовах дистанційного навчання та в період воєнного часу в діяльності закладів освіти [12]. Аналіз літературних джерел дозволив виявити, що питання розвитку дистанційного навчання педагогічних працівників в умовах післядипломної освіти є актуальними. Висвітлення проблем технологій створення візуалізації дистанційного навчання дозволить виявити позитивний вітчизняний досвід і надати методичні рекомендації щодо подальшого використання візуального супроводу навчання в дистанційній освіті.

Мета дослідження – обґрунтувати особливості підготовки педагогічних працівників до створення візуалізації дистанційного навчання в умовах післядипломної освіти. Для досягнення мети нами були поставлені задачі:

1. Визначити вимоги щодо візуалізації дистанційного навчання в закладах освіти різних типів.

2. Визначити потреби та зміст підготовки педагогічних працівників до здійснення візуалізації дистанційного навчання в післядипломній освіті.

3. Розглянути сучасний досвід візуалізації дистанційного навчання педагогічних працівників в умовах відкритої післядипломної освіти.

4. Визначити шляхи і перспективи візуалізації дистанційного навчання в післядипломній освіті.

Для проведення даного дослідження використовувались матеріали авторського дистанційного курсу Українського відкритого університету післядипломної освіти. Ми використали методи практичного опанування сучасних вебсервісів для підготовки візуального ряду для проведення занять в дистанційному форматі, а саме: відеопрезентацій, навчального відео різних типів, інтерактивних завдань тощо. Під час проведення дистанційного навчання педагогічних працівників використовувались методи узагальнення результатів, узагальнення досвіду учасників навчання, обговорення нагальних проблем з організації дистанційного навчання, методи порівняння, рефлексія.

Результати та обговорення

Відомо, що здобувачі освіти краще сприймають та запам’ятовують візуальну інформацію завдяки систематизації, зорової привабливості, лаконічності. Перемикання уваги та оперативної обробки інформації, перевага сприйняття графічної інформації, тексту, відео, діаграм, графіків тощо. Візуалізація освітнього матеріалу стає одним зі способів відтворення, аналізу, синтезу, систематизації знань, що впливає на розвиток ключових компетентностей ти, хто навчається. Останнім часом із розвитком цифровізації освіти змінились вимоги до подання візуальної інформації в освітньому процесі. Термін «візуалізація» походить від латинського *visualis* – візуальне сприйняття, наочність, а процес візуалізації виконуючи ілюстративну функцію допомагає згортати розумові змісти в наочні образи. Тому під засобами візуалізації розуміються не просто ілюстративні матеріали, а цілісна система передачі візуальної інформації, яка дозволяє здійснювати управління поданою інформацією, що транслюється на екрані.

Візуалізація під час дистанційного навчання дозволяє забезпечити інтенсифікацію освітнього процесу, активізувати освітню та пізнавальну діяльність, розвивати критичне і візуальне, образне мислення, передати знання на основі розпізнавання візуальних образів, що в цілому дозволяє не тільки доповнити пояснення педагога, але спонукати до розумової активності, пізнавальності тощо.

В умовах дистанційного навчання читання лекції, подання освітнього матеріалу проходить в традиційному шаблонному вигляді. Найчастіше спостерігається подання нового матеріалу у вигляді монологу викладача в режимі онлайн, який зосереджує увагу здобувачів освіти. Як зазначають дослідники [12, с. 180], з метою розв'язання проблеми виникає необхідність подання освітніх матеріалів з використанням різних інформаційних каналів, які добираються залежно від змісту навчального матеріалу та способу його подання. На думку дослідників, для успішного проведення освітнього процесу в дистанційному режимі необхідно тримати увагу віртуальної аудиторії впродовж усього заняття з використанням візуальних об'єктів, перегляду навчального відео, плакатів, презентацій, схем, графіків, ментальних карт та інших матеріалів у візуальному форматі [13, с. 157]. Дієвим засобом візуалізації навчального матеріалу є використання інфографіки, скрайбінгів, скрінкастів, освітніх відеороликів, що відображають ключові моменти за допомогою графічних елементів, піктограм, малюнків, символів тощо [14, с. 41].

Дистанційне навчання, яке останнім часом набуло великої популярності в системі післядипломної освіти, визначається дослідниками як взаємодія педагога та студентів між собою на відстані, що висвітлює всі притаманні навчальному процесу компоненти, до яких віднесено: мету, зміст, методи, організаційні форми, засоби навчання, специфічні засоби Інтернет-технологій [12]. Синхронний режим розглядається як взаємодія між суб'єктами дистанційного навчання, під час якої всі учасники одночасно перебувають у вебсередовищі дистанційного навчання, під час роботи використовуються: чат, аудіо-, відеоконференції, соціальні мережі тощо. Асинхронний режим –

взаємодія між суб'єктами дистанційного навчання, під час якої учасники взаємодіють між собою із затримкою у часі, застосовуючи при цьому електронну пошту, форум, соціальні мережі тощо у вигляді вебінарів, відеоконференцій та асинхронному режимі - чати, форуми.

В умовах післядипломної освіти для організації дистанційного навчання педагог, який є куратором-тьютором розробляє дистанційний курс, що визначається як запланована викладачем навчальна діяльність для обробки й засвоєння структурованої інформації та проходить на основі навчального та робочого планів. В основу програм дистанційного навчання закладається модульний або тематичний принцип, причому кожний окремий курс за змістом складається з декількох незалежних навчальних модулів (тем), а навчально-тематичний план такого курсу складається з взаємопов'язаних складників як: змістова (лекції); закріплююча (практичні заняття); контролююча (тести і завдання) [14].

Потребою і, водночас, вимогою часу є підготовка вчителів до здійснення візуалізації дистанційного навчання для проведення ефективних уроків. За результатами досліджень, здійснених на курсах підвищення кваліфікації протягом 2021-2022 років було визначено найбільш актуальні питання організації дистанційного навчання. На основі здійснених досліджень більш ніж тисяча респондентів зазначили, що наступні сервіси як Google Meet, Zoom, Microsoft Teams, Viber педагогічні працівники найчастіше використовують для організації дистанційних занять.

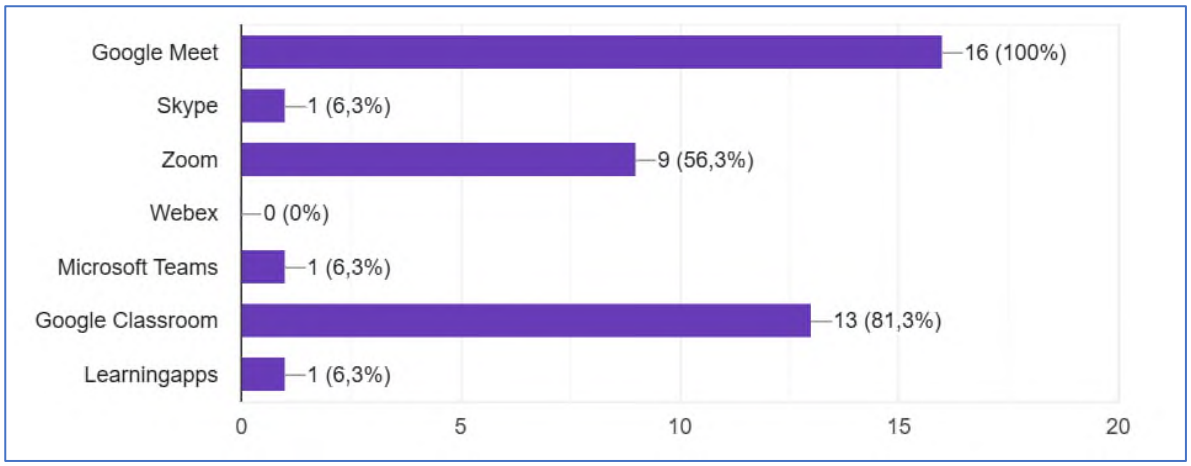


Рис 1. Досвід використання сервісів для організації дистанційного навчання.

Для здійснення комунікації в дистанційному навчанні педагоги використовують Viber, Telegram, мобільні телефони та електронну пошту тощо.

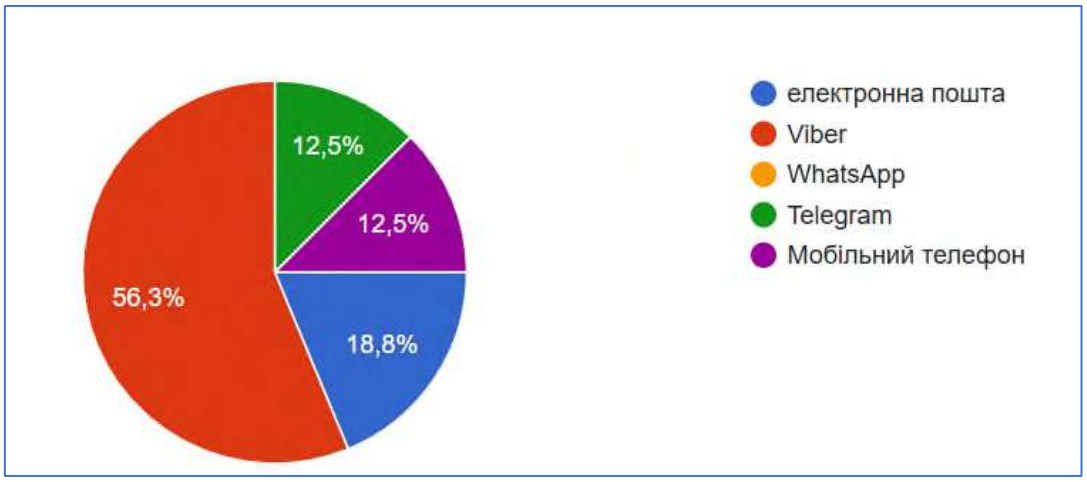


Рис 2. Досвід використання сервісів для організації дистанційного навчання

Під час опитування щодо наявності досвіду підготовки візуального супроводу педагогічні працівники в основному зазначають наступні види візуального супроводу як: презентація (45,6% респондентів), навчальне відео(32,8% респондентів), інтерактивні завдання (12,6% респондентів) та інші засоби візуалізації.

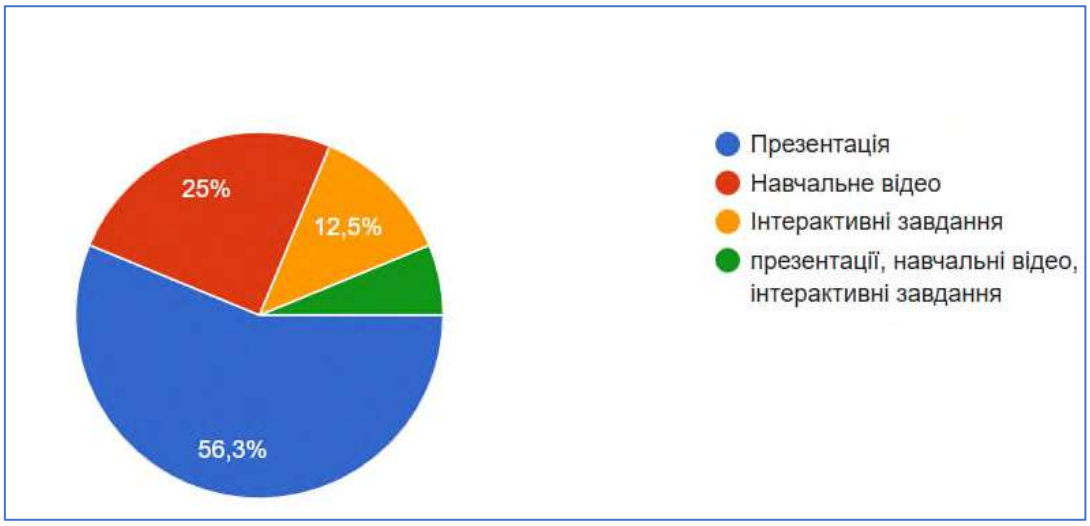


Рис 3. Досвід підготовки візуальних засобів навчання під час організації дистанційного навчання

На запитання: «Які теми для підвищення кваліфікації в сфері цифрових технологій потребують найбільшої уваги?», - респонденти відповіли, що хотіли б вивчати більш детально питання технології створення навчального відео, створення цифрового контенту, використання графічних редакторів, створення відеоуроків, створення системи ефективних навчальних завдань у цифровому освітньому середовищі, створення інтерактивних ігор та завдань, інтерактивних вправ, квестів практичного спрямування, платформ та вебсервісів, презентацій Sway та ін.

Активний розвиток цифрових технологій надає можливість педагогічній спільноті постійно удосконалювати цифрову компетентність та професійно вдосконалюватись. З метою підготовки педагогічних працівників до здійснення візуалізації освітнього процесу розроблено авторські спецкурси та флеш-курси в українському відкритому університеті післядипломної освіти. Наприклад, спецкурс «Візуалізація дистанційного навчання», розробником якого є кандидат педагогічних наук, доцент Людмила Кондратова допомагає значно розвивати професійно-педагогічну, цифрову компетентності.

До змісту підготовки педагогічних працівників на курсах підвищення до здійснення візуального супроводу освітнього процесу в українському відкритому університеті післядипломної освіти входять теми, опанування яких

дозволяє набути практичні навички щодо здійснення візуального супроводу дистанційного навчання на основі можливостей сучасних вебсервісів, хмарних сервісів, мобільних технологій тощо. Спецкурс «Візуалізація дистанційного навчання» розраховано для підвищення кваліфікації вчителів закладів загальної середньої освіти та закладів фахової передвищої освіти, метою якого є: розвинути в учасників цифрову та професійну компетентності, допомогти сформувати навички здійснення візуального супроводу дистанційного навчання з використанням сучасних хмарних та веб-сервісів та цифрових технологій.

Програма складається з 3 тем, що розраховані на 10 академічних годин кожна. Навчання відбувається в дистанційній формі. Бюджет навчального часу становить 30 годин або 1 кредит ЄКТС (з урахуванням самостійної роботи). Результатом ефективного навчання за програмою є набуття практичних навичок щодо візуального супроводу дистанційного навчання, а саме: створення інтерактивних та відеопрезентацій, інтерактивних плакатів, навчального відео на основі можливостей сучасних вебсервісів, хмарних сервісів, мобільних технологій, а також набуття досвіду організації відеозустрічей під час змішаного й дистанційного навчання в умовах закладу загальної середньої освіти та закладу фахової передвищої освіти. Всі практичні завдання виконуються у віртуальному середовищі Google Classroom. В матеріалах спецкурсу представлені відеолекції, презентації, інструкції виконання завдань, інтерактивні вправи, тести, рефлексії тощо. Система Google Classroom дозволяє організувати ефективний зворотний зв’язок шляхом налаштування системи сповіщень, здачі робіт, отримання приватних консультацій до кожного завдання.

З метою організації дистанційного навчання за програмою спецкурсу куратор-тьютор, згідно з вимогами зазначених в освітній професійній програмі розробляє траєкторію дистанційного навчання групи слухачів, вносить до плану і графіку дистанційного курсу вебінари, організує обговорення в чаті, налагоджує взаємозв’язок зі слухачами на основі мобільних додатків, листування тощо. Дистанційне навчання за програмою авторського курсу

«Візуалізація дистанційного навчання» містить не тільки самостійне ознайомлення слухачів з освітніми матеріалами лекцій, але й специфічні форми педагогічного спілкування, співробітництва, співтворчості. Всі завдання курсу в вигляді певної самостійної практичної роботи слухачів курсів спрямовано на саморозвиток, самовдосконалення, підвищення професійного рівня педагогів та набуття ними професійних, фахових компетентностей. Специфіка педагогічної діяльності педагогів вимагає специфічного змістовного наповнення дистанційного курсу та різноманітних практичних форм роботи, які можуть задовольнити освітні потреби педагогів в професійному розвитку.

Отримані в результаті роботи висновки не претендують на вичерпне розв'язання проблеми візуалізації дистанційного навчання педагогів в післядипломній освіті, продовження роботи над проблемою можливо в напрямку вивчення питань змістового наповнення дистанційного навчання, удосконалення програм авторських, проблемних, тематичних курсів із використанням в умовах післядипломної освіти. Проте, хочемо зазначити як висновок наступне.

1. До переваг візуалізації дистанційного навчання нами віднесено: висока інформативність, доступність, економічність, ефективність післядипломної освітньої діяльності, що потребує менше часу та енергії для засвоєння знань, є значно мобільнішою та комфортнішою, ніж інші форми навчання. Використання візуалізації дистанційного навчання в закладах освіти різних типів дозволяє забезпечити інтенсифікацію освітнього процесу, активізувати освітню та пізнавальну діяльність, розвивати критичне і візуальне, образне мислення, передавати знання на основі розпізнавання візуальних образів.

2. Актуальними темами для підвищення кваліфікації в сфері візуалізації дистанційного навчання є: технології створення навчального відео, створення цифрового контенту, використання графічних редакторів, створення відеоуроків, створення системи ефективних навчальних завдань у цифровому освітньому середовищі, створення інтерактивних ігор та завдань, інтерактивних

вправ, квестів практичного спрямування, платформ та вебсервісів, презентацій Sway office.

3. В післядипломній педагогічній освіті перспективним є вивчення проблем змістового наповнення дистанційного навчання, удосконалення програм авторських, проблемних, тематичних курсів.

Список використаних джерел

1. Організація освітнього процесу в закладах післядипломної педагогічної освіти з використанням електронних технологій навчання: методичні рекомендації / за заг. ред. Л. Л. Ляхоцької; ДВНЗ «Ун-т менедж. освіти». Київ, 2017. 198 с.
2. Жалдак М. І., Лапінський В. В., Шут М. І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики. Київ: Дініт, 2004.
3. Гриценко В. І. Суспільство в інформаційну епоху: реалії і перспективи розвитку. *Вісник НАН України*. 2005. № 6. С. 28-32.
5. Perraton H. A theory for distance education. In D. Sewart, D. Keegan, & B. Holmberg (Eds.), Distance education: International perspectives. New York: Routledge, 1988. pp. 34–45.
6. Daryl C. Plummer, David W. Cearley, David Mitchell Smith. Cloud Computing Confusion Leads to Opportunity. Report # G00159034. Gartner Group, 2008. URL : http://www.gartner.com/it/content/868800/868812/cloud_computing_confusion.pdf
7. Quendler E. Learning as a lifelong process-meeting the challenges of the changing employability landscape: competences, skills and knowledge for sustainable development / Quendler E., Lamb M. // International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning. № 26.3. 2016. r. 273-293.
8. Boyd G. A theory of distance education for the cyberspace era. In D.Keegan (Ed.), Theoretical principles of distance education, London: Routledge. 1993. pp. 234 – 253.
9. Про затвердження Положення про дистанційне навчання : наказ МОН України 2013. № 466. URL: https://osvita.ua/legislation/Dist_osv/2999/.
10. Технологія створення дистанційного курсу: Навчальний посібник / За ред. В. Ю. Бикова та В. М. Кухаренка Київ: Міленіум, 2008. 324 с
11. Безуглий Д. С., Юрченко А. О., Удовиченко О. М. Огляд засобів комп'ютерної візуалізації для підтримки навчального матеріалу. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, VI (63). 2018. №153. С. 11–14.
12. Кондратова Л. Г Організація дистанційного навчання в умовах воєнного стану / «Російсько-українська війна (2014-2022): історичні, політичні, культурно-освітні, релігійні, економічні та юридичні аспекти»: монографія. Baltija Publishing (м. Рига, Латвія). С.734-740. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-223-4-88
13. Сілкова О. В., Лобач Н. В. Педагогічна технологія візуалізації навчальної інформації. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. 2018. Вип. 62. С. 180–183.

14. Семеніхіна О. В., Друшляк М. Г. Візуалізація знань як актуальний запит інформаційного суспільства до сфери освіти. *Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Інноваційні технології в процесі підготовки фахівців»* (03-04 квітня 2016 р., м. Вінниця). 2016. С. 156–160.
15. Кондратова Л. Г. Дистанційний курс «Методика викладання мистецтва в початковій школі на засадах НУШ» як засіб професійного саморозвитку вчителя мистецтва. *Мистецтво та освіта*. 2019. № 3. С. 50-53.

Розділ VI. Інформаційна безпека дітей в цифровому середовищі: використання програми Microsoft Family Safety

Франчук Н.П.

У процесі розвитку технологій виникає необхідність використання певного середовища для членів сім'ї. Сьогодні кожен із нас, а особливо діти, отримали легкий доступ до мережі Інтернет завдяки користуванню сучасними гаджетами, які можуть швидко викликати залежність від неконтрольованого використання певних програм або через потрапляння небажаного контенту. Діти все більше шукають розваг за допомогою мобільних пристроїв, діляться новими продуктами зі своїми однолітками та проводять час разом, граючи в різноманітні онлайн-ігри.

Учителі почали проводити уроки за допомогою мобільних пристроїв, щоб привернути увагу до предмету. Слід розуміти, що інформатизація освіти не є панацеєю, існують ризики втрати культурного та творчого мислення, живого спілкування, ілюзії доступності пізнавальних дій. У процесі використання комп'ютерної техніки в учнів формується особливий тип мислення, так звана «кліпова свідомість», що призводить до фрагментарності мислення та незворотності змін у свідомості. Це викликає поганий настрій, дратівливість, часто загальне нездужання або втому. Внаслідок цього знижується апетит, порушується сон, знижується працездатність (знижується працездатність) [1].

Проте за гармонійного поєднання покращується освітній процес, адже між учнями завжди точиться жвава дискусія. Дослідники показали, що діти різного віку найкраще запам'ятовують навчальний матеріал під час гри. Тому мотивоване використання мобільних пристроїв під час навчання підвищує активність студентів [2].

Проблема надмірного використання мобільних і стаціонарних пристроїв потребує постійного аналізу та висвітлення. Зрозуміло, що розробка, створення

та використання програмного забезпечення для контролю часу, проведеного дітьми за пристроями, є однією з нагальних потреб батьків і вчителів для запобігання «колажу сучасного мислення» дітей. Формування обізнаності щодо ефективного використання існуючих інформаційних технологій з метою самоорганізації навчального процесу для використання різноманітних навчальних завдань через розвиваючі програми, навчально-ігрові комплекси тощо.

С. Чернецька ще у 2016 році описала інструменти, які можна використовувати для батьківського контролю в онлайні, серед яких браузери та самі програмні засоби [3]. Проте з кожним роком таких програм стає більше. У своїх попередніх роботах також розглядала такі програми, а саме: Family Link [4] та Microsoft Family Safety [5]. Водночас потрібно зважати, щоб не викликати дитячої агресії та непокори й О. Васильєв у своїй статті розглядає саме ризики надмірного використання таких програм, що можуть посилювати відчуження у сімейних стосунках і спричиняти інфантилізацію дітей. Робота наголошує на важливості збалансованого підходу до застосування технологій у вихованні [6].

Метою написання цього розділу є ознайомлення широкого кола зацікавлених осіб з основними можливостями використання програмного засобу для батьківського контролю Microsoft Family Safety.

Інформаційні технології все частіше інтегруються не лише з виробництвом, але й навчанням, сімейним побутом і вихованням. Розширюється віковий діапазон користувачів, і навчаючи «з пелюшок» працювати за комп’ютером, потрібно враховувати педагогічні та виховні проблеми, що постають перед кожною сім’єю. Ознайомлення молодого покоління з принципами роботи за комп’ютером не обмежується лише навичками роботи за ним, а захоплює сферу родинного виховання та спілкування, оскільки входить у побут кожної сім’ї з перших днів життя дитини. Зусилля батьків повинні бути спрямовані на формування безпечного,

соціально-корисного та критичного ставлення дитини до комп'ютера та мережі Інтернет [7].

Однак питанням інформаційної та комп'ютерної безпеки у позакласному та сімейному вихованні приділяється ще недостатньо уваги. Особливу увагу слід звернути на ігри з використанням мобільних та стаціонарних пристроїв. Неконтрольоване використання таких ігор впливає на свідомість дитини, викликаючи жорстокість, тривожність, емоційну неврівноваженість та дратівливість.

Разом з тим, через низку вказаних небезпек, повна заборона дітям користуватися гаджетом, планшетом, комп'ютером чи мережею Інтернет є невиправданою. Це лише інструменти, і в результаті вмотивованого використання, ці пристрої можуть стати корисними помічниками під час навчання та виховання дитини. Тому, завдання полягає в тому, щоб навчити дітей правильно використовувати комп'ютерну техніку, зокрема мобільні пристрої та мережу Інтернет. Одним зі шляхів забезпечення такої інформаційної безпеки дітей є організація безпечного особистого інформаційного простору як у школі, так і в сім'ї. Організувати такий безпечний інформаційний простір можливо шляхом реалізації заходів та інформаційної безпеки дітей. Серед яких:

- *правові засоби інформаційної безпеки дітей на законодавчій основі*, що реалізуються задля єдиної державної політики у сфері захисту дітей від зловмисних інформаційних матеріалів, перегляд яких завдає шкоди їхньому здоров'ю та психіці;
- *етичні та моральні заходи*, що включають в себе дотримання норм і правил поведінки дітей в процесі здійснення інформаційної діяльності, а також мережевої культури з використанням інформаційних технологій;
- *програмні й технічні заходи*, що передбачають використання різного роду апаратного і програмного забезпечення для перешкоджання нанесення матеріальної та моральної шкоди дітям (програми батьківського контролю, технічні засоби захисту даних);

- *організаційні заходи*, що полягають в контролі за використанням мережевих спільнот та сервісів, що може виключати нанесення шкоди особистому інформаційному середовищу дитини;
- *виховні заходи*, проведення яких формує у дітей культуру безпеки, відповідальність за здійснені дії в інформаційному просторі, укріплення духовно-моральних цінностей, виховання патріотизму, готовність педагогів і батьків до прийняття позиції дитини та поваги до її самостійності 8.

Врахувавши ці заходи можна реально забезпечити безпеку дитини під час використання мережі й розв'язати багато інших проблем. Ці заходи повинна знати дитина, а дорослим необхідно підготувати її врахувавши психолого вікової особливості. Адже методи забезпечення інформаційної безпеки дітей та виховний вплив має бути адекватний віковим особливостям та рівню розвитку дитини, для того щоб отримати оптимальний результат виховних заходів та забезпечити безпечну соціалізацію особи в інформаційному середовищі [7].

У забезпеченні інформаційної безпеки дітей важливу роль відіграє система освіти, на основі якої формується культура й система компетентностей в галузі інформаційної безпеки. Не менш важливим завданням є спілкування з батьками щодо забезпечення інформаційної безпеки дітей. Існують спеціалізовані веб-ресурси та додатки, використання яких дозволяє навіть початківцям ефективно використовувати ресурси мережі й захистити себе й свою дитину від небажаного контенту. Саме батьки повинні контролювати це, щоб не допускати небажаного впливу від надмірного використання певних пристроїв.

Загалом, додатки для батьківського контролю встановлюють для вирішення двох основних завдань. По-перше, створити безпечну ігрову зону для дитини та захистити пристрій від хаотичного впливу дитини. По-друге, контролювати перелік програм, ігор та час їх використання дитиною.

В наш час є різне програмне забезпечення батьківського контролю у вільному доступі, такі як: Сімейний GPS трекер KidControl, Kids Place, Kidslox, Kids Zone, Screen Time, Family Link та багато інших. Серед усіх цих програм,

можна виокремити програму Microsoft Family Safety, використання якої допоможе контролювати діяльність дитини за їхніми пристроями (телефон, планшет чи комп'ютер), які функціонують під управлінням операційної системи Windows, не затрачаючи багато зусиль.

Програмний засіб Microsoft Family Safety від компанії Microsoft – безоплатний сервіс, що містить функції батьківського контролю (моніторингу) на пристроях з Android (Рис. 1), Xbox та пристроях з операційною системою Windows (Рис. 2), на яких запущено програмний засіб Microsoft Family Safety, для користувачів з обліковим записом Microsoft. Використовуючи налаштування сервісу на ресурсі https://account.microsoft.com/family (Family.Microsoft.com), можна отримати звіти про дії дитини, встановити обмеження роботи за екраном, перевірити місцезнаходження дитини, обмежити доступ до обраних вебсайтів та ігор, а також встановити обмеження та підтвердження придбання програмних продуктів в магазині Microsoft.

Рис. 1. Управління обліковими записами за допомогою мобільного додатку

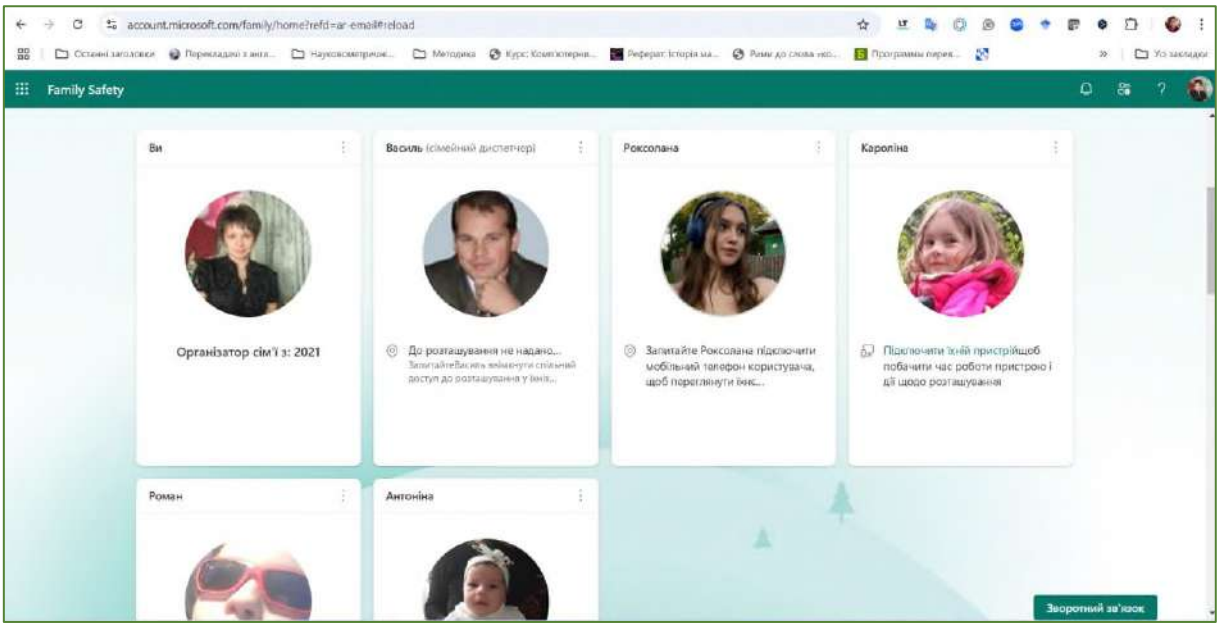


Рис. 2. Управління обліковими записами за допомогою браузерної програми

Для використання програмного засобу Microsoft Family Safety у родині перш за все, кожному учаснику родини потрібно мати обліковий запис Microsoft. Під час першого входу на ресурс Family.Microsoft.com потрібно комусь одному із учасників родини (батькові чи матері) створити групу за допомогою ресурсу «Створити родину». Далі дотримуючись вказівок (див. [9]) можна запросити учасників приєднатися до групи «Родина» та почати налаштовувати елементи управління. Також для додавання учасників родини можна скористатися сімейними групами на Xbox [10].

Використання програмного засобу Microsoft Family Safety надає чимало переваг, а саме:

- *Здійснювати управління обліковими записами* з використанням мобільного програмного засобу (Рис. 1) або програми браузера (Рис. 2).
- *Отримання звітів про дії*. На вказану електронну пошту надходять щотижневі звіти про дії дитини в мережі Інтернет на пристроях із Windows 10 та Xbox, а також на пристроях Android із інстальованою Microsoft Family Safety. Також можна переглядати дії в family.microsoft.com будь-коли. Можна побачити вебсайти, які діти відвідують, їх журнал браузера, програми та ігри, які вони використовують, та скільки часу вони використовували той чи інший

пристрій. Звітування про дії – це чудовий спосіб відстеження подій та відповідного налаштування параметрів родини (Рис. 3).

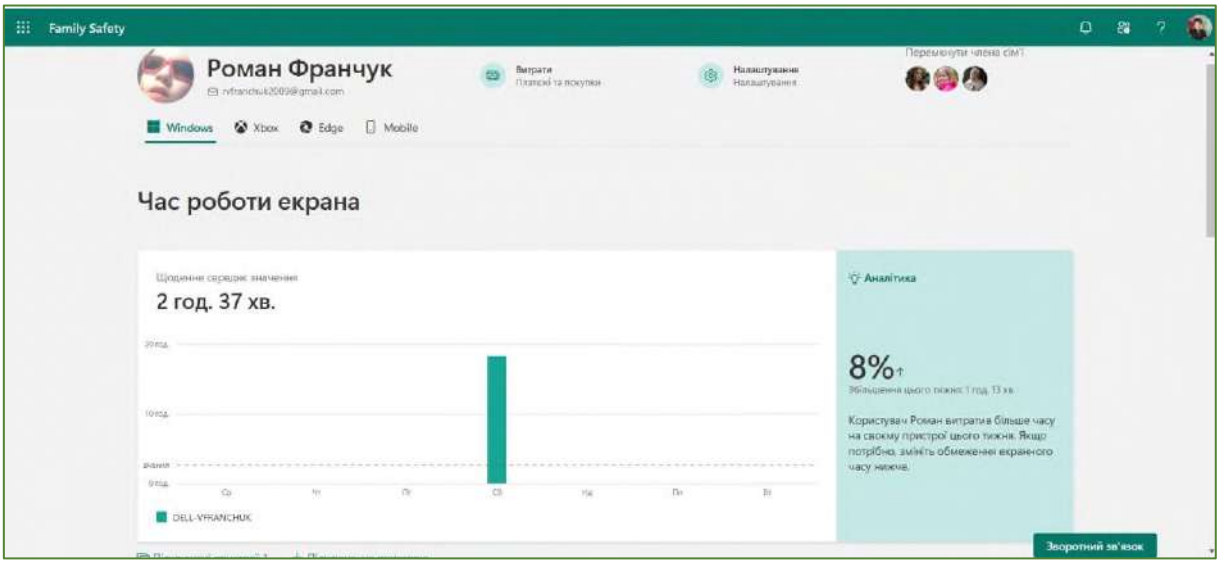


Рис. 3. Перегляд активності користувача

- *Планування часу роботи з пристроями*. За бажанням, можна запланувати час, коли дитина має використовувати певний пристрій. Так можна бути впевненому, що ваша дитина має хороший баланс між часом перебування перед екраном та іншими діями. Можна навіть встановити ліміт часу на певні програми або ігри (наприклад, Minecraft). Для цього потрібно вибрати ліміт (пристрою або програм) та встановити час. Дитина може попросити більше часу, тоді на електронну пошту надходить лист і можна легко відповідати, у програмі Microsoft Family Safety або в Family.Microsoft.com (Рис. 4).

- *Встановлення обмеження на використання програм та ігор*. Якщо дитина витрачає забагато часу на певні програми або ігри, то можна встановити обмеження на їх використання, щоб досягти балансу. Обмеження програм та ігор доступні на пристроях з операційною системою Windows 10 та Xbox. Після встановлення обмеження, воно застосовуватиметься на всіх пристроях дитини. (Наприклад, якщо дати дитині дві години часу на сайт YouTube, то враховуватися буде загальний час на сайті YouTube з Windows 10, Xbox та Android.) (Рис. 5).

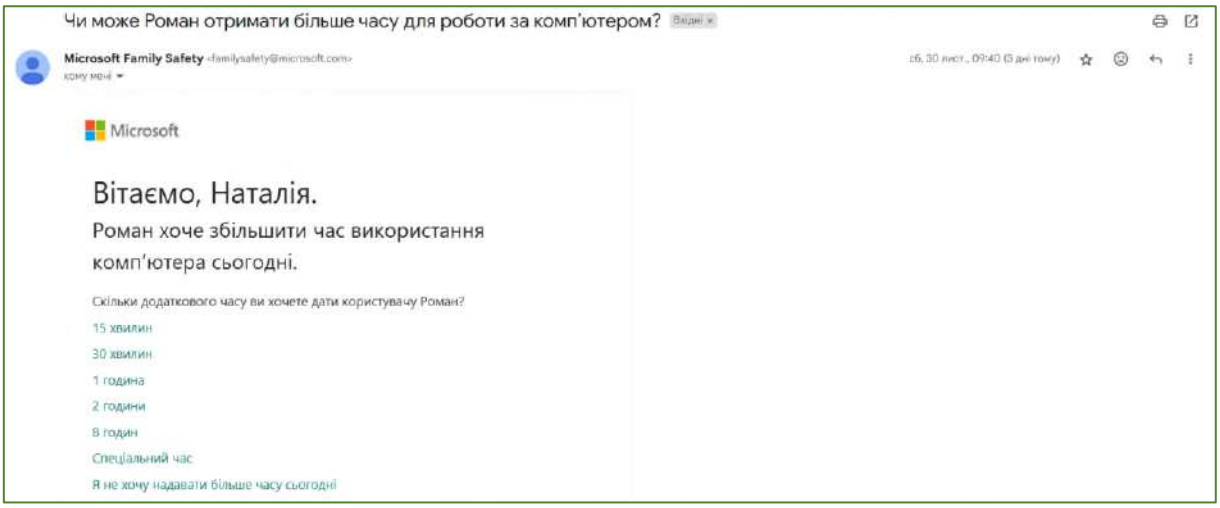


Рис. 4. Запит на збільшення часу роботи

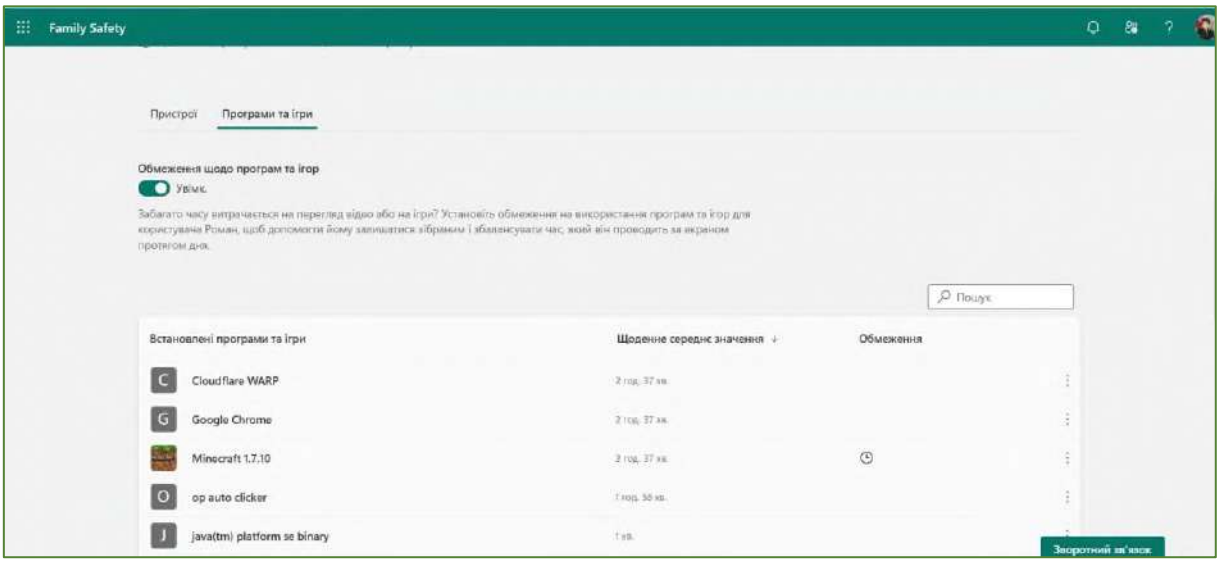


Рис. 5. Час перебування за пристроями та програмами

- *Встановлення фільтрів вмісту*. Фільтри вмісту можна використовувати, щоб визначити, які вебсайти відвідує дитина та які ігри вона може відтворювати. Для цього потрібно встановити правила та вирішити, за яких умов їх можна порушити. Для встановлення обмеження для дітей в мережі Інтернет можна фільтрувати неприпустимі програми та ігри (встановити вікові обмеження для фільтрування) на пристроях із Windows 10, Xbox та Android. Також після встановлення вікових обмежень багато веб-сайтів блокується автоматично. За перевищення вікових обмежень знадобиться дозвіл дорослого. Дитина може надсилати запити на перегляд вмісту. Ці запити надійдуть на електронну пошту. Їх можна схвалити чи відхилити у вебпрограмі Microsoft Family Safety або у Family.Microsoft.com (Рис. 6).

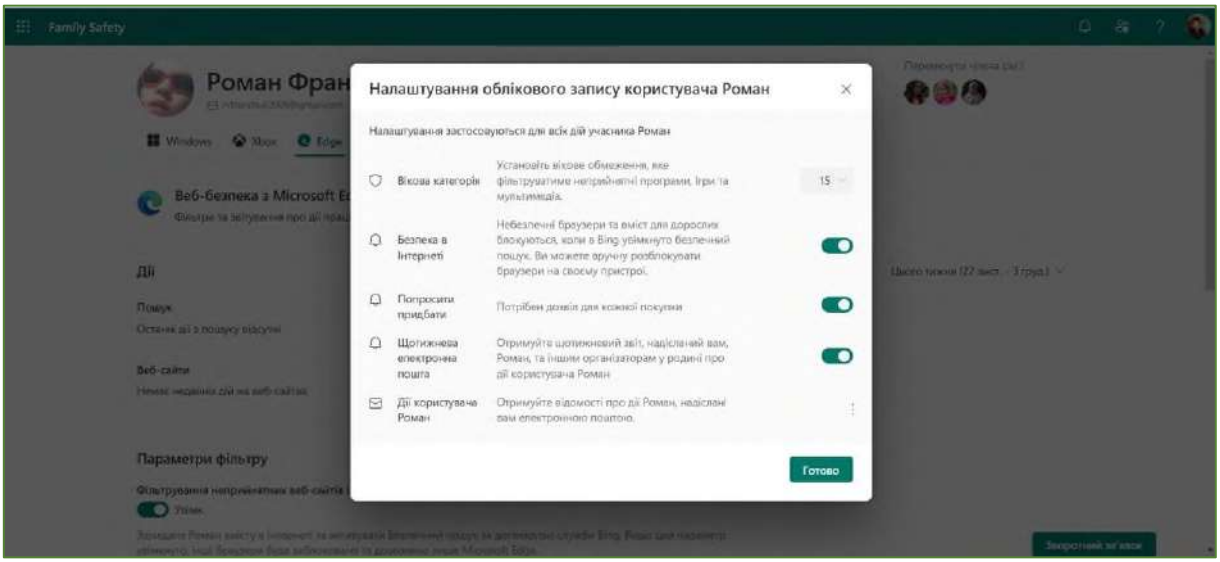


Рис. 6. Встановлення фільтрів вмісту

- *Управління витратами дитини*. Можна переглядати останні покупки дитини, додати кошти до облікового запису Microsoft, а також вирішити, чи потрібно, щоб користувачі мали змогу придбати щось в магазині Microsoft (Увімкнення "Ask to buy" (Свобода витрачати відповідально)) (Рис. 7).

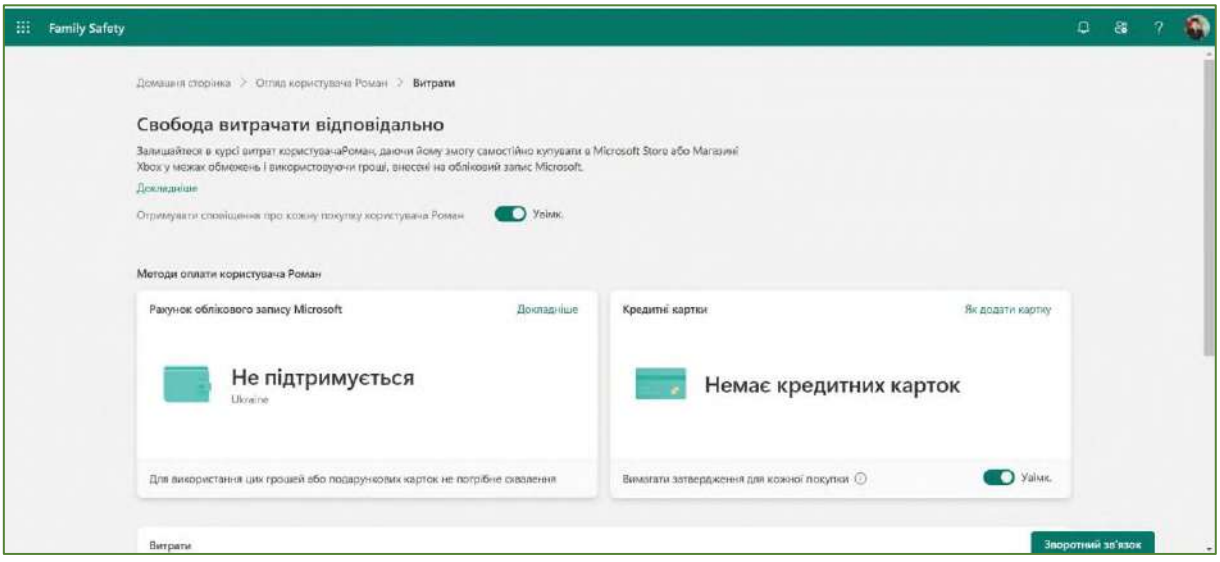


Рис. 7. Управління витратами дитини

- *Перегляд родини на карті.* В будь-який момент часу можна переглянути де знаходяться учасники родини. Переконатися, що дитина

безпечно дісталася дому після школи або переглянути її розташування, коли вона з друзями. Для цього потрібно відкрити Microsoft Family Safety і подивитись на спільній карті родини (Рис. 8).

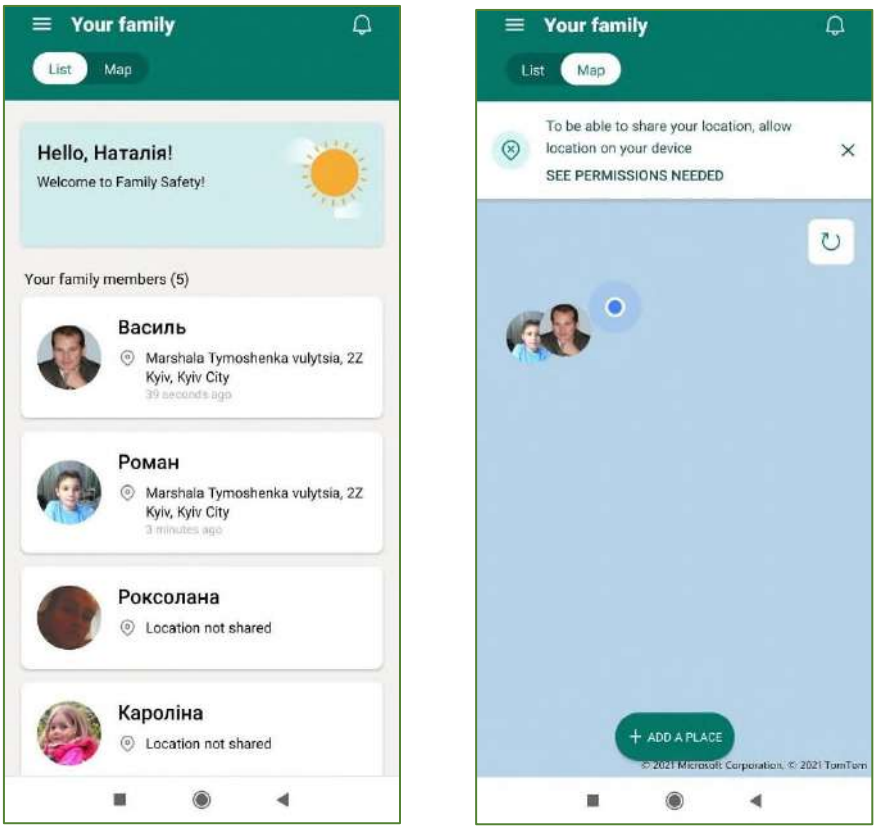


Рис. 8. Перегляд родини на карті

Під час використання додатку Microsoft Family Safety потрібно враховувати найперше потребу в допомозі дітям безпечно освоювати технології. До речі, це одна з головних цілей корпорації Microsoft. Зокрема в багатьох країнах світу є різноманітні положення: закон щодо захисту конфіденційності дітей в мережі Інтернет (COPPA – США), загальний регламент щодо захисту даних (GDPR – Європейський Союз), закон про захист особистих відомостей (PIPA – Південна Корея).

Дослідження здійснювалось у кілька етапів. Спочатку було здійснено аналіз наукових джерел і публікацій, присвячених інформаційній безпеці дітей [1], [11], [12], принципам роботи програм для батьківського контролю [3], [6], [7], [13], зокрема Microsoft Family Safety [10].

Визначено основні критерії оцінки ефективності використання такої програми та організовано етап налагодження Microsoft Family Safety для усіх членів сім'ї. Учасникам дослідження надано детальну інструкцію з використання Microsoft Family Safety, проведено тренінги з його налаштування та використання.

Протягом місяця проводилося спостереження за активністю дітей у цифровому середовищі, збирався автоматизований звіт від програмного забезпечення. Отримані дані проаналізовано кількісно та якісно. Здійснено порівняння змін у поведінці дітей до та після впровадження Microsoft Family Safety.

Дослідження дало змогу отримати такі результати.

Кількісні показники:

– середній час, який діти проводили за гаджетами, скоротився на 2 години щодня.
– відзначено зниження доступу до небажаного контенту.
– троє дітей стали дотримуватися встановлених обмежень часу без потреби нагадувань.

Якісні показники:

– учителі зафіксували підвищення концентрації уваги дітей на уроках після зменшення часу перебування за екранами.
– відбулось покращення комунікації в родині, оскільки діти почали більше проводити час за спільними заняттями.

Рівень задоволення учасників:

– батьки задоволені від функцій звітності та контролю часу.
– можна рекомендували Microsoft Family Safety для використання як інструменту допомоги батькам.

Неочікувані спостереження:

– у дитини молодшого віку (5 років) виникали труднощі з розумінням причин обмежень, що вказує на необхідність додаткових пояснень з боку батьків.

– відзначається, що діти намагалися обійти встановлені обмеження, що потребує посилення механізмів безпеки.

Отже, проблема надмірного використання мобільних пристроїв вимагає постійного аналізу та висвітлення. Зрозуміло, що розроблення, створення та використання програмних засобів для моніторингу перебування дітей за пристроями є однією з актуальних потреб батьків та вчителів. Використання таких програмних засобів, це лише один із інструментів для запобігання «колажу сучасного мислення» дітей. Для розв'язування цих проблем потрібне комплексне рішення, щодо використання пристроїв в освітньому процесі, а учителям крім навчання учнів, потрібно звернути увагу батьків на використання мобільних та стаціонарних пристроїв дітьми поза закладом освіти. Одним із інструментів такого впливу батьків може бути програмний засіб Microsoft Family Safety.

Використання Microsoft Family Safety надає батькам інструменти для контролю дій дитини за пристроями та в мережі Інтернет, але це не робить всесвітню мережу безпечнішою. Основне завдання використання додатку – допомогти батькам вибирати прийнятний для дитини контент і пояснити їй, як потрібно користуватись своїми пристроями та ресурсами мережі Інтернет.

Список використаних джерел

1. Гич Н М Гич Г. М. "Кліпове" мислення молоді: друг чи ворог навчання? Наукові праці [Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу "Києво-Могилянська академія"]. Серія : Педагогіка. 2016. Т. 269, Вип. 257. С. 38-42. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npchduped_2016_269_257_8.
2. Андрєєва С. С. Ґаджети для навчання. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2016. № 8. С. 53-55.
3. Чернецька С. 14 інструментів батьківського контролю в онлайні: додатки, браузери, програми - MediaSapiens. URL: https://ms.detector.media/media-i-diti/post/17001/2016-07-13-14-instrumentiv-batkivskogo-kontrolyu-v-onlayni-dodatky-brauzery-programy/
4. Франчук В.М., Франчук Н.П. Використання Family Link батьками та дітьми. *Комп'ютер в школі та сім'ї*. №1. 2020. С. 34-39. URL: http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/10010/1/%2BCSF_01_20_00_RGB.pdf

5. Franchuk V., Franchuk N. Using Microsoft Family Safety for parents and children. 2022 International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering (ICISSE), Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine, Nov. 29-30, 2022, pp. 243-250. URL: https://www.researchgate.net/publication/366841043. DOI: 10.5281/zenodo.7502536
6. Васильєв О. Небезпечні тенденції засобів цифрового батьківського контролю на життєтворчі процеси дітей та підлітків. *Моделі життєтворчості у сучасних соціокультурних контекстах* : матеріали доп. наук.-практ. on-line конф. для студ., аспірантів, викл., учителів шк., вихователів ЗДО, Харків, 10 листоп. 2023 р. / Харків нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди ; [редкол.: І. Дорожко, О. Малихіна, К. Бєляєва]. Харків, 2023. С. 27. URL: https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/13598
7. Ковальчук В.Н. Проблеми інформаційної безпеки дітей різних вікових категорій. *Комп'ютер в школі та сім'ї*. № 8. 2010. С. 58-62.
8. Франчук Н.П., Рокицька О.Ю. Інформаційна безпека дітей у мережі Інтернет: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Проблеми інформатизації навчального процесу в школі та вищому педагогічному навчальному закладі». 10 жовтня 2017 року. м. Київ. 2017. р. С. 142-143.
9. What is a Microsoft family group? URL: https://support.microsoft.com/en-us/account-billing/what-is-a-microsoft-family-group-b6280c9d-38d7-82ff-0e4f-a6cb7e659344
10. Family & online safety. URL: https://support.xbox.com/en-US/help/family-online-safety/browse
11. Create a Google Account for a child. URL: https://support.google.com/families/answer/7103338?hl=uk&ref_topic=7336731
12. How to enable parental controls on your existing Google Account. URL: https://support.google.com/families/answer/9055704?hl=uk&ref_topic=7336731
13. Названо 5 найкращих програм для батьківського контролю за дитиною через смартфон. URL: https://gsminfo.com.ua/74371-nazvano-5-najkrashhyh-program-dlya-batkivskogo-kontrolyu-za-dytynoyu-cherez-smartfon.html

Розділ VII. Підвищення розуміння молекулярної геометрії учнями старшої школи за допомогою доповненої реальності

Семеріков С.О., Селіванова Т.В., Нечипуренко П.П.,
Старова Т.В., Карнішина Д.А.

Візуалізація відіграє вирішальну роль у навчанні хімії, оскільки вона допомагає учням зрозуміти абстрактні поняття та складні просторові взаємозв'язки [27, 50]. Однак багато учнів мають труднощі з ментальною візуалізацією та маніпулюванням тривимірними структурами, що може перешкоджати їхньому розумінню фундаментальних хімічних принципів [11, 47]. Традиційні методи навчання, такі як ілюстрації в підручниках і фізичні моделі, мають обмеження у передачі динамічних та інтерактивних зображень хімічних явищ [31, 46].

Доповнена реальність (ДР) стала перспективною технологією для вирішення цих проблем, накладаючи віртуальний контент на реальний світ, створюючи захоплюючий та інтерактивний навчальний досвід [4, 25]. У навчанні природничих наук і хімії ДР застосовувалася для візуалізації молекулярних структур, хімічних реакцій та лабораторного обладнання, серед інших тем [10, 38, 53]. Дослідження показують, що ДР може покращити просторові здібності, концептуальне розуміння та мотивацію учнів у навчанні хімії [1, 13, 26].

Незважаючи на зростаючий інтерес до ДР для навчання хімії, існує потреба в більшій кількості емпіричних досліджень, які вивчають дизайн, реалізацію та ефективність навчальних втручань на основі ДР у різних контекстах [19, 52]. Крім того, переваги та обмеження конкретних платформ і інструментів ДР, таких як Blippar, все ще потребують додаткового вивчення [29, 36].

Це дослідження має на меті заповнити ці прогалини шляхом розробки та

оцінки навчального модуля на основі ДР для навчання молекулярної геометрії з використанням додатка Blippar. Зокрема, ми прагнемо відповісти на такі дослідницькі питання:

ДП1: Як використання модуля на основі ДР впливає на розуміння учнями понять молекулярної геометрії порівняно з традиційним навчанням?

ДП2: Яке сприйняття та досвід учнів щодо навчання за допомогою модуля на основі ДР?

ДП3: Які особливості дизайну та навчальні стратегії підтримують ефективне навчання за допомогою модуля на основі ДР?

Теоретичне підґрунтя дослідження

Теорія когнітивного навантаження та множинні репрезентації

Теорія когнітивного навантаження (ТКН) стверджує, що робоча пам’ять людини має обмежений об’єм і що навчальні програми повинні керувати когнітивним навантаженням, щоб полегшити навчання [37, 44]. При вивченні хімії студенти часто стикаються з когнітивними вимогами, пов’язаними з опрацюванням численних зображень, таких як хімічні символи, формули та структури [28, 45]. Доповнена реальність може допомогти зменшити стороннє когнітивне навантаження шляхом інтеграції зображень у послідовний та інтерактивний формат, що дозволяє учням зосередитися на основній інформації [9, 51].

Використання множинних репрезентацій є центральним у навчанні хімії, оскільки учням необхідно розвивати вільне володіння переходом між макроскопічним, субмікроскопічним і символічним рівнями репрезентації [27, 30]. Однак учні, які починають навчатися хімії, часто відчувають труднощі з координацією декількох подань (репрезентацій) і встановленням зв’язків між рівнями [3, 31]. Доповнена реальність може підтримати репрезентативну компетентність, надаючи динамічні та пов’язані репрезентації, що роблять явними зв’язки між поняттями [40].

Ситуативне навчання та втілене пізнання

Теорії ситуативного навчання підкреслюють роль контексту, соціальної взаємодії та автентичної діяльності у формуванні знань [8, 32]. Доповнена реальність може створювати ситуативний досвід навчання, вбудовуючи віртуальний контент у реальне середовище, що дозволяє студентам досліджувати хімічні явища в контексті та у співпраці [12,17]. Наприклад, ДР може моделювати лабораторні експерименти, дозволяючи учням маніпулювати змінними та спостерігати за реакціями без ризиків безпеки [16, 26].

Теорії втіленого пізнання припускають, що навчання ґрунтується на сенсомоторному досвіді й що тілесна взаємодія може покращити концептуальне розуміння [23, 49]. Доповнена реальність надає можливості для втіленого навчання, залучаючи учнів до фізичних дій, таких як жести та просторова навігація, для взаємодії з віртуальними об'єктами [33]. У хімії доповнена реальність дає змогу вивчати молекулярні структури та динаміку, підтримуючи просторове мислення та розв'язання проблем [1].

Застосування доповненої реальності у навчанні хімії

Ми використали низку досліджень, що присвячені використанню ДР у навчанні хімії, демонструючи її потенціал для покращення візуалізації, залученості та концептуального розуміння. Наприклад, Цай, Ван і Чан [10] розробили навчальний інструмент на основі ДР для навчання структури та складу речовин, виявивши, що він покращив успішність і ставлення учнів порівняно з традиційним навчанням. Аналогічно, Чень і Лю [13] використовували додаток ДР для підтримки навчання учнів хімічних реакцій, повідомляючи про підвищення мотивації та надбання знань. Blippar – це платформа ДР, що використовувалася в освітніх контекстах, включаючи хімію. Карнішина та ін. [29] використовували Blippar для створення контенту ДР для навчання органічної хімії, виявивши, що він підвищив мотивацію учнів і полегшив сприйняття абстрактних понять.

Проте існує потреба в більшій кількості емпіричних досліджень щодо розробки та впровадження ДР у навчанні хімії, зокрема з використанням таких платформ, як Blippar. Багато існуючих досліджень зосереджені на

короткострокових втручаннях або конкретних темах, залишаючи відкритими питання про довгострокові наслідки та переносимість навчання на основі ДР [19, 25]. Крім того, оптимальні особливості дизайну та навчальні стратегії для ДР у навчанні хімії ще потребують дослідження [1, 26].

Наше дослідження має на меті заповнити ці прогалини шляхом розробки та оцінки модуля ДР на основі Blippar для навчання молекулярної геометрії, включаючи розуміння ідеї когнітивного навантаження, множинних репрезентацій, ситуативного навчання та тілесного пізнання.

Методика дослідження

Розробка додатку ДР

Ми розробили навчальний модуль на основі ДР для навчання молекулярної геометрії з використанням платформи Blippar (детальніше про розробку див. у додатку А в кінці розділу). Модуль складається з серії інтерактивних 3D-моделей і анімацій, які ілюструють просторове розташування атомів у молекулах, відповідно до теорії відштовхування електронних пар валентної оболонки (VSEPR) [22, 24]. Контент був розроблений відповідно до навчальної програми з хімії для середньої школи та цілей навчання, пов’язаних із молекулярною геометрією [6].

Модуль ДР був створений за допомогою веб-інструменту Blippar, BlippBuilder, який дозволяє інтегрувати 3D-моделі, анімацію та інтерактивні елементи [5]. 3D-моделі молекул були згенеровані за допомогою ChemDraw і експортовані у форматі OBJ [41]. Потім моделі були імпортовані в BlippBuilder і доповнені мітками, описами та анімацією для виділення ключових особливостей і понять (рис. 1).

Розробка модуля доповненої реальності ґрунтувалася на принципах теорії когнітивного навантаження, множинних репрезентацій та втіленого пізнання [9, 33, 40]. Для управління когнітивним навантаженням модуль представляє інформацію поступово і надає чіткі інструкції та зворотний зв’язок [34]. Множинні репрезентації, такі як моделі з кульок і паличок та карти

електростатичного потенціалу використовуються для підтримки розуміння молекулярної структури та властивостей [30]. Для заохочення просторового мислення та активного навчання включені втілені взаємодії, такі як обертання та масштабування молекул [2].

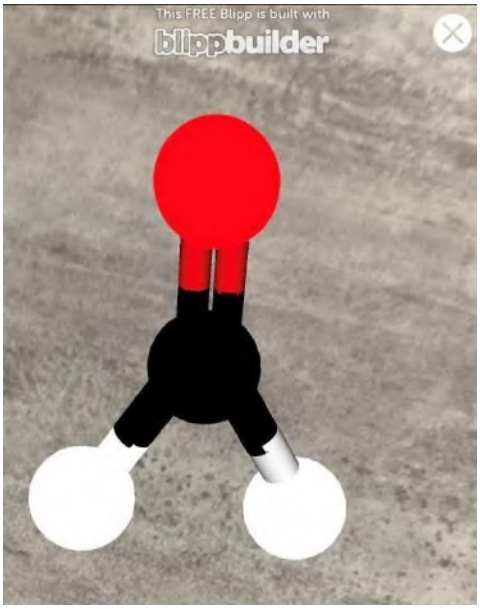


Рис. 1. Екранна копія модуля доповненої реальності з 3D-моделлю молекули

Контекст та учасники дослідження

Дослідження проводилося в середній школі №15 у м. Кривий Ріг, Україна, протягом 2021-2022 навчального року. Хімію як обов'язковий курс вивчають учні 10 класу. Для участі в дослідженні було обрано два класи, в яких викладає один і той самий вчитель хімії. Класи були випадковим чином розподілені на експериментальну групу (n=25), яка використовувала модуль ДР, або контрольну групу (n=24), яка отримувала традиційне навчання молекулярної геометрії.

У дослідженні взяли участь 49 учнів 10-го класу (26 дівчат і 23 хлопці), середній вік яких становив 15,7 років ($SD=0$,6). Перед дослідженням усі учні пройшли вступні заняття з атомної структури та хімічного зв'язку. Від учнів та їхніх батьків/опікунів було отримано інформовану згоду, а адміністрація школи схвалила проведення дослідження.

Збір та аналіз даних

Для збору й аналізу даних про результати навчання, сприйняття та досвід учнів використовувався підхід змішаних методів [14]. До та після втручання були застосовані такі інструменти:

1. *Тест концепцій молекулярної геометрії* (ТКМГ, додаток Б.1) – 20-елементний тест із множинним вибором, який оцінює розуміння учнями теорії VSEPR, молекулярних форм і полярності [21]. Тест пройшов валідацію групою експертів з хімічної освіти Криворізького державного педагогічного університету та пілотне тестування на схожій вибірці учнів.

2. *Опитування сприйняття учнями ДР* (ОСУДР, додаток Б.2) – 15-елементне опитування за шкалою Лікерта, що вимірює сприйняття учнями корисності, простоти використання, задоволення та наміру використовувати ДР для вивчення хімії [42]. Опитування було адаптовано з існуючих інструментів і показало хорошу надійність (альфа Кронбаха 0,87).

3. *Напівструктуровані інтерв'ю* (додаток Б.3). Була проведена цілеспрямована вибірка з 12 учнів (по 6 з кожної групи) з використанням Zoom для отримання більш глибокого розуміння їхнього навчального досвіду та сприйняття. Інтерв'ю були записані, авто-транскрибовані Zoom з подальшою ручною перевіркою дослідниками та закодовані за допомогою тематичного аналізу (додаток В.2) [7].

Кількісні дані з ТКМГ і ОСУДР аналізувалися за допомогою описової статистики, t-тестів для незалежних вибірок і аналізу коваріації (ANCOVA) для порівняння експериментальної та контрольної груп [20]. Якісні дані з інтерв'ю аналізувалися індуктивно для виявлення нових тем і закономірностей, що потім тріангулювалися з кількісними висновками [35].

Результати

ДП1: Вплив на розуміння учнями молекулярної геометрії

Перше питання дослідження полягало у вивченні впливу модуля на основі доповненої реальності на розуміння учнями понять молекулярної

геометрії порівняно з традиційним навчанням. У таблиці 1 представлено описову статистику та результати *t*-тесту для незалежних вибірок для балів ТКМГ.

Таблиця 1

Описова статистика та результати *t*-тесту для балів ТКМГ

Група	**Передтест**		**Післятест**		**Різниця**	
	M	***SD***	***M***	***SD***	***M***	***SD***
Експериментальна (n=25)	8,24	2,91	16,52	2,43	8,28	2,59
Контрольна (n=24)	8,08	3,12	13,67	3,01	5,58	2,73
t-критерій	$t(47)=0,18$	$p=0,86$	$t(47)=3,46$	$p<0,01$	$t(47)=3,38$	$p<0,01$

Результати показують, що хоча і не було суттєвої різниці між групами на передтесті, експериментальна група набрала значно вище, ніж контрольна, на післятесті і за приростом балів. ANCOVA, контролюючи бали передтесту, підтвердив значний вплив втручання ДР на бали післятесту: $F(1,46)=14,27$, $p<0,001$, $\eta^2_p=0,24$ (додаток В.1).

Рисунок 2 ілюструє розподіл балів приросту ТКМГ для кожної групи за допомогою діаграм розмаху. Експериментальна група демонструє вищу медіану та вужчий міжквартильний діапазон порівняно з контрольною групою, що вказує на більш послідовний навчальний приріст.

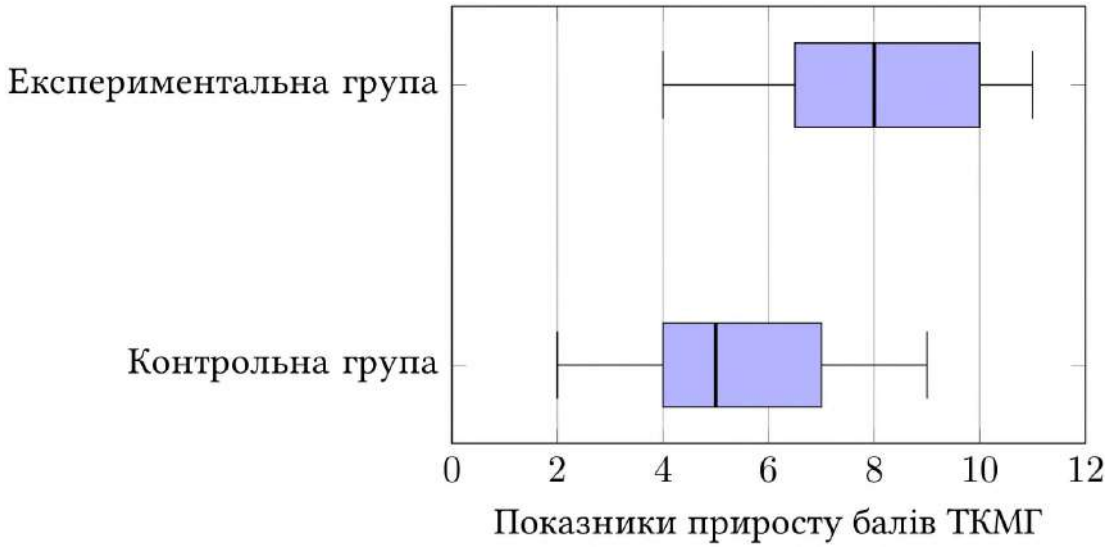


Рис. 2. Діаграма розмаху показників приросту балів ТКМГ для основної та

контрольної груп

Якісні результати інтерв'ю підтверджують кількісні результати. Учні експериментальної групи повідомили про більш глибоке розуміння та запам'ятовування понять молекулярної геометрії, пов'язуючи це з візуалізаціями та взаємодіями, що надавалися модулем ДР. Наприклад:

«Додаток ДР допоміг мені чіткіше побачити 3D-форми молекул. Я міг обертати їх і бачити, як змінюються кути зв'язків з різною кількістю пар електронів. Це полегшило запам'ятовування правил VSEPR.» (Учень Е14)

Натомість деякі учні контрольної групи висловились про труднощі з візуалізацією та застосуванням понять, засвоєних традиційними методами:

«Я зрозумів основну ідею VSEPR, але було важко уявити молекулярні форми лише за діаграмами з підручника. Я заплутався, намагаючись передбачити геометрію для більш складних молекул.» (Учень К09)

Ці якісні результати свідчать про те, що модуль доповненої реальності покращив просторове мислення учнів та їхнє концептуальне розуміння молекулярної геометрії, підтверджуючи кількісні результати.

ДП2: Сприйняття та досвід учнів

Друге дослідницьке питання вивчало сприйняття та досвід учнів щодо навчання за допомогою модуля на основі ДР. У таблиці 2 представлено описову статистику для субшкал ОСУДР (додаток Б.2) і загальних балів.

Таблиця 2

Описова статистика для субшкал ОСУДР та загальних балів

Підшкала	**Кількість позицій**	***M***	***SD***
Сприйнята корисності	4	4.12	0.63
Сприйняття простоти використання	3	4.28	0.59
Задоволення	4	4.36	0.61
Намір використовувати	4	4.02	0.71
Разом	15	4.19	0.57

Результати вказують на загалом позитивне сприйняття модуля ДР з

високими оцінками за всіма субшкалами (вище 4 за 5-бальною шкалою). Учні вважали модуль ДР корисним для навчання, простим у використанні та захоплюючим і висловили намір використовувати подібні інструменти в майбутньому.

Дані інтерв'ю дають додаткове розуміння досвіду учнів. Було виокремлено кілька тем, зокрема:

1. *Залученість і мотивація* – учні оцінили інтерактивний і «схожий на гру» характер модуля ДР, що зробило навчання більш захоплюючим і мотивуючим порівняно з традиційними методами.

«Використання додатку ДР зробило вивчення хімії більш веселим і цікавим. Це не здавалося навчанням, а скоріше дослідженням і відкриттям.» (Учень E03)

2. *Автономність і самостійне навчання* – модуль ДР дозволив учням маніпулювати молекулами у власному темпі, що сприяло розвитку почуття автономії та підтримці індивідуальних навчальних потреб.

«Мені сподобалося мати змогу контролювати темп і повертатися для повторення понять за потреби. З додатком ДР я міг приділити більше часу тим частинам, які здавалися мені складними.» (Учень E21)

3. *Спільне навчання* – хоча він розроблений для індивідуального використання, модуль ДР спонукав учнів обговорювати та порівнювати своє розуміння з однолітками, сприяючи спільному навчанню.

«Ми з другом часто показували один одному молекули, які створили в додатку ДР, і говорили про форми та кути. Це допомогло нам вчитися один від одного.» (Учень E08)

Однак деякі учні також повідомляли про початкові технічні труднощі або дезорієнтацію при використанні модуля ДР:

«Мені знадобився деякий час, щоб звикнути до інтерфейсу та елементів керування ДР. Іноді відстеження було неплавним або моделі зависали.» (Уч. E16)

Ці результати підкреслюють потенціал ДР для підвищення залученості та автономії учнів, а також визначають сфери для покращення користувацького досвіду та технічної реалізації.

ДП3: Особливості дизайну та навчальні стратегії

Третє дослідницьке питання досліджувало особливості дизайну та навчальні стратегії, які підтримували ефективне навчання за допомогою модуля на основі ДР. Аналіз інтерв'ю виявив кілька ключових висновків:

1. *Підказки та зворотний зв'язок* – модуль надавав допомогу у вигляді підказок і зворотного зв'язку, які спрямовували взаємодію учнів і підсилювали ключові поняття. Учні, які частіше використовували ці функції, як правило, показували кращі результати в ТКМГ.

«Підказки в додатку ДР допомагали мені, коли я застрягав. Вони не видавали відповідь, а вказували мені правильний напрямок.» (Учень E11)

2. *Множинні репрезентації* – використання множинних репрезентацій, таких як моделі кульок і паличок і карти електронної щільності, підтримувало розуміння учнів, представляючи інформацію різними способами. Учні часто перемикалися між представленнями, щоб прояснити своє мислення.

«Як на мене, карти електронної щільності корисні для бачення форми молекули. Модель кульок і паличок чіткіше показувала кути зв'язків. Використання обох допомогло мені краще зрозуміти матеріал.» (Учень E23)

3. *Контекстуальні приклади* – модуль містив приклади та застосування молекулярної геометрії в реальному світі, наприклад, у розробці ліків і матеріалознавстві. Учні знайшли ці приклади мотивуючими і такими, що відповідають їхнім інтересам.

«Мені сподобалося дізнаватися про те, як молекулярна форма впливає на властивості ліків і нових матеріалів. Це зробило поняття більш значущими та застосовними.» (Учень E07)

Ці висновки свідчать про те, що ефективний дизайн ДР для навчання хімії має включати підказки та зворотний зв'язок, множинні репрезентації й контекст-релевантні приклади. Моделі використання та відгуки учнів можуть стати основою для майбутніх версій та впровадження модуля ДР.

Обговорення. Результати цього дослідження демонструють потенціал ДР, зокрема з використанням платформи Blippar, для покращення розуміння та залученості учнів до вивчення молекулярної геометрії. Позитивний вплив на концептуальні знання та просторове мислення узгоджується з попередніми дослідженнями ДР у навчанні хімії [10, 13, 25]. Модуль ДР надав учням інтерактивні 3D-візуалізації та множинні представлення, які підтримували їхню здатність ментально маніпулювати та міркувати про молекулярні структури. Це узгоджується з принципами просторового пізнання та репрезентативної компетентності в навчанні хімії [18, 30, 50].

Дизайн модуля ДР, заснований на теорії когнітивного навантаження та принципах мультимедійного навчання [34, 44], ймовірно, сприяв його ефективності. Використання підказок, зворотного зв'язку та сегментації матеріалу допомогло керувати внутрішнім когнітивним навантаженням, тоді як інтеграція 3D-моделей та інформації зменшила зайве навантаження. Контекст-релевантні приклади та реальні застосування могли сприяти доречному навантаженню, збільшуючи мотивацію та залученість учнів [37]. Ці висновки свідчать про те, що ретельне проєктування, засноване на теоріях навчання, має вирішальне значення для реалізації переваг ДР у навчанні хімії.

Позитивне сприйняття та досвід учнів з модулем ДР, про що свідчать дані опитування та інтерв’ю, підкреслюють мотиваційні та афективні переваги цієї технології. Високі оцінки задоволення, простоти використання та наміру застосовувати ДР узгоджуються з попередніми дослідженнями ставлення учнів до ДР у навчанні природничих наук [1, 16, 26]. Теми залученості, автономності та співпраці, які виникли з інтерв’ю, співзвучні з перевагами ДР, визначеними в літературі, такими як підвищена мотивація, самостійне навчання та соціальна взаємодія [12, 17, 39]. Ці висновки підкреслюють потенціал ДР для створення більш інтерактивних та орієнтованих на учнів середовищ навчання хімії.

Однак дослідження також виявило деякі обмеження та проблеми використання Blippar для ДР у навчанні хімії. Деякі учні повідомляли про технічні труднощі або початкову дезорієнтацію з інтерфейсом ДР, що могло

перешкоджати їхньому навчальному досвіду. Це відображає занепокоєння, висловлені в попередніх дослідженнях щодо зручності використання та технічної надійності додатків ДР в освіті [16, 25, 51]. Хоча Blippar пропонує доступну та зручну платформу для створення контенту ДР, він може не мати всіх функцій або стабільності, необхідних для безперебійної освітньої реалізації. Освітяни та дослідники мають ретельно враховувати технічні вимоги та обмеження інструментів ДР при розробці та використанні на уроках хімії.

Отримані дані також свідчать про те, що ДР не слід розглядати як самостійне рішення, а скоріше як додатковий інструмент, який інтегрується з іншими навчальними стратегіями та ресурсами. Модуль ДР у цьому дослідженні використовувався разом із традиційними заняттями, читанням підручників і груповими дискусіями, що, ймовірно, сприяло його ефективності. Це узгоджується з ідеєю ДР як «мосту» між фізичними та віртуальними навчальними середовищами, а не заміною одного з них [12, 51]. Майбутні дослідження мають вивчити, як ДР можна оптимально поєднати з іншими педагогічними підходами та технологіями для підтримки навчання хімії.

Що стосується наслідків для теорії, результати цього дослідження підтримують застосування теорій просторового пізнання, мультимедійного навчання та репрезентативної компетентності до розробки та оцінки використання ДР у хімії. Дослідження також висвітлює необхідність подальшого теоретичного розвитку для пояснення унікальних переваг і обмежень ДР як технології навчання, таких як її здатність об’єднувати фізичні та віртуальні контексти та підтримувати втілені взаємодії [33, 39].

З наукової точки зору, це дослідження демонструє цінність використання змішаних методів і численних джерел даних для вивчення ефектів і механізмів застосування ДР у навчанні хімії. Поєднання кількісних показників (концептуальних тестів та опитувань) і якісних даних (інтерв'ю та спостережень) забезпечило більш повне та детальне розуміння результатів навчання, сприйняття та досвіду учнів. Майбутні дослідження мають спиратися на цей підхід для вивчення довгострокових впливів, ефектів переносу та

індивідуальних відмінностей у навчанні з використанням ДР [25, 39].

Що стосується практичних наслідків, це дослідження пропонує кілька рекомендацій для освітян і дизайнерів навчання, зацікавлених у використанні ДР, зокрема з Blippar, для навчання хімії:

1. Виконуйте розробку контенту та діяльності ДР на основі теорій навчання та дослідницьких принципів, таких як теорія когнітивного навантаження, мультимедійне навчання та просторове пізнання.

2. Використовуйте ДР для створення інтерактивних 3D-візуалізацій, множинних репрезентацій і контекст-релевантних прикладів, які підтримують концептуальне розуміння та просторове мислення учнів.

3. Інтегруйте стратегії скафолдингу, зворотного зв'язку та сегментації для управління когнітивним навантаженням і спрямування взаємодії учнів з контентом ДР.

4. Поєднуйте ДР з іншими навчальними стратегіями та ресурсами, такими як лекції, дискусії та практичні заняття, щоб створити цілісний і збалансований навчальний досвід.

5. Надавайте технічну підтримку та консультації для учнів і вчителів, щоб забезпечити безперебійне та ефективне використання інструментів ДР у класі.

6. Постійно оцінюйте та вдосконалюйте використання ДР на основі відгуків учнів, результатів навчання та моделей використання, щоб оптимізувати їхню освітню цінність.

Висновки. У цьому дослідженні вивчалась ефективність навчального модуля на основі доповненої реальності, розробленого з використанням Blippar для навчання молекулярної геометрії учням старших класів з хімії. Отримані результати демонструють, що використання ДР суттєво покращило концептуальне розуміння та просторове мислення учнів порівняно з традиційним навчанням. Учні повідомили про позитивне сприйняття та досвід роботи з модулем ДР, підкресливши його переваги для залученості, автономності та спільного навчання. Визначені особливості дизайну та

навчальні стратегії, які підтримували ефективне навчання за допомогою ДР, включаючи скафолдинг, множинні репрезентації та контекст-релевантні приклади.

Дослідження робить внесок у теоретичні та емпіричні основи ДР у навчанні хімії, надаючи докази когнітивних і афективних переваг цієї технології та розуміння принципів дизайну та педагогічних підходів, які оптимізують її ефективність. Отримані результати підтримують застосування теорії когнітивного навантаження, мультимедійного навчання та просторового пізнання для розробки та оцінки застосувань ДР у цій галузі.

Однак дослідження також виявило деякі обмеження та проблеми, такі як технічні труднощі та необхідність інтеграції з іншими навчальними стратегіями. Розмір вибірки та тривалість втручання були обмеженими, а довгострокові наслідки та ефекти перенесення навчання з ДР не оцінювалися. Майбутні дослідження мають усунути ці обмеження шляхом проведення масштабних лонгітюдних досліджень, які вивчають збереження та застосування знань, отриманих через ДР у навчанні хімії.

Інші напрямки для подальшої роботи включають дослідження індивідуальних відмінностей у навчанні з ДР, таких як попередні знання, просторові здібності та стилі навчання, для персоналізації та адаптації досвіду ДР. Потенціал ДР для підтримки спільного та дослідницького навчання в хімії також потребує подальшого вивчення, а також інтеграція ДР з іншими технологіями, такими як штучний інтелект.

ДОДАТОК А.

Деталі розробки модуля ДР

Модуль ДР був розроблений з використанням платформи Blippar, яка дозволяє створювати та розгортати інтерактивний контент ДР. Процес розробки включав такі кроки:

1. *Дизайн контенту*. Цілі навчання та ключові поняття, пов'язані з молекулярною геометрією, були визначені на основі навчальної програми з

хімії для старшої школи [6]. Для окреслення структури та потоку контенту ДР були створені розкадровки та сценарії.

2. *3D-моделювання*. Молекулярні структури були створені за допомогою ChemDraw і експортовані у файли FBX/OBJ. Потім 3D-моделі були імпортовані в Blender для редагування та оптимізації, включаючи додавання кольорів, текстур і анімації.

3. *Дизайн UI/UX*. Користувацький інтерфейс і дизайн взаємодії були створені за допомогою Sketch та Adobe XD. Компонування, значки та елементи навігації були розроблені таким чином, щоб бути інтуїтивно зрозумілими та зручними для користувача, дотримуючись принципів і рекомендацій дизайну ДР [43, 48].

4. *Розробка ДР*. 3D-моделі, елементи інтерфейсу користувача та інтерактивність були інтегровані за допомогою інструменту Blippar Studio. Маркери ДР були згенеровані та пов'язані з відповідним контентом. Досвід ДР був протестований і вдосконалений за допомогою ітеративного прототипування та відгуків користувачів.

5. *Розгортання та тестування*. Модуль ДР був опублікований у додатку Blippar (коди 1989195, 1989195, 1989281, 1989295, 1989240, 1989311, 2019779, 2019781, 1989261, 1989361, 2019792, 2019798, 1989373, 1989320, 2019794, 2019800, 1989378, 2019796, 2019805, 2019803) і протестований на різних пристроях для забезпечення сумісності та продуктивності. Тестування проводилося на вибірці учнів старших класів, щоб зібрати відгуки та внести остаточні вдосконалення перед дослідженням.

ДОДАТОК Б.

Інструменти збору даних

Б.1. Тест концепцій молекулярної геометрії (ТКМГ)

ТКМГ – це тест із 20 завдань з вибором однієї правильної відповіді, який оцінює розуміння учнями концепцій молекулярної геометрії, зокрема теорії VSEPR, молекулярних форм, кутів зв'язку та полярності. Тест було розроблено

групою експертів з хімічної освіти та перевірено шляхом пілотного тестування та аналізу завдань. Коефіцієнт надійності MGCT (альфа Кронбаха) становить 0,85. Приклади завдань:

Яка молекулярна геометрія $BeCl_2$?

1. Лінійна
2. Зігнута
3. Тригональна планарна
4. Тетраедрична

Яка з наступних молекул має дипольний момент?

1. CO_2
2. CCl_4
3. NH_3
4. BCl_3

Б.2. Опитування сприйняття учнями ДР (ОСУДР)

ОСУДР – це 15-елементне опитування за шкалою Лікерта, яке вимірює сприйняття учнями модуля ДР з точки зору його корисності, простоти використання, задоволення та наміру використовувати. Опитування було адаптоване з моделі сприйняття технологій Девіса [15] і має коефіцієнт надійності (альфа Кронбаха) 0,92.

Приклади пунктів (оцінюються за шкалою від 1 - категорично не згоден до 5 - повністю згоден):

Додаток ДР допоміг мені краще зрозуміти молекулярну геометрію.

Додатком ДР було легко користуватися та орієнтуватися.

Мені сподобалося вчитися за допомогою додатка ДР.

Я хотів би використовувати додатки ДР для вивчення хімії в майбутньому.

Б.3. Протокол інтерв'ю

Напівструктуровані інтерв'ю проводилися з підмножиною учнів з кожної групи, щоб зібрати якісні відомості про їхній навчальний досвід і сприйняття. Інтерв'ю тривали приблизно 20-30 хвилин, записувалися у Zoom (лише звуковий ряд), автотранскрибувалися та розшифровувались для аналізу. Приклади запитань:

Як додаток ДР/традиційне навчання допомогло вам зрозуміти молекулярну геометрію?

Що вам сподобалося або не сподобалося в навчанні за допомогою додатка ДР/традиційного підходу?

Як додаток ДР/традиційне навчання вплинуло на ваш інтерес і залученість до вивчення хімії?

З якими проблемами або труднощами ви зіткнулися під час використання додатка ДР/навчання традиційним методом?

Як ви думаєте, як можна використовувати ДР для покращення навчання хімії в майбутньому?

ДОДАТОК В.

Додаткові дані та аналіз

В.1. Результати ANCOVA

Коваріаційний аналіз (ANCOVA) був проведений для порівняння балів післятесту в основній і контрольній групах, контролюючи результати передтесту як коваріату. Припущення про нормальність, однорідність дисперсій і однорідність нахилів регресії були дотримані. Результати ANCOVA представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

Результати ANCOVA щодо впливу ДР на бали післятесту

Джерело	***SS***	***df***	***MS***	***F***	***p***
Передтест	112.84	1	112.84	16.73	<0.001
Група	96.31	1	96.31	14.27	<0.001
Помилка	310.56	46	6.75		
Разом	15271.00	49			

Результати ANCOVA підтверджують, що експериментальна група ДР мала значно вищі бали післятесту, ніж контрольна група, після контролю балів передтесту: $F(1,46)=14,27$, $p<0,001$, частковий $\eta^2=0,24$. Це вказує на те, що застосування ДР мало значний вплив на результати навчання учнів, незважаючи на будь-які початкові відмінності в попередніх знаннях.

В.2. Тематичний аналіз даних інтерв'ю

Транскрипти інтерв'ю аналізувалися за допомогою тематичного аналізу, дотримуючись шестифазного процесу, описаного Braun і Clarke [7]. Аналіз включав ознайомлення з даними, генерування початкових кодів, пошук тем,

перегляд тем, визначення та іменування тем, а також підготовку звіту. Основні теми, які з'явилися в результаті аналізу, представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

Основні теми та підтеми з аналізу інтерв'ю

Теми	Підтеми
Візуалізація та розуміння	Просторове мислення Множинні репрезентації Молекулярна структура та властивості
Залучення та мотивація	Інтерактивність та дослідження Актуальність у реальному світі Гейміфікація та змагання
Юзабіліті та технічні питання	Простота використання та навігація Технічні збої та помилки Сумісність і продуктивність пристроїв
Інтеграція у навчання	Комбіноване навчання Керівництво та підтримка вчителя Спільне та соціальне навчання

Тематичний аналіз надає глибоке та детальне розуміння досвіду та сприйняття учнями навчання з ДР, доповнюючи кількісні результати.

Список використаних джерел

1. Abdinejad M., Talaie B., Qorbani H.S., Dalili S. Student Perceptions Using Augmented Reality and 3D Visualization Technologies in Chemistry Education. Journal of Science Education and Technology. 2021. Vol. 30, no. 1. P. 87-96. DOI: https://doi.org/10.1007/s10956-020-09880-2
2. Abrahamson D. Building educational activities for understanding: An elaboration on the embodied-design framework and its epistemic grounds. International Journal of Child-Computer Interaction. 2014. Vol. 2, no. 1. P. 1-16. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2014.07.002
3. Ainsworth S. DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. Learning and Instruction. 2006. Vol. 16, no. 3. P. 183-198. DOI: https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001
4. Azuma R. T. A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1997. Vol. 6, no. 4. P. 355-385. DOI: https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355
5. Blippar Group Limited. Create & Build AR | Blippbuilder Free 3D Augmented Reality Tool - Blippar. 2024. URL: https://www.blippar.com/build-ar

6. Bobkova O. S., Bukhtiiarov V. K., Valiuk V. F., Velychko L. P., Dubovyk O. A., Pavlenko V. O., Puhach S. V. Chemistry. 10-11 grades. Profile level: Curriculum for institutions of general secondary education. 2017. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/ximiya-10-11-profilnij-riven.docx
7. Braun V., Clarke V. Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology. 2006. Vol. 3, no. 2. P. 77-101. DOI: https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa
8. Brown J. S., Collins A., Duguid P. Situated Cognition and the Culture of Learning. Educational Researcher. 1989. Vol. 18, no. 1. P. 32-42. DOI: https://doi.org/10.3102/0013189X018001032
9. Bujak K. R., Radu I., Catrambone R., MacIntyre B., Zheng R., Golubski G. A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. Computers & Education. 2013. Vol. 68. P. 536-544. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.017
10. Cai S., Wang X., Chiang F. K. A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. Computers in Human Behavior. 2014. Vol. 37. P. 31-40. DOI: https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.018
11. Cavin C. S., Cavin E. D., Lagowski J. J. The effect of computer-assisted instruction on the attitudes of college students toward computers and chemistry. Journal of Research in Science Teaching. 1981. Vol. 18, no. 4. P. 329-333. DOI: https://doi.org/10.1002/tea.3660180407
12. Chen P., Liu X., Cheng W., Huang R. A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. Innovations in Smart Learning. Singapore: Springer Singapore, 2017. P. 13-18. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-10-2419-1_2
13. Chen S. Y., Liu S. Y. Using augmented reality to experiment with elements in a chemistry course. Computers in Human Behavior. 2020. Vol. 111. P. 106418. DOI: https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106418
14. Creswell J. W., Plano Clark V. L. Designing and Conducting Mixed Methods Research. 3rd ed. SAGE Publications, 2017.
15. Davis F. D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. MIS Quarterly. 1989. Vol. 13, no. 3. P. 319-340. DOI: https://doi.org/10.2307/249008
16. Domínguez Alfaro J. L., Gantois S., Blattgerste J., De Croon R., Verbert K., Pfeiffer T., Van Puyvelde P. Mobile Augmented Reality Laboratory for Learning Acid-Base Titration. Journal of Chemical Education. 2022. Vol. 99, no. 2. P. 531-537. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00894
17. Dunleavy M., Dede C., Mitchell R. Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning. Journal of Science Education and Technology. 2009. Vol. 18, no. 1. P. 7-22. DOI: https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1
18. Ebner M., Holzinger A. Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. Computers & Education. 2007.

Vol. 49, no. 3. P. 873-890. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.026
19. Faridi E., Ghaderian A., Honarasa F., Shafie A. Next generation of chemistry and biochemistry conference posters: Animation, augmented reality, visitor statistics, and visitors' attention. Biochemistry and Molecular Biology Education. 2021. Vol. 49, no. 4. P. 619-624. DOI: https://doi.org/10.1002/bmb.21520
20. Field A. Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics. 5th ed. SAGE Publications, 2017. URL: http://repo.darmajaya.ac.id/5678/
21. García Franco A., Taber K. S. Secondary Students' Thinking about Familiar Phenomena: Learners' explanations from a curriculum context where 'particles' is a key idea for organising teaching and learning. International Journal of Science Education. 2009. Vol. 31, no. 14. P. 1917-1952. DOI: https://doi.org/10.1080/09500690802307730
22. Gillespie R. J. The VSEPR model revisited. Chemical Society Reviews. 1992. Vol. 21. P. 59-69. DOI: https://doi.org/10.1039/CS9922100059
23. Glenberg A. M. Embodiment as a unifying perspective for psychology. WIREs Cognitive Science. 2010. Vol. 1, no. 4. P. 586-596. DOI: https://doi.org/10.1002/wcs.55
24. Housecroft C. E., Sharpe A. G. Inorganic Chemistry. 2nd ed. Pearson, 2005.
25. Ibáñez M. B., Delgado-Kloos C. Augmented reality for STEM learning: A systematic review. Computers & Education. 2018. Vol. 123. P. 109-123. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002
26. Irwansyah F. S., Yusuf Y. M., Farida I., Ramdhani M. A. Augmented Reality (AR) Technology on The Android Operating System in Chemistry Learning. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 288, no. 1. P. 012068. DOI: https://doi.org/10.1088/1757-899X/288/1/012068
27. Johnstone A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. Journal of Computer Assisted Learning. 1991. Vol. 7, no. 2. P. 75-83. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x
28. Johnstone A. H. Teaching of chemistry - logical or psychological? Chemistry Education Research and Practice. 2000. Vol. 1, no. 1. P. 9-15. DOI: https://doi.org/10.1039/A9RP90001B
29. Karnishyna D. A., Selivanova T. V., Nechypurenko P. P., Starova T. V., Stoliarenko V. G. The use of augmented reality in chemistry lessons in the study of "Oxygen-containing organic compounds" using the mobile application Blippar. Journal of Physics: Conference Series. 2022. Vol. 2288, no. 1. P. 012018. DOI: https://doi.org/10.1088/1742-6596/2288/1/012018
30. Kozma R. The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. Learning and Instruction. 2003. Vol. 13, no. 2. P. 205-226. DOI: https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00021-X
31. Kozma R. B. The Use of Multiple Representations and the Social Construction of Understanding in Chemistry. Innovations in Science and Mathematics Education: Advanced Designs for Technologies of Learning. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2000. P. 11-46. URL: https://www.academia.edu/42103279
32. Lave J., Wenger E. Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. DOI: https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355

33. Lindgren R., Johnson-Glenberg M. Emboldened by Embodiment: Six Precepts for Research on Embodied Learning and Mixed Reality. Educational Researcher. 2013. Vol. 42, no. 8. P. 445-452. DOI: https://doi.org/10.3102/0013189X13511661
34. Mayer R. E. Multimedia Learning. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2020. DOI: https://doi.org/10.1017/9781316941355
35. Miles M. B., Huberman A. M., Saldaña J. Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook. 3rd ed. SAGE Publications, 2014. URL: https://www.metodos.work/wp-content/uploads/2024/01/Qualitative-Data-Analysis.pdf
36. Nechypurenko P. P., Semerikov S. O., Pokhliestova O. Y. An augmented reality-based virtual chemistry laboratory to support educational and research activities of 11th grade students. Educational Dimension. 2023. Vol. 8. P. 240-264. DOI: https://doi.org/10.31812/educdim.4446
37. Paas F., van Gog T., Sweller J. Cognitive Load Theory: New Conceptualizations, Specifications, and Integrated Research Perspectives. Educational Psychology Review. 2010. Vol. 22, no. 2. P. 115-121. DOI: https://doi.org/10.1007/s10648-010-9133-8
38. Pence H. E. Smartphones, Smart Objects, and Augmented Reality. The Reference Librarian. 2010. Vol. 52, no. 1-2. P. 136-145. DOI: https://doi.org/10.1080/02763877.2011.528281
39. Radu I. Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. Personal and Ubiquitous Computing. 2014. Vol. 18, no. 6. P. 1533-1543. DOI: https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y
40. Rau M. A. Enhancing undergraduate chemistry learning by helping students make connections among multiple graphical representations. Chemistry Education Research and Practice. 2015. Vol. 16. P. 654-669. DOI: https://doi.org/10.1039/C5RP00065C
41. Revvity Signals Software. ChemDraw. 2024. URL: https://revvitysignals.com/products/research/chemdraw
42. Schutera S., Schnierle M., Wu M., Pertzel T., Seybold J., Bauer P., Teutscher D., Raedle M., Heß-Mohr N., Röck S., Krause M. J. On the Potential of Augmented Reality for Mathematics Teaching with the Application cleARmaths. Education sciences. 2021. Vol. 11, no. 8. P. 368. DOI: https://doi.org/10.3390/educsci11080368
43. Semerikov S. O., Vakaliuk T. A., Mintii I. S., Hamaniuk V. A., Soloviev V. N., Bondarenko O. V., Nechypurenko P. P., Shokaliuk S. V., Moiseienko N. V., Shepiliev D. S. Immersive E-Learning Resources: Design Methods. Digital Humanities Workshop. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2022. P. 37-47. DOI: https://doi.org/10.1145/3526242.3526264
44. Sweller J. Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. Learning and Instruction. 1994. Vol. 4, no. 4. P. 295-312. DOI: https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5
45. Taber K. S. Towards a Curricular Model of the Nature of Science. Science & Education. 2008. Vol. 17, no. 2. P. 179-218. DOI: https://doi.org/10.1007/s11191-006-9056-4
46. Tasker R. Research into practice: Visualising the molecular world for a deep understanding of chemistry. Teaching science. 2014. Vol. 60, no. 2. P. 16-27.
47. Ferk V., Vrtacnik M., Blejec A., Gril A. Students' understanding of molecular structure

representations. International Journal of Science Education. 2003. Vol. 25, no. 10. P. 1227-1245. DOI: https://doi.org/10.1080/0950069022000038231

48. Vlasenko K. V., Lovianova I. V., Volkov S. V., Sitak I. V., Chumak O. O., Krasnoshchok A. V., Bohdanova N. G., Semerikov S. O. UI/UX design of educational on-line courses. CTE Workshop Proceedings. 2022. Vol. 9. P. 184-199. DOI: https://doi.org/10.55056/cte.114
49. Wilson M. Six views of embodied cognition. Psychonomic Bulletin & Review. 2002. Vol. 9, no. 4. P. 625-636. DOI: https://doi.org/10.3758/BF03196322
50. Wu H. K., Krajcik J. S., Soloway E. Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. Journal of Research in Science Teaching. 2001. Vol. 38, no. 7. P. 821-842. DOI: https://doi.org/10.1002/tea.1033
51. Wu H. K., Lee S. W. Y., Chang H. Y., Liang J. C. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. Computers & Education. 2013. Vol. 62. P. 41-49. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024
52. Zhai X., Jackson D. F. A pedagogical framework for mobile learning in science education. International Encyclopedia of Education. 4th ed. Oxford: Elsevier, 2023. P. 215-223. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818630-5.13037-4
53. Zhang J., Li G., Huang Q., Feng Q., Luo H. Augmented Reality in K-12 Education: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Literature from 2000 to 2020. Sustainability. 2022. Vol. 14, no. 15. P. 9725. DOI: https://doi.org/10.3390/su14159725

Розділ VIII. Навчальні проєкти STEAM з використанням цифрових технологій: готовність вчителів

Сороко Н.В.

У сучасному освітньому середовищі STEAM-освіти (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) освіта стала вирішальною основою для підготовки молоді до вимог 21-го століття. Синергія цих дисциплін у навчальному процесі надає учням широкий набір навичок, сприяння креативності, критичному мисленню та здатності вирішувати проблеми. Ця освіта важлива для виховання всебічно розвинених інноваційних людей, які мають бути конкурентоспроможними у суспільстві, що швидко розвивається. Адже для отримання майбутньої професії, молоді необхідно оволодіти ключовими компетентностями та вміннями адаптуватися до швидких змін науки, технології, інженерії, мистецтва та математики. Тому спостереження за розвитком STEAM-освіти є ключовим процесом визначення якості освіти.

Розвиток STEAM-освіти в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) України активно підтримується державними програмами, нормативно-правовою базою та ініціативами освітніх установ. Уряд розробляє стратегії і політики, спрямовані на інтеграцію STEAM-освіти в навчальні плани, а також створює умови для підвищення кваліфікації вчителів у цій галузі. Це сприяє підготовці учнів до викликів сучасного суспільства, інтегруючи науку, технології, інженерію, мистецтво та математику у практико-орієнтоване навчання. Зокрема, слід відмітити такі закони, як «Про освіту» [1], «Про повну загальну середню освіту» [2], «Про наукову і науково-технічну діяльність» [3]. Також уряд схвалив Концепцію реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року [4]. Реалізація Концепції створює умови для реформування загальної середньої освіти з урахуванням досвіду провідних країни світу, а саме, розробляються нові змістові стандарти загальної середньої освіти, що

ґрунтуватимуться на компетентнісному та особистісно-орієнтованому підходах до навчання. Крім того, Міністерство освіти і науки України розробило та презентувало План заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року [5]. Ці постанови та нормативні документи є основою для реалізації цього освітнього напряму.

Реалізація основних завдань розвитку STEM-освіти в навчальних закладах України забезпечується зусиллями Міністерства освіти і науки, педагогічних колективів, наукових установ, а також шляхом впровадження державних програм та проектів. Це здійснюється на таких рівнях: початковий – стимулювання допитливості та підтримка інтересу до навчання та пошуку знань, мотивація до самостійного дослідження, створення простих пристроїв, конструкцій, формування науково-технічної творчості; базовий – формування стійкого інтересу до природничо-математичних предметів, оволодіння технічною грамотністю та навичками розв’язування задач, залучення до дослідницької, винахідницької, проєктної діяльності, що дасть змогу збільшити частку тих, хто прагне обрати науково-технічну, інженерну професії; професійний – поглиблене оволодіння системою знань і вмінь STEAM-освіти з використанням методів наукового дослідження, реалізації інноваційних проєктів; вища/професійна – формування спеціалістів в різноманітних науково-технічних, інженерних спеціальностей на базі закладів вищої освіти, а також підвищення кваліфікації педагогічних працівників у впровадженні нових методик навчання, відповідних курсів та реалізації інноваційних проєктів. Для розвитку STEAM-освіти важливим є створення відповідного середовища, постійна підтримка та оцінка ефективності його функціонування [6-8]. Ці заходи важливі як для учнів, так і для навчальних закладів, щоб зрозуміти проблеми та прогалини, з якими стикаються освітяни та які потребують вирішення. У зв’язку з широкомасштабною агресією Російської Федерації проти України у 2022 році у закладах загальної середньої освіти поглибилися та загострилися певні проблеми. Зокрема, це стосується цифрового середовища та підтримки, у тому числі STEAM-середовища.

Завдання цього дослідження полягає в тому, щоб на основі наявних опитувань, керуючись міжнародними підходами, з'ясувати проблеми та прогалини, що супроводжують STEAM-освіту в українських школах, визначити критерії оцінки ефективності STEAM-освіти в закладах освіти України; проаналізувати погляди українських вчителів і закордонних дослідників щодо вирішення питань STEAM-освіти, що дозволить сформувати чітке бачення методів моніторингу ефективності STEAM-середовища в українських школах у перспективі.

Одним із підходів впровадження STEAM-освіти у ЗЗСО є метод навчальних проєктів.

Науковці [9] зазначають, що на процес організації STEAM-проєктів впливає значна кількість факторів (таких як інтегровані дисципліни, кваліфікація керівників проекту, вікова категорія студентів/учнів, особистісні якості учасників проєктів, природні, технічні і матеріальні можливості, терміни реалізації проєкту тощо). У світлі цього можна сказати, що кожен проєкт буде унікальним, оскільки під час його реалізації для досягнення однієї мети використовуються різні ресурси. При організації та реалізації STEM-проєктів необхідно дотримуватись послідовності дій та орієнтуватися на основні види освітньої діяльності та технології.

План створення та організації проєкту передбачає такі дії вчителя:

- формування теми проєкту відповідно до цілей навчання учнів, тематики інших навчальних предметів та запланованого продукту проекту;

- створення анотації проєкту для розуміння вчителем основної проблеми та мети її виконання, що складається з наступних частин: вступ, план проєкту, ключові слова;

- розроблення підсумкової таблиці, що містить такі параметри: навчальні предмети, теми, вік учнів/студентів, час підготовки, тривалість навчання, використання технологій занурення (AR/VR) для проведення досліджень та експериментів у межах окремих навчальних предметів, створення презентацій проєктних продуктів студентами, характеристики проєктного продукту,

дидактичні матеріали, розроблені вчителем, а також інші інструменти, що використовуються в освітньому процесі;

- перевірка та адаптація плану проєкту до навчального плану (поєднання теми проєкту з навчальним змістом);

- формування мети першого уроку та завдань проєкту, яке передбачає представлення та створення проєктної групи класу, зосередженої на координації та моніторингу запланованих дій учнів, що охоплює: вступ, пояснення мети та завдань уроку, визначення проблемних питань, мотивацію учнів, надання інструкцій, створення груп за інтересами учнів, пропозиції щодо використання інструментів, визначення очікуваного результату проєкту, обрання способів його представлення з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності або інших цифрових інструментів, а також обговорення критеріїв оцінювання результатів проєкту з учнями;

- визначення проблемних запитань та їх формування (проблемне запитання має відображати реальний контекст чи проблему, стимулювати дослідження та розв'язання проблем з багатьох галузей знань);

- планування діяльності учнів у проєкті (діяльність учнів у проєкті має охоплювати творчість, критичне мислення, співпрацю, інновації, вирішення проблем, комунікацію, продуктивність);

- планування презентацій проєктних продуктів, створених учнями.

Слід відмітити, що цифрові технології значно удосконалюють проведення STEAM-проєктів, зокрема віртуальна та доповнена реальності, що є наразі дуже актуальними в освіті [10].

Ми розглянемо функції AR і VR більш детально, щоб продемонструвати унікальні можливості цих технологій занурення в управління проєктами та необхідність їхнього використання вчителями для мотивації учнів у навчанні, а також для створення реальних ситуацій експериментів і досліджень.

У першу чергу, це – розширення поля творчості учнів завдяки застосуванню AR і VR.

Доповнена реальність і віртуальна реальність служать каталізаторами для розширення меж творчості в рамках STEAM. AR накладає цифрову інформацію на фізичний світ, плавно інтегруючи згенеровані комп'ютером елементи в реальні сценарії. Це розширення реальності надає учням захоплюючу та інтерактивну платформу, перетворюючи буденні теми на захоплюючі враження.

Віртуальна реальність, у свою чергу, створює повністю змодельоване середовище, яке переносить учнів у сфери, що виходять за межі класної кімнати. У контексті STEAM освіти технології VR сприяють проведенню експериментів, архітектурному моделюванню та реалізації мистецьких проєктів. Це дозволяє запровадити практичний підхід до навчання, що долає обмеження традиційних методів.

Інтеграція AR і VR в освітні проєкти STEAM відкриває можливості для динамічного та багатовимірного навчання. Наприклад, учні, які вивчають біологію, можуть працювати з реалістичними 3D-моделями клітин за допомогою програм AR, отримуючи глибше розуміння мікроскопічних структур. У VR інженери-початківці можуть віртуально створювати та тестувати архітектурні проєкти, надаючи практичний вимір теоретичним концепціям.

Крім того, технології AR і VR сприяють спільним проєктам, дозволяючи студентам працювати разом у віртуальному просторі, незалежно від фізичної відстані. Це не тільки розвиває навички командної роботи та спілкування, але й готує їх до майбутнього, де дистанційна співпраця стає все більш поширеною.

Хоча інтеграція AR і VR в освіту STEAM відкриває численні можливості, вона також створює певні проблеми. Школи мають інвестувати в необхідне апаратне та програмне забезпечення, а викладачі мають пройти навчання, щоб ефективно впроваджувати ці технології у свої методики навчання.

Підсумовуючи, поєднання доповненої реальності, віртуальної реальності та освіти STEAM відкриває студентам сферу широких можливостей, сприяючи розвитку творчості, критичного мислення та глибокого розуміння складних

концепцій та процесів. Ці технології також забезпечують занурення учнів у наукові концепції та проведення експериментів через віртуальні лабораторії. Інтеграція віртуальних лабораторій повністю узгоджується з принципами освіти STEM. Освітні заклади в усьому світі використовують ці віртуальні середовища, щоб доповнити традиційні методи навчання, надаючи студентам комплексний і динамічний досвід навчання.

Приклади експериментів VR і AR:

- Хімічні реакції (*Crocodile Chemistry, Model Chem Lab, VirtualLab (VLab)*): моделювання хімічних реакцій дозволяє учням спостерігати за перебігом процесів, вивчати механізми реакцій і стехіометрію. Це сприяє кращому розумінню складних хімічних явищ без ризику для здоров'я.
- Фізичне моделювання (*ROQED Physics Lab, Roqed Science*): вивчення фізичних понять, таких як рух, сила та енергія, через інтерактивне моделювання допомагає учням візуалізувати та краще зрозуміти абстрактні принципи фізики.
- Біологічні дослідження (*Google's AR Microscope, ConfocalVR, HoloAnatomy*): віртуальні розсічення й дослідження тканин та органів пропонують етичну альтернативу традиційним методам. Це дозволяє вивчати анатомічні особливості, функції органів і біологічні процеси (наприклад, циркуляцію крові, регенерацію клітин чи функціонування нервової системи).
- Наука про навколишнє середовище (*This is Climate Change*, *Virtual iSCool, ClassVR*): моделювання екологічних сценаріїв, таких як вплив забруднення чи зміни клімату, допомагає учням зрозуміти взаємодію екосистем, а також усвідомити наслідки людської діяльності для природи.

AR дає змогу візуалізувати абстрактні та теоретичні концепції, які складно продемонструвати за допомогою традиційних методів. Цей цифровий

інструмент перетворює складні ідеї в інтерактивний та візуально стимулюючий досвід.

AR дозволяє учням взаємодіяти з абстрактними ідеями в тривимірному середовищі, що захоплює. Наприклад, складні математичні рівняння або складні наукові теорії можна візуалізувати таким чином, що виходить за межі традиційних двовимірних представлень (GeoGebraAR/VR).

Доповнена реальність дає змогу динамічно візуалізувати дані, перетворюючи статичну інформацію на інтерактивні дисплеї, які змінюються в реальному часі. Абстрактні поняття, такі як історичні часові рамки або геологічні процеси, можна анімувати та маніпулювати ними в реальному часі. Цей динамічний аспект AR покращує розуміння та запам'ятовування, пропонуючи більш захоплюючий досвід навчання. Учні можуть взаємодіяти з абстрактним вмістом у власному темпі, досліджуючи різні аспекти концепції, доки не досягнуть повного розуміння. Ця адаптивність гарантує, що освіта стає більш інклюзивною та доступною для ширшого кола учнів.

По суті, презентація продуктів проєкту в контексті STEAM є можливістю для учнів не лише продемонструвати свої технічні навички, але й розвинути здатність ефективно передавати складні ідеї різноманітній аудиторії, що включає однокласників, учителів, батьків, експертів у відповідних галузях, а також ширшу громадськість, яка може не мати глибоких технічних знань.

Ми запропонували вчителям цифрові інструменти (VR/AR), серед яких вони мали вибрати ті, що не знають, ті, якими користуються, і ті, які використовували під час виконання STEAM-проєктів (табл. 1). В опитуванні 2023 року, проведеному з використанням Google Forms, взяли участь 87 вчителів ЗЗСО [11]. У таблиці значення подано у відсотках від загальної кількості респондентів. Опитування мало на меті виявити готовність вчителів використовувати цифрові технології для впровадження та підтримки STEAM-освіти.

Таблиця 1

Результати опитування вчителів щодо готовності використання цифрових інструментів під час проведення STEAM-проєктів

VR/AR	**Я не знаю** цей інструмент	**Я використовую** цей інструмент	**Я використовував** цей інструмент при проведенні **STEAM-проектів**	**Я знаю** цей інструмент, **але не використовую**	*Зауваження та пропозиції*
Unity/VR	36,8%	32%	17%	37%	Unity – потужний двигун для розробки ігор і додатків у віртуальній реальності. Він складний для використання, тому необхідно навчання
Google Expeditions/ VR	-	67%	39%	32%	
Google VR SDK	16%	68%	55%	15%	
ARCore (для Android) та ARKit (для iOS)	36,8%	32%	17%	37%	
Vuforia/AR	36,8%	32%	17%	37%	Цей ресурс є платним, тому його не завжди можна використати розом з учнями в класі
Zappar/AR	36,8%	-	-	63%	Zappar — це інструмент для створення AR-нотацій і відображення

					інтерактивного контенту за допомогою мобільних пристроїв
Cospaces Edu/VR	-	36,8%	30%	63%	Cospaces Edu – це веб-платформа, яка дозволяє вчителям і учням створювати віртуальні світи та інтерактивні уроки VR без програмування
AltspaceVR	16%	27%	9%	56%	
Metaverse Studio/AR	21%	79%	61%	-	Metaverse Studio – платформа для створення AR-додатків та інтерактивних ігор без програмування
Blippar/ VR та AR	21%	79%	42%	-	
CoSpaces Edu Merge Cube/AR	-	65%	39%	34%	
Mozilla Hubs/VR та AR	54%	-	-	46%	
SketchUp/VR та AR	36,8%	32%	17%	37%	
EasyAR	13,8%	25%	11%	61%	
Spark AR	13,8%	-	-	86%	Функція інструменту – створення масок для Instagram, що є досить

					специфічною та може використовуватися для обмежених завдань у STEAM-проєктах

Слід відмітити, що 100% вчителів, які взяли участь у опитуванні, використовують AR і VR для проведення досліджень і експериментів у рамках окремих навчальних предметів.

Вчителі демонструють різні рівні обізнаності щодо інструментів VR та AR та їхнього використання. Хоча деякі інструменти, як-от Google Expeditions, користуються високим рівнем застосування, інші, як-от Mozilla Hubs, демонструють нижчий відсоток використання.

Надаємо більш детальний аналіз отриманих даних. Цей аналіз містить обізнаності вчителів щодо інструментів VR та AR , використання та відгуків про різні інструменти VR і AR серед респондентів. Вказує на популярність і особливості застосування кожного інструменту в контексті проєктів STEAM.

Поширеність відповідей «Я не знаю цей інструмент» свідчить про необхідність цільових навчальних програм та ініціатив з підвищення обізнаності вчителів (Unity/VR, Vuforia/AR, Zappar/AR, ARCore (для Android) і ARKit (для iOS), Cospaces Edu /VR, SketchUp/VR та AR – 36,8% (32 респонденти); Google VR SDK – 16% (14 респондентів); Metaverse Studio/AR, Blippar/VR та AR – 21% (18 респондентів); EasyAR, Spark AR – 13,8% (12 респондентів)). Вчителі можуть отримати переваги для свого педагогічного розвитку від навчання учнів за допомогою використання ними цифрових технологій, оскільки це надає їм можливість розширити свої знання та навички в роботі з цими технологіями завдяки дослідної діяльності учнів та особистому ознайомленню з новими інструментами.

Поширеність відповідей «Я використовував цей інструмент під час виконання проєктів STEAM» свідчить про те, що такі інструменти, як Metaverse Studio, Google VR SDK, Blippar, Google Expeditions, CoSpaces Edu, є популярними виборами для проєктів STEAM (Metaverse Studio/AR – 61% (53 респонденти) ; Google VR SDK – 55% (48 респондентів), Blippar/VR і AR – 42% (37 респондентів); Google Expeditions/VR – 39% (34 респонденти); CoSpaces Edu – 30% (26 респондентів)).

Згадка про стягнення плати за такі інструменти, як Vuforia, викликає питання щодо фінансової доступності певних ресурсів для ЗЗСО. Вирішення цих проблем може передбачати пошук альтернатив або підтримку субсидованого доступу для посилення широкого впровадження цих інструментів у ЗЗСО.

Коментарі, які підкреслюють інтерактивний та привабливий характер таких інструментів, як Zappar, CoSpaces Edu та Metaverse Studio, вказують на посилення уваги до інтерактивного навчання в освітніх установах. Вчителі використовують інструменти як у сфері VR, так і в AR, що свідчить про потенціал для створення міждисциплінарних проєктів. Цей міждисциплінарний підхід відповідає цілям STEAM-освіти.

Отже, завдяки аналізу представлених даних і ідей стає очевидним, що використання цифрових технологій в STEAM-освіті пропонує багато переваг. Впровадження технологій занурення в освітні проєкти STEAM відкриває цілий світ можливостей як для вчителів, так і для учнів. Оскільки технології продовжують розвиватися, їхня інтеграція в освіту STEAM відіграватиме ключову роль у підготовці наступного покоління до викликів майбутнього.

Ми виділили такі особливості організації освітніх проектів STEAM з використанням імерсивних технологій, як-от: розширення поля творчості за допомогою AR та VR, занурення в наукові концепції та проведення експериментів через віртуальні лабораторії, візуалізація абстрактних концепцій через AR, командна робота в імерсивних середовищах та ін.

Ми з’ясували, що план створення та організації освітнього проєкту STEAM передбачає такі дії вчителя: формування теми проєкту відповідно до цілей навчання учня, змісту освіти та результату проєкту; визначення предмета, теми, віку учнів, часу підготовки, часу навчання, імерсивних технологій; формування мети першого уроку та завдань проєкту для занурення та мотивації учнів щодо проекту; визначення проблемних питань, які мають відображати реальний контекст чи проблему, а також стимулювати дослідження та вирішення проблем учнями завдяки застосуванню їхніх знань у галузях STEAM та використанню імерсивних технологій; опис діяльності учнів у проєкті; планування презентацій проєктних продуктів учнями.

STEAM-проєкти, що використовують технології занурення, часто відображають сценарії реального світу, надаючи учням можливість побачити практичне застосування своїх знань. Будь то моделювання наукового експерименту, проєктування віртуального міста чи удосконалення технологічної системи, учні отримують уявлення про те, як їхні навички STEAM застосовуються для вирішення реальних проблем.

Перспективою подальших досліджень є розробка курсів для вчителів, що сприятимуть удосконаленню педагогічної практики в організації та проведенні STEAM-проєктів із використанням цифрових технологій, зокрема імерсивних.

Список використаних джерел

1. Верховна Рада України, Закон Про освіту, 2017. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19/page?lang=en.
2. Верховна Рада України, Закон Про загальну середню освіту, 2020. URL: https://zakon.rada.gov. ua/laws/show/651-14?lang=en.
3. Верховна Рада України, Про наукову і науково-технічну діяльність, 2015. URL: https: //zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19?lang=en.
4. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти “Нова українська школа” на період до 2029 року / Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 р. No 988-р. URL: https://cutt.ly/dUgNtKn.
5. План заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/131-2021-%D1%80#Tex

6. Semerikov S.O., Mintii M.M., Mintii I.S., Review of the course “Development of Virtual and Augmented Reality Software” for STEM teachers: implementation results and improvement potentials, in: S. H. Lytvynova, S. O. Semerikov (Eds.), Proceedings of the 4th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021), Kryvyi Rih, Ukraine, May 11, 2021, volume 2898 of CEUR Workshop Proceedings, CEUR-WS.org, 2021, pp. 159–177. URL: https: //ceur-ws.org/Vol-2898/paper09.pdf.
7. Kukharchuk R.P., Vakaliuk T.A., Zaika O.V., Riabko A.V., Medvediev M.G., Implementation of STEM learning technology in the process of calibrating an NTC thermistor and developing an electronic thermometer based on it, in: S. Papadakis (Ed.), Joint Proceedings of the 10th Illia O. Teplytskyi Workshop on Computer Simulation in Education, and Workshop on Cloud based Smart Technologies for Open Education (CoSinEi and CSTOE 2022) co-located with ACNS Conference on Cloud and Immersive Technologies in Education (CITEd 2022), Kyiv, Ukraine, December 22, 2022, volume 3358 of CEUR Workshop Proceedings, CEUR-WS.org, 2022, pp. 39–52. URL: https://ceur-ws.org/Vol-3358/paper25.pdf.
8. Mintii M.M., Sharmanova N.M., Mankuta A.O., Palchevska O.S., Semerikov S.O. Selection of pedagogical conditions for training STEM teachers to use augmented reality technologies in their work, Journal of Physics: Conference Series 2611 (2023) 012022. doi:10.1088/1742-6596/ 2611/1/012022
9. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації / Поліхун Н.І., Постова К.Г., Сліпухіна І.А., Онопченко Г.В., Онопченко О.В. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с. URL: https://core.ac.uk/download/pdf/286032301.pdf
10. XR association releases “state of the industry report”, offering reflections on 2023 and a look ahead to 2024. (2023). URL: https://xra.org/wpcontent/uploads/2023/05/XRA-State-of-the-Industry-Report.pdf?utm_medium=website&utm_source=downloads&utm_campaign=SOTI
11. Soroko, N. Features of organizing steam educational projects using immersive technologies. *Physical and Mathematical Education*. 2024. 39(2), pp. 51-59. https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i2-07.

Розділ IX. Планування та проведення дистанційних уроків у закладах освіти

Франчук Н.П., Придача Т.В.

За останні десять років навчання із застуванням комунікаційних та інформаційних технологій стало звичним для більшості навчальних закладів. Важко визначити вагу навчальних матеріалів, яку учні отримують: безпосередньо від вчителя, через мережу Інтернет, через мультимедіа та з різноманітних засобів масового інформування.

Інтенсивний розвиток технологій на даному етапі розвитку суспільства і необхідність освіти протягом всього життя людини стало запорукою широкого використання інформаційно-комунікативних технологій в системі освіти в цілому. Розробка нових педагогічних підходів для реалізації можливостей використання технологій щодо покращення ефективності навчального процесу стало надзвичайно актуальним. Особливої уваги це набуло під час нагальної потреби (через складну епідеміологічну ситуацію в 2020 році) введення дистанційного навчання. На рівні держави заговорили про використання інформаційно-комунікативних технологій в освітньому. Були видані методичні рекомендації «Організація дистанційного навчання в школі» [1]. Міністерство освіти та науки України в 2020 році затвердило «Положення про дистанційну форму здобуття загальної середньої освіти» [2]. Хоча Міністерство освіти і науки України видало наказ № 466 «Про затвердження Положення про дистанційне навчання» ще 25.04.2013 р. проте реальність вимагала іншого, і його кілька разів удосконалювали. Останні зміни були внесені на підставі Наказу Міністерства освіти і науки № 345 від 18.03.2024 [3].

Серед напрямів розвитку інформаційно-комунікативних технологій хмарні технології є одними з найбільш привабливих для освітян. Перш за все для вдалої реалізації дистанційного навчання потрібно забезпечити

комунікацію усіх учасників освітнього процесу. Особливо це стосується самостійної роботи учнів під час дистанційного навчання та колективних навчальних досліджень, де першочергового значення набуває можливість постійного контакту учнів між собою, учнів з вчителем задля забезпечення моніторингу якості роботи суб'єктів навчання з метою своєчасного корегування їх діяльності.

Перш за все вибрати місце, в якому здобувач освіти буде отримувати організаційні відомості. Саме там розміщувати різні повідомлення про можливості учня в процесі навчання та зорієнтувати в розкладі уроків.

Багато питань виникає, коли потрібно налагодити зворотний зв'язок. Який повинен бути обов'язковим за використання будь-якого сервісу для забезпечення навчання. Тобто, потрібно надати можливість учневі поставити запитання та отримати на нього відповідь. Крім наявних месенджерів доречним є комунікація через Classroom, якщо у школи немає розгорнутої комп'ютерно-орієнтовані системи навчання.

Питання широкого використання технологій дистанційного навчання під час карантину виникає для багатьох: для дітей із особливими потребами; для роботи із обдарованими дітьми, зокрема під час підготовки до написання науково-дослідницьких робіт та до предметних олімпіад; для самостійного підвищення рівня обізнаності у певній предметній галузі; для ліквідації прогалин у знаннях тощо [4], [5], [6], [7].

Методичним, теоретичним і практичним аспектам використання технологій дистанційного навчання присвячені окремі наукові праці Т.А. Вакалюк [6], М.І. Жалдака [8], В. М. Кухаренка [9], Н. В. Морзе [10], С. О. Семерікова [11], Є. М. Смірнової-Трибульської [12], Ю. В. Триуса [13] та ін.

Положення дистанційного навчання, як навчання із застосуванням дистанційних технологій, розроблялися зарубіжними вченими Ч. А. Ведемейером (C. A. Wedemeyer) [14], Ф.Л. Алемнгемом (F. L. Alemnge) [15], Б. Гольмбергом (B. Holmberg) [16], Р. М. Делінгом

(R. M. Delling) [17], М. Муром (M. G. Moore) [18], О. Петерсом (O. Peters) [19] та ін. У «Положенні про дистанційне навчання» [2] дистанційне навчання визначається як індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, що відбувається в основному за опосередкованої через засоби телекомунікації взаємодії віддалених один від одного учасників навчального процесу у спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій.

За Є. М. Смірновою-Трибульською [12, с. 355], дистанційне навчання – це самостійна навчально-пізнавальна діяльність, одна із форм навчання.

Дистанційне навчання – це взаємодія педагога та студентів між собою на відстані, в якій висвітлюються всі притаманні навчальному процесу компоненти (мета, зміст, методи, організаційні форми, засоби навчання) на основі використання специфічних засобів Інтернет-технологій [12, с. 3].

В. М. Кухаренко вважає, що дистанційне навчання – це здобуття освіти за такої організації навчально-пізнавальної діяльності, коли поряд з очною та заочною в освітньому процесі використовуються кращі традиційні методичні здобутки минулого та інноваційні засоби, а також форми навчання, що ґрунтуються на використанні комп’ютерних і телекомунікаційних технологій [9].

В. М. Кухаренко одними з основних проблем у впровадженні дистанційного навчання виокремлює забезпечення зворотного зв’язку, визначення проміжних результатів навчальної діяльності для подальшого коригування навчального процесу, з метою досягнення запланованих результатів [9, с. 163].

На основі онлайн-занять та зворотного зв’язку можна розв’язувати проблеми, що виникають під час навчально-пізнавальної діяльності учнів і студентів, здійснювати її контроль та коригувати за необхідності.

Можливість постійного консультування з викладачем є невід’ємною частиною системи дистанційного навчання. Саме цей елемент, тобто

комунікація, результатом якої є зворотний зв’язок та за його результатами коригування навчального процесу, відрізняє правильно організовану систему дистанційного навчання [10, с. 114].

Існують платформи, які використовуються для організації дистанційного навчання учнів та студентів: MOODLE, Google Classroom, GIOS, Coursera, Khan Academy, Prometheus та інші. Зокрема для учнів основної та старшої школи використовувалися матеріали освітніх платформ «Мій клас», «На урок» та «Всеосвіта».

Дослідження окремих авторів ([6], [9], [10], [11], [13], [20], [21], [22], [23], [24]) присвячені створенню дистанційних курсів на основі MOODLE. До них включено ряд інструментів, використання яких забезпечує як управління навчальними ресурсами, так і управління навчально-пізнавальною діяльністю учнів на відстані; надає можливість проведення навчання і спільної роботи учнів між собою та з вчителем. Більшість розроблених у цій системі курсів призначено для студентів і зовсім мало – для учнів. Оскільки вчителі не мали доступу і методичної підтримки для розробки матеріалів на основі MOODLE, то використовувалися такі курси для школярів у поодиноких випадках.

Багато платформ для організації дистанційного навчання з уже розробленими матеріалами є платними, зокрема – освітня платформа «Глобальна інноваційна онлайн-школа. Математика, 5-9 клас» (GIOS) [25], рекомендована Міністерством освіти та науки України. Д. В. Васильєва у своєму дослідженні розглядає вищезгадану платформу як ефективний засіб для впровадження змішаного навчання: тобто, коли частина нового матеріалу вивчається учнями самостійно вдома з використанням платформи GIOS, а в класі, разом з вчителем, учні виконують завдання на усвідомлення та закріплення розглянутого вдома нового матеріалу, на формування навичок розв’язування задач з відповідної теми, на діагностику набутих знань і вмінь тощо [26, с. 24].

Матеріали, розміщені на платформах GIOS, «Мій клас», «На урок», «Всеосвіта» для вивчення математики та інформатики, підготовки до ДПА і

ЗНО (тепер НМТ) використовували більшість вчителів України. Після реєстрації облікового запису користувача (аккаунта) вчителя кожен аккаунт учня прикріплювався до аккаунта вчителя. Відповідно, вчитель мав доступ до матеріалу, опрацьованого учнями, легко і швидко здійснював контроль й оцінювання виконаних завдань.

Платформи Coursera [27] та Prometheus [28] більше спрямовані на студентську аудиторію та учнів старших класів. Там розміщені курси для підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання.

Основна частина курсів на Coursera триває 6-10 тижнів. Кожне домашнє завдання або тест мають бути виконані за певний проміжок часу. За умови успішного складання тестів і завершального іспиту слухачеві видається відповідний сертифікат.

Курси на Prometheus складаються з відеолекцій, динамічних завдань, форуму, що доступні у будь-який час.

В Khan Academy Ukrainian подано відеофрагменти та курси українською мовою, посилання на які можна розміщувати на своєму дистанційному курсі чи сайті для вивчення нового матеріалу.

У процесі навчання математики в закладах загальної середньої освіти, а саме під час навчання основ теорії ймовірностей, де потрібно використовувати, повторювати і закріплювати знання з геометрії, алгебри і початків аналізу, можна використовувати програмний комплекс Gran (Gran1, Gran 2D, Gran 3D) розміщений на віддаленому сервері за посиланням: gran.npu.edu.ua пароль доступу gran.

З 14 березня 2022 року МОН спільно з компанією Google Україна запустили цифрову платформу – Всеукраїнський онлайн-розклад – https://mon.gov.ua/ua/vseukrayinskij-rozklad (Рис. 1). Це було зроблено для того, щоб всі, хто займатиметься дистанційно, вимушено тимчасово переїхав в інший регіон країни або за кордон, змогли долучитись до навчання. До неї отримали доступ всі бажаючі в реальному часі. Кожен урок містив відео, конспект, тестові завдання (Рис. 2).

Рис. 1. Розклад для 7 класу на тиждень.

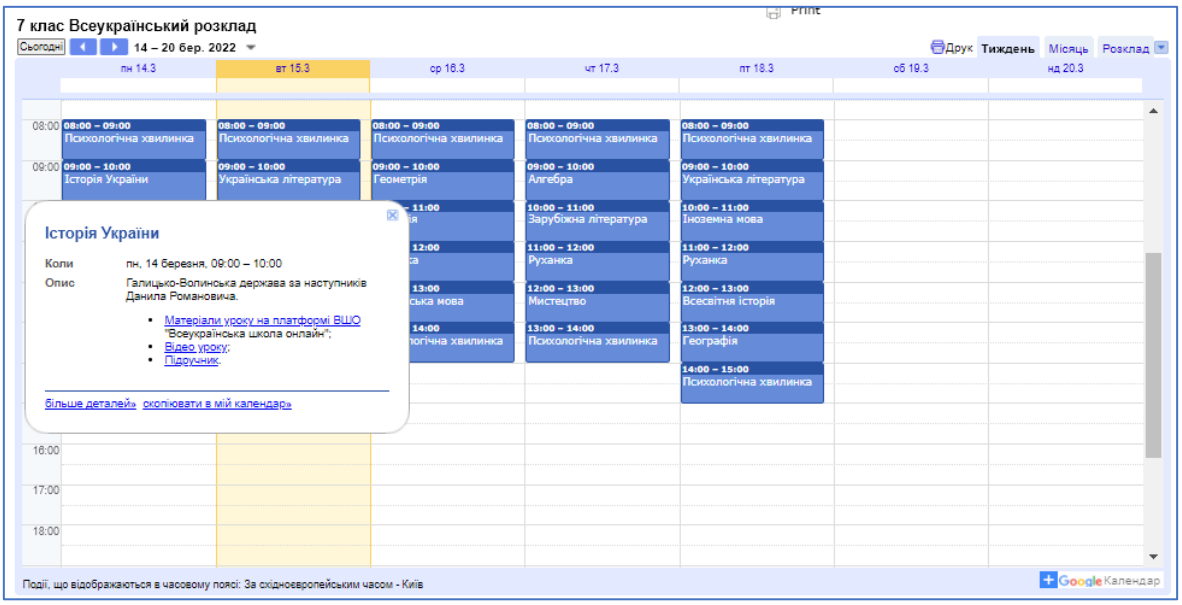


Рис. 2. Матеріали до уроків.

Щоб учні могли приєднатися до навчання, МОН України використовує платформу "Всеукраїнська школа онлайн". На цій платформі учні 5-11 класів можуть отримати повний доступ до навчальних матеріалів. Зараз Всеукраїнська школа онлайн знаходиться за посиланням: https://lms.e-school.net.ua/ (Рис. 3).

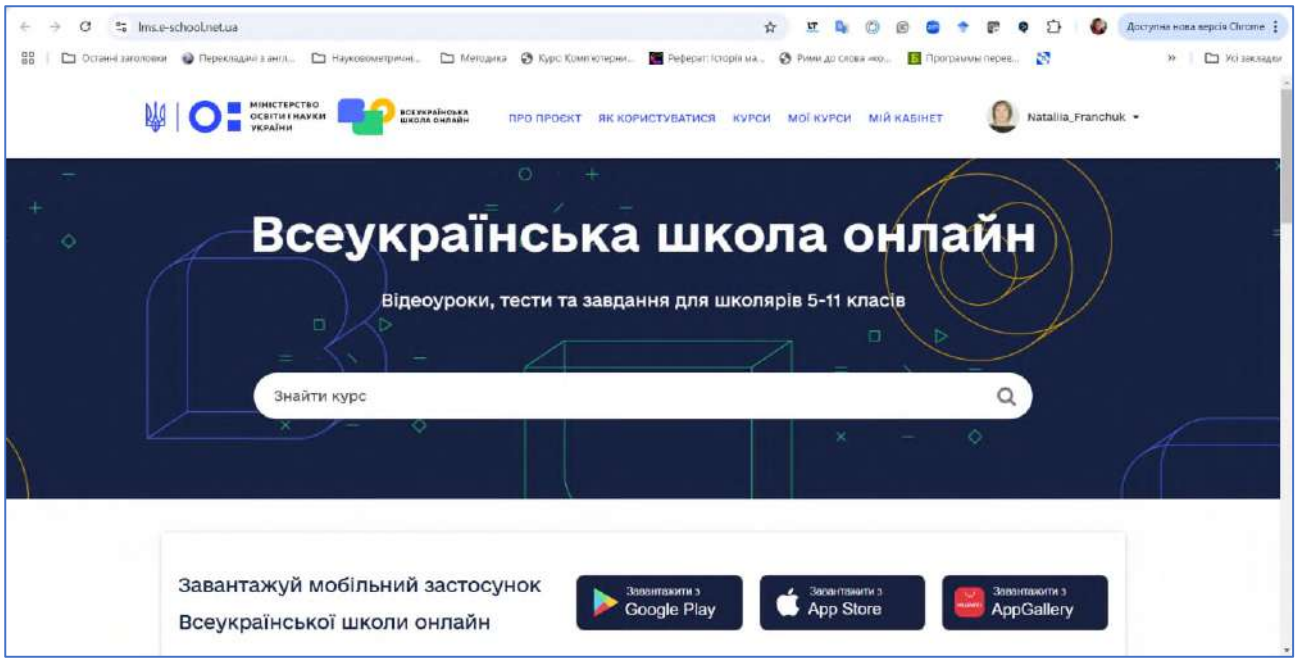


Рис. 3. Всеукраїнська школа онлайн

Мета: розкрити методику організації онлайн-занять під час дистанційного навчання, зокрема з математики та інформатики.

Оскільки для проведення дистанційного навчання не було достатнього дидактичного забезпечення, то потрібно було його розробляти. З різних галузей науковці та педагоги почали розробки власних електронних навчальних матеріалів (записів демонстрацій екрану, презентації з відповідними коментарями, відеоуроків, тестів, самостійних та контрольних робіт з автоматичною перевіркою тощо). Відсутність досвіду роботи у такому режимі компенсувалася через самоосвітню діяльність учителів (вебінари, практичні онлайн-заняття, обмін досвідом тощо).

Налагодження зворотного зв’язку стало першочерговим завданням для класних керівників та кураторів груп, щоб забезпечити спілкування в реальному часі (чати) всіх учнів. До таких систем відносяться програмні засоби Viber, Telegram або інші системи для передавання миттєвих повідомлень (месенджери). На основі їх використання учасники дізнавалися останні новини, отримували запрошення на онлайн-уроки (наприклад, через Zoom) та

нагадування про необхідність виконання завдань для самоопрацювання. Інколи, використовуючи ці самі месенджери, учні надсилали і виконані завдання.

На перших уроках інформатики доцільно створити аккаунт в системі Google (для тих, у кого його немає), оскільки багато хмарних сервісів, що використовуються для дистанційного навчання, пропонує саме компанія Google. Далі слід ознайомити учнів із особливостями роботи з Google Диск, Google Forms, Google Meet та ін. Сервіси Google Meet та Zoom стали основними для проведення онлайн-занять для учнів та студентів. Використовуючи інструменти «Маркер», «Демонстрація екрану», можна було наблизити їх до очних занять, хоча в кожного із сервісів були і певні недоліки: для Google Meet – обмеження до 25 учасників (інколи учнів у класі більше) (у версіях для навчальних закладів 100 осіб, а на час карантину розширили до 250 осіб). З першого січня 2022 року припинено запис зустрічі. Для цього потрібно придбати розширену версію.

Використання автоматизованих систем (табл. 1) дає змогу спростити організацію освітнього процесу за допомогою новітніх технологій. В деяких із них можна бачити рейтинг успішності дитини серед учнів класу та школи.

Використання однієї із таких платформ дозволяє вчителям більше часу приділяють освітньому процесу, а учні та їхні батьки стають активними учасниками цього процесу. Системи мають стандартизований захист даних та працюють на основі хмарних технологій, не займаючи місця на персональному комп’ютері [23].

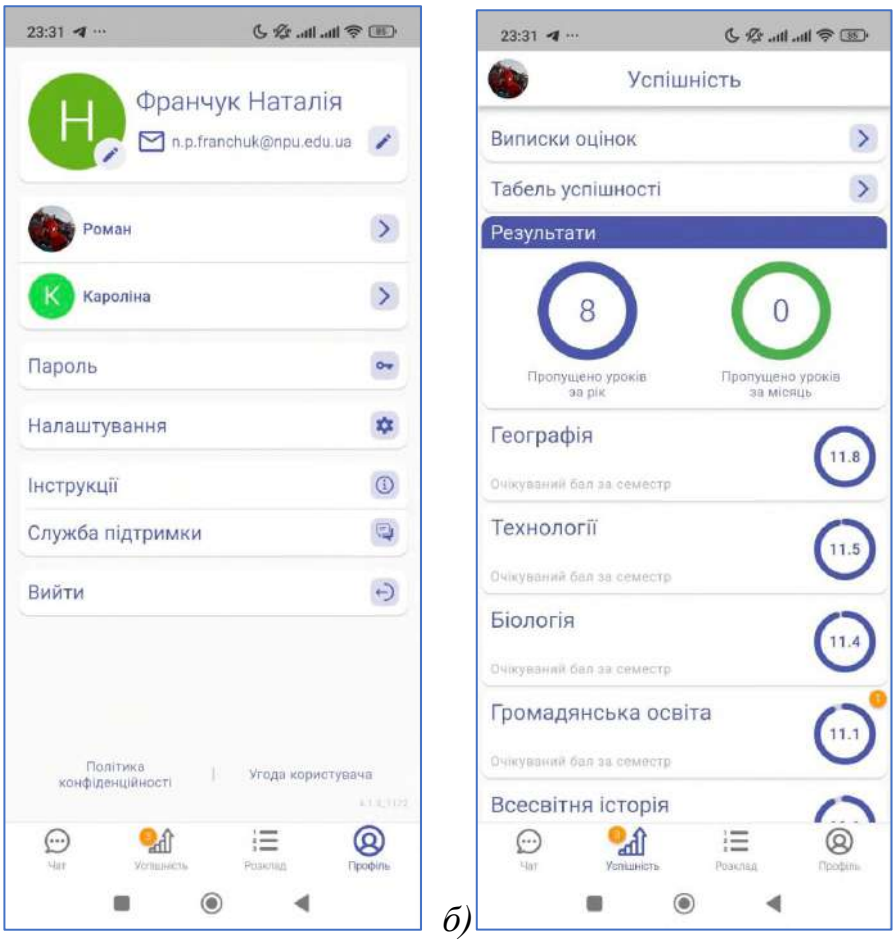
Використання однієї із таких платформ надає можливість спростити організацію освітнього процесу. Названі інформаційно-комунікаційні автоматизовані системи призначені для закладів освіти, учнів та їхніх батьків, а також для органів управління освіти і рекомендовані Міністерством освіти та науки України. В системі реєструються вчителі, адміністрація, учні та батьки. Наприклад, в системі «Єдина школа» кожен учасник освітнього процесу (учень, вчитель, батьки) має можливість завжди переглянути щоденник: у комп’ютері, планшеті або мобільному телефоні [30]. Для цього потрібно підключення до

мережі Інтернет та спеціальний додаток, вхід до якого відбувається через обліковий запис користувача. Учень має змогу переглянути лише свої оцінки та завдання, батьки ж можуть бачити результати всіх своїх дітей (Рис. 4).

Таблиця 1

Порівняння освітніх платформ

№	Характеристики		Назва освітньої платформи					
			Нитап школа	E-Journal	Моя школа	Єдина	ий журнал від	Нові знання
1.	Базові функції	Виставлення оцінок	+	+	+	+	+	+
2.		Виставлення відвідуваності	+	+	+	+	+	+
3.		Виставлення домашнього завдання	+	+	+	+	+	+
4.		Заповнення листків здоров'я	+		+	+	–	–
5.		Заповнення відомостей про батьків	+	+	+	+	–	+
6.		Можливість розділити клас на певні групи (ділення на англійську мову і т.д.)	+	+	+	+	+	+
7.		Для різних класів різний початок / кінець / тривалість уроків	+	+	+	+	+	+
8.		Заповнення вакансій	+	–	+	+	–	–
9.		Завуч може проводити перевірки та залишати зауваження	+	–	+	+	–	–
10	Додаткові функції	Однократне введення багаторазове використання	+	–	+	+	–	–
11		Приєднання дітей до системи	+	+	+	+	+	+
12		Імпорт списків та довідників	+	+	+	+	+	+
13		Експорт списків, довідників, сторінок журналу	+	+	+	+	+	+
14		Використовувати «софт» і не вести паперовий журнал	+	+	+	+	–	+



а) *б)*

Рис. 4. Відомості про успішність учня в системі «Єдина Школа».

Для вчителів проведення уроків дистанційно має свої особливості. Найперше необхідно розробити навчальний план занять, до якого можна включити таке:

– теоретичний матеріал подається на самостійне опрацювання (параграфи з підручника, посилання на відео-уроки тощо), а результати виконання практичних завдань перевіряються дистанційно;

– організація онлайн-консультацій вчителів: через відео-конференції чи телефонний зв’язок;

– надання учням дистанційних уроків з використанням системи MOODLE для самостійного опрацювання (прочитати теоретичний матеріал, дати відповіді на запитання, переглянути приклади розв’язування задач, виконати тестові завдання для закріплення знань або творче завдання);

– онлайн-заняття через Skype, Google Meet чи Zoom. Чим молодші за віковою категорією учні, тим більше потрібно проводити таких занять;

– методично вмотивоване використання матеріалів платформ GIOS, «Мій клас», «На урок», «Всеосвіта» з врахуванням індивідуальних особливостей учнів класу;

– створення віртуальних класів на «ClassDojo», «Google Classroom», «Learning Apps» (платформа доступна за використання ноутбуків, персональних комп'ютерів, планшетів, мобільних пристроїв);

– розміщення бланків опорних конспектів, схем, алгоритмів, формул, які можна роздрукувати чи заповнити онлайн;

– перегляд відео-уроків на телеканалах у реальному часі чи на каналах в системі YouTube, проведених у рамках проекту «Школа онлайн». Доцільно розподіляти ці відео-уроки за етапами, щоб учням було зручніше з ними ознайомлюватися;

– для підготовки учнів до зовнішнього незалежного оцінювання чи національного мультимедійного тесту розміщувати завдання (у вигляді Google Forms) лише з однієї теми, попередньо повторивши відповідний матеріал; пропонувати виконати тестування на студії онлайн-освіти EdEra. На сайті www.osvita.ua розміщені завдання усіх сесій зовнішнього незалежного оцінювання з автоматичною їх перевіркою. Якщо завдання виконане неправильно, то можна прочитати методичний коментар із цієї теми та дізнатися правильне розв'язування. Теми, у яких були допущені помилки, необхідно опрацювати додатково, повідомивши про це вчителя;

– застосування інструментів спілкування у дистанційному навчанні: електронна пошта (листування вчителя й учнів через мережу Інтернет для консультування та надсилання завдань); чат; особисті вебсторінки учителів для розміщення матеріалів (сайти чи блоги), Viber, Telegram або інші месенджери.

Доречним є застосування функції «сесійні зали», це дозволяє організаторам розподіляти учасників основної зустрічі на менші групи для

обговорень, групової роботи чи виконання завдань. Об'єднувати можна від двох осіб для обговорення, а потім заслухати спікера від кожної команди.

Для максимально вдалого проведення заняття через Zoom потрібно пам'ятати кілька правил організації відеоконференції в цьому додатку, а саме:

1. Користуватися «залою очікування».
2. Створити зали регулярних конференцій.
3. Відстежувати увагу учасників.
4. Запитувати управління робочим столом учасників.
5. Слідкувати за фоном в кадрі (Settings/Background & Filters/Virtual Backgrounds).
6. Записувати свої наради.
7. Вдосконалювати зовнішній вигляд (Settings/Video/Touch up my appearance).

Однією з найдієвіших форм дистанційного навчання можна вважати проведення онлайн-занять через мережу Інтернет. Водночас усі заняття повинні відповідати усталеним вимогам, до прикладу, за дидактичною метою й місцем уроку в загальній системі навчання, виокремлюють: урок засвоєння нових знань; урок засвоєння умінь й навичок; урок застосування знань, умінь й навичок; урок узагальнення й систематизації; урок перевірки і коригування знань, умінь та навичок; комбінований урок.

Кожен тип уроку складається з певних елементів, що згадані нижче. Розглянемо способи їх подання під час онлайн-занять з математики та інформатики.

Організаційна частина. До неї відносять привітання, перевірку засобів зв'язку, наявності необхідних інструментів, повідомлення плану заняття з метою активізації уваги, створення робочої атмосфери тощо. Час, що відводиться на реалізацію цієї частини уроку залежатиме від якості проведеної підготовчої роботи до самого заняття: доступність посилання-запрошення, швидкість передавання даних через мережу Інтернет, відведення часу на під'єднання всіх учасників до зустрічі режимі онлайн. Одразу бажано показати,

де буде розміщено запис заняття для повторного перегляду.

Організаційний етап кожного уроку покликаний створювати атмосферу довіри та доброзичливості, забезпечити комфортну обстановку та психологічний настрій учнів. Тому необхідно з самого початку уроку створити такий робочий настрій, щоб усі були готові до сприйняття навчального матеріалу. Вчитель може проводити організацію класу до уроку за допомогою різних методів і прийомів, але вони повинні використовуватися з урахуванням вікових та індивідуальних особливостей учнів та їх інтересу до навчального предмету.

Перевірка домашнього завдання під час дистанційного навчання може здійснюватися ще до початку наступного заняття. Разом з тим потрібно не лише проводити оцінювання виконаної роботи, але й коментувати її, вказуючи на допущені помилки та неточності, пояснювати, що їх спричинило, і як потрібно їх виправляти. Наприклад, якщо це був тест, то учні одразу ж отримують оцінку після його виконання з відповідними коментарями. Під час проведення онлайн-заняття можна перевірити знання формул, означень тощо, опитавши кількох учнів. Також можна навести приклади завдань, подібних до домашніх, під час виконання яких викликали найбільші труднощі. Ці шаблони доцільно розміщувати у дистанційному курсі чи на сайті, щоб учні могли з ними ознайомитися потім самостійно, якщо не встигнуть щось записати під час онлайн-заняття (Наприклад: **Помилка! Джерело осилання не знайдено.**5).

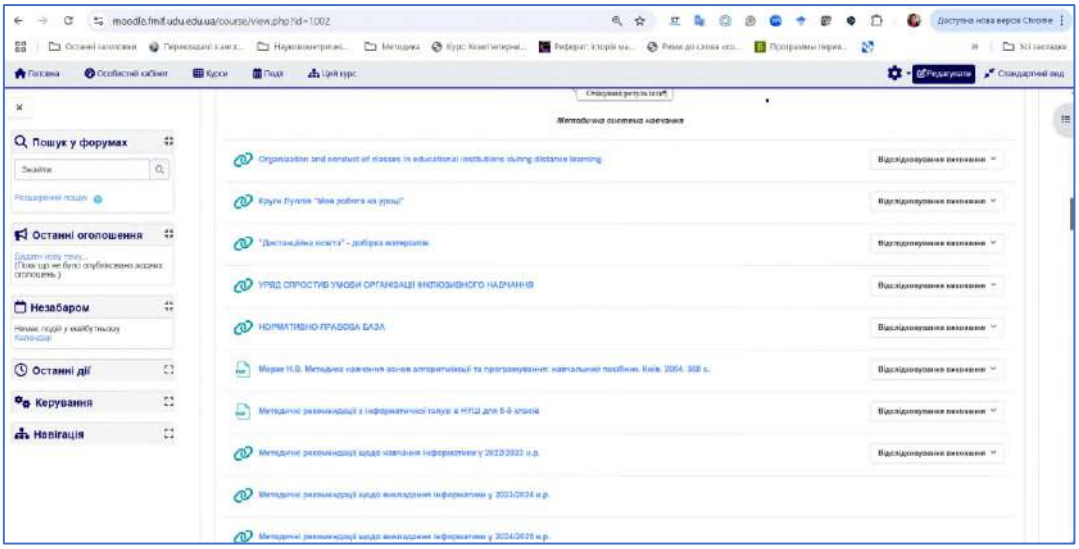


Рис. 5. Розміщення додаткових ресурсів у дистанційному курсі

Контроль знань і вмінь учнів – обов'язкова умова результативного навчального процесу. Про вимоги до рівня підготовленості учнів повинен знати не тільки вчитель, але й учень, і його батьки. Під час правильно організованої системи обліку успішності, оціночні бали повинні бути об'єктивними сигналами щодо доопрацювання обов'язкового навчального матеріалу.

Мотивація та стимулювання навчальної діяльності – дуже важливий етап онлайн-заняття, оскільки від його ефективності залежить ефективність проведення уроку загалом. Зацікавити учнів вивченням певної теми краще за допомогою мультимедійних матеріалів, демонстрацій, динамічних моделей тощо. Вчитель може коментувати ці матеріали, робити позначки або запропонувати учневі виконати експеримент із динамічною моделлю і продемонструвати його результати, використавши режим демонстрації свого екрану. Значну кількість ресурсів такого типу можна знайти у мережі Інтернет (відеоролики YouTube, Khan Academy, освітні портали «На урок», «Всеосвіта»). Посилання на ці ресурси мають бути доступні учням і після заняття.

Слід враховувати, що надмірне використання електронних ресурсів на заняттях може сформувати у здобувачів освіти враження, ніби урок є лише грою за комп'ютером. Щоб цього не сталось, вчитель повинен ґрунтовно підходити до добору того чи іншого завдання. Тільки під час правильного вибору чи створення вправи, завдання чи гри, використання електронних освітніх ресурсів дозволить не тільки зацікавлювати здобувачів освіти до вивчення предмету, а й урізноманітнювати процес, зроблять його сучасним, пізнавальним.

Під час *актуалізації опорних знань* потрібно нагадати попередній вивчений матеріал, на базі якого засвоюватимуться нові знання. Це можна зробити у вигляді заповнення міні-конспектів, графічних-схем, бланки для яких учні переносять у зошит чи роздруковують заздалегідь. Це дозволить узгодити термінологію та мотивувати учнів на поглиблення знань з певної теми. Такі матеріали учні можуть зберігати і використовувати надалі для підготовки до державної підсумкової

атестації і зовнішнього незалежного оцінювання, а студенти – до екзаменів. В деяких підручниках, наприклад [31], можна знайти вже готові міні-конспекти (Рис.), що знаходяться на початку кожного параграфа.

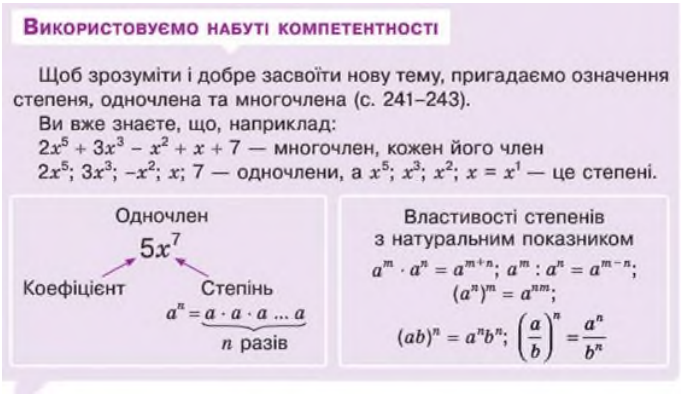


Рис. 6. Міні-конспект для актуалізації опорних знань з теми «Ділення степенів і одночленів» з підручника [31]

Пояснення нового матеріалу полягає не тільки у його поданні, а й у відповідному управлінні процесом засвоєння учнями нових знань. Для успішного оволодіння учнями новими знаннями вчителеві необхідно подбати про:

– належне сприймання та розуміння навчального матеріалу. Доцільно подавати нові факти у вигляді презентацій з анімаціями. На слайд треба виносити лише основні поняття і твердження, які учасники мають законспектувати, слухаючи пояснення вчителя. Бажано, щоб всі презентації були створені за однаковими шаблонами. Виокремлювати кольором та рамками потрібно лише головне, тоді учасники знатимуть без коментарів, що саме треба записати у зошит. Також на цьому етапі треба запропонувати учням алгоритми і приклади розв’язування типових завдань, вказавши сторінки підручника, на яких вони розміщені;

– закріплення нових знань відбувається шляхом опитування учнів, виконання під керівництвом вчителя завдань (демонстрація екранів), можна провести невеличку самостійну роботу тощо;

– застосування нових знань у різноманітних ситуаціях можна здійснювати під час роботи в онлайн-лабораторіях, показуючи прикладну спрямованість матеріалу, що вивчається. На цьому етапі можна виконати завдання підвищеної складності або завдання з підручника з рубрики «Використовуємо набуті компетентності». Тут можна використати групову форму роботи для виконання міжпредметних проектів, теми яких можна знайти у підручниках або в навчальній програмі з дисципліни. До онлайн-заняття можна запросити до участі фахівців різних професій для обміну досвідом та подальшої мотивації вивчення предмету.

Як показує практика, на сьогодні існує велика кількість різноманітних програм та курсів, за допомогою яких можна підтримувати та покращувати навчання. В літературі описано ряд засобів, які можна і доцільно використовувати в процесі навчання будь-яких дисциплін. До таких програмних засобів відносять: редактори презентацій (Animoto, Google Slides, HelloSlide, Open Office Impress, Power Point, Prezi, Reveal, Slidebomb, Sliderocket, Slideroll, SlideShow, Tackk, ZohoShow), відео та аудіо (Flash, KMPlayer, QuickTime, Windows Media або вбудований програвач Windows), текстові редактори (WordPad, LibreOffice, Microsoft Word, онлайн редактор від компанії Google), мережа Інтернет (Coggle, MindMeister, FreeMind, LucidChart, Mind Map, Mindomo, Інфографіка з мережі), тематичні спільноти (блоги, соціальні мережі, ведення «Живого журналу»).

За допомогою хмар слів можна візуалізувати матеріал з теми у більш наочний спосіб, а ще це сприяє швидкому запам’ятовуванню. До систем, за допомогою яких можна створювати хмари слів належать: WordArt, Word It Out, Word Cloud Generation, Wordcloud.pro.

Діагностування знань учнів допомагає вчителеві та учням з’ясувати причину нерозуміння певного елемента змісту навчання, невміння чи помилкового виконання інтелектуальної або практичної дії. Її можна реалізувати за допомогою творчого перенесення знань і навичок у нові ситуації; робота учня буде одразу оцінена, якщо буде здійснюватися автоматична

перевірка виконання завдань. Краще такі завдання складати диференційовано з кількох послідовних частин і перевіряти не лише кінцевий результат, але й контролювати процес його отримання. Під час оцінювання такої роботи слід не лише виставляти отриманий бал, але й коментувати нестандартні розв'язування та прийоми, забезпечуючи індивідуальний підхід до творчих знахідок учнів. Наприклад, для початкового і середнього рівня потрібно обрати правильний варіант з кількох запропонованих, для достатнього – ввести правильну відповідь, для високого – надіслати файл із повним розв'язуванням.

Після опанування кожної теми під час дистанційного навчання можна використовувати анкети, в яких учень сам може оцінити свої результати навчання за такими показниками:

– зрозумів, можу розв'язати самостійно;
– зрозумів, можу розв'язати з підказкою;
– не зрозумів, не можу розв'язати.

Оскільки на сьогодні не розроблена єдина система оцінювання під час дистанційної форми навчання, то можна користуватися тими засобами, які комфортні для всіх учасників освітнього процесу. Доречним буде використання програм Classtime, Google-форма, Learningapps, Перш за все потрібно намагатися надавати учням більше підтримки, ніж критики, вони й так страждають від соціальної ізоляції та вимушеного перебування вдома.

Узагальнення та систематизація знань досить ефективно контролюється під час дискусій, що дозволяє учням обговорити між собою та з вчителем проблемні запитання. Перевіряючи, аналізуючи й оцінюючи роботи та проєкти однокласників, учень аналізує й власну роботу і може скоригувати свою подальшу навчальну діяльність для отримання якомога кращих результатів. Контрольні та самостійні роботи треба проводити або у кількох варіантах, або з випадковим вибором питань, щоб запобігти списуванню. Обов'язково включати до них не лише тестові завдання, а й завдання з відкритою відповіддю, надісланою у вигляді файлів. Це дозволить перевірити правильність міркувань, обґрунтування кроків, правильність побудови рисунка

(фото виконаної роботи, динамічна модель, рисунок, відео фрагмент тощо). На даному етапі доречним буде використання програми Image Chef, Tagul, Wordle, Wordwall.

Слід зауважити, що використання динамічних вправ на будь-яких платформах передбачає виконання практичних дій від здобувачів освіти. Це можуть бути вправи розроблені вчителем або ж самими учнями після вивчення нового матеріалу.

Динамічні вправами і комп'ютерні дидактичні ігри можна створювати з використанням таких програм як: Classtools.net, Zondle, Learningapps, Studystack, Smart Notebook, MapKit.

Підведення підсумків уроку передбачає короткий аналіз того, що нового дізналися учні на занятті, якими знаннями та вміннями оволоділи, яке значення мають ці знання для наступного етапу навчання. Наприкінці онлайн-заняття обов'язково потрібно з'ясувати, чи достатньо зрозумілим був урок, чи задоволені учні своєю роботою і отриманими знаннями. Для цього можна провести анкетування за допомогою сервісу Google Forms, відправивши відповідні смайлики (позначки) у загальний чат, безпосередньо опитавши учнів.

Проведений аналіз уже існуючих електронних освітніх ресурсів дозволяє стверджувати, що більшість з них можуть бути ефективними, адже побудовані методично правильно. Використання під час навального процесу різних завдань, вправ дозволяє вплинути на увагу, мислення та пам'ять здобувачів освіти. Також можна виділити такі переваги електронних освітніх ресурсів: електронні ресурси містять компоненти для розробки авторських електронних ресурсів, що дозволяють учителям проєктувати власні презентації до уроків, дидактичні ігри, тестові завдання, динамічні вправи та завдання. Використання вбудованих графічних засобів дозволяє реалізовувати різноманітні завдання.

У якості *домашнього завдання* може бути запропоновано повторення матеріалів уроку, що будуть розміщені в курсі чи на сайті, переглядання додаткових вебресурсів (наприклад, уроки через телебачення), виконання диференційованих завдань, проходження тесту або участь в обговореннях

тематики (форум), динамічні вправи в Learning Apps тощо. Учням бажано вказати параграфи з підручника, де розміщено матеріал стосовно відповідної теми, щоб вони могли працювати не лише за комп'ютером. Зміст домашнього завдання треба записати в електронний щоденник системи «Моя школа» (Рис. 7), там же можна прикріпити необхідні файли для опрацювання та вказати кінцеву дату щодо його виконання. Якщо ж електронного щоденника немає, то оцінки повідомляються через класного керівника кожному учневі індивідуально.

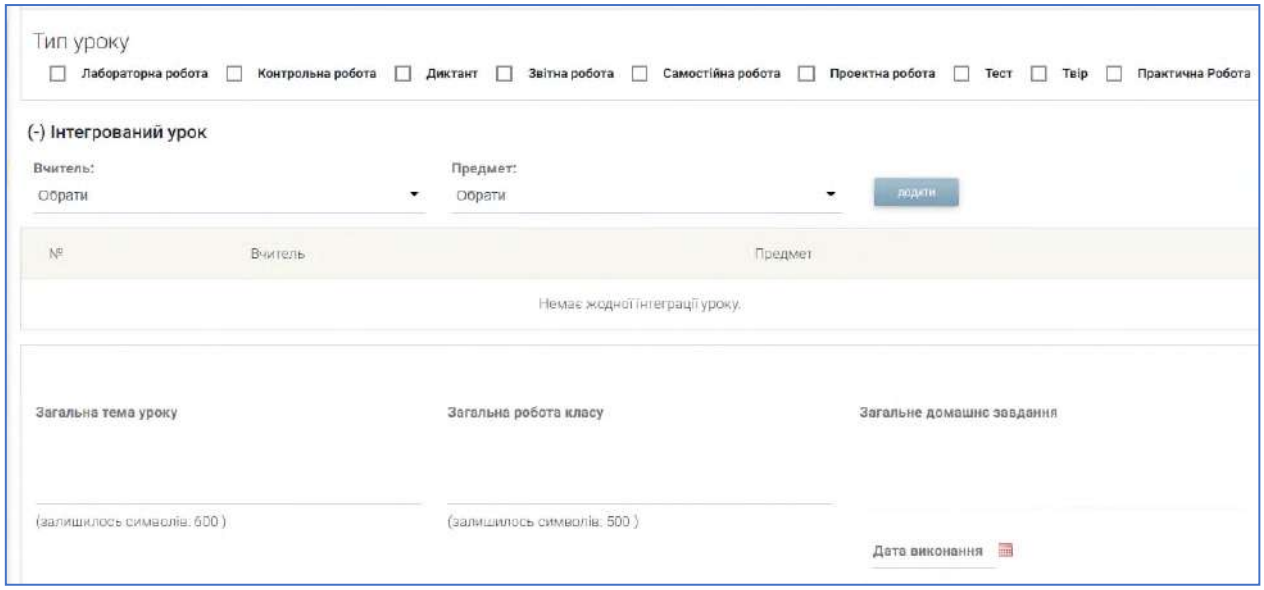


Рис. 7. Сторінка електронного журналу вчителем в системі «Моя школа»

Оскільки на цей момент ситуація нестабільна, бо в Україні триває війна, то продовження дистанційного навчання є можливим і надалі. Тому для успішного його впровадження необхідно дотримуватися таких рекомендацій:

– зареєструватися на обраній платформі дистанційного навчання, створити групи, включивши до них учнів;

– створити електронні навчальні матеріали: публікації з гіперпосиланнями на словник термінів, динамічні моделі, посилання на різноманітні ресурси, практичні завдання тощо, які розміщені в мережі Інтернет;

– розробити форми для надсилання відповідей на завдання: тести, електронні адреси (бажано для кожного класу окремо через велику кількість робіт) тощо;

– розмістити документи у спільному доступі для коментування, додаткових питань, групової роботи над проєктом;

– оцінювання проводити індивідуально, бал виставляти в електронний щоденник систем «Моя Школа» або «Єдина Школа» для забезпечення зворотного зв'язку з батьками.

Також під час організації дистанційного навчання доречно використовувати такі електронні освітні ресурси:

Навчальні пазли (http://www.jigsawplanet.com) – сервіс, за допомогою якого школярі легко можуть збирати вже готові пазли, або ж створювати свої. У використання сервіс досить простий, тому труднощів освоєння не повинно виникнути.

Шкала часу (http://timetoast.com, http://www.slideshare.net, http://www/dipity.com) – це динамічна технологія, яка є хронологічною шкалою часу. Будь-яку шкалу можна наповнити фотографіями, текстами та ілюстраціями.

Віртуальна дошка (http://en.linoit.com) – візуальний засіб за допомогою якого можна фіксувати свої ідеї, думки. Під час навчального процесу даних засіб можна використовувати в процесі проведення мозкового штурму.

Кросенс «перетин слів» – це унікальна технологія схожа на кросворд, яка є замкненим ланцюгом із дев'яти квадратів (зображень). Кожне наступне зображення має зв'язок з попереднім. Читається крос сенс зліва направо. Дане завдання розвиває логіку, творче мислення. Середовищем створення кроссенсу може бути Word, PowerPoint, Paint тощо. В залежності від мети, дану технологію можна використовувати на будь-якому етапі уроку.

Динамічні зображення (ThingLink, https://www.thinglink.com/) – ресурс, який є мультимедійним плакатом з маркерами. Дані зображення можуть містити у собі: короткі конспекти, карти, таблиці, цілі проекти з теми,

тематичні схеми. Використання динамічних зображень дозволяє проводити інтерактивні ігри, вікторини, конкурси, організовувати групову, колективну, проєктну діяльність.

Персональний сайт вчителя – ресурс максимально наближений до потреб здобувачів освіти певного навчального закладу. Використання сайту вчителя дозволяє організувати тісний зв'язок між вчителем та учнями, між учнями та учнями. Також є системи спеціального призначення, за допомогою яких виконуються вузькоспеціалізовані завдання стосовно організації освітнього процесу, або системи для підтримки сайтів візиток (без використання SQL-бази даних, які ще називають простими (Lite)), за допомогою яких створюються сайти-візитки для інформування учасників навчального процесу. Наповненням сайту можуть бути: конспекти уроків (текстовий документ чи презентація), програми, плани, контрольні запитання, тестування, додаткові матеріали, проведення вебінарів тощо.

Наше дослідження було проведено з використанням змішаної методології, яка поєднувала кількісні та якісні підходи. Основними етапами методики були:

1. Аналіз літературних джерел. Було вивчено науково-методичні праці, які стосуються організації дистанційного навчання, використання хмарних технологій та освітніх платформ в освітньому процесі.

2. Розроблено та апробовано серію дистанційних занять з використанням платформи Google Classroom і Moodle. В експерименті було задіяно авторські навчальні матеріали, такі як відеоуроки, динамічні тести, презентації та завдання для самостійної роботи.

3. Результати здобувачів освіти оцінювалися шляхом аналізу виконаних тестів, самостійних і контрольних робіт. Це дозволило відстежити рівень засвоєння навчального матеріалу.

Ефективність дистанційного навчання з використанням хмарних технологій значно підвищила доступність навчальних матеріалів. Це дозволило

забезпечити безперервність навчання навіть у складних умовах. Учителі використовують різні платформи, проте для закладів вищої освіти найпопулярнішими є платформи Google Classroom і Moodle, оскільки є найзручнішими для організації освітнього процесу. Водночас кожен заклад освіти в праві сам вирішувати якою платформою користуватися для ефективного управління ресурсами та комунікаціями зі здобувачами освіти.

Нами виявлено потребу у створенні методичних систем для впровадження дистанційного та змішаного навчання. Особливу увагу необхідно приділити адаптації платформ до індивідуальних потреб здобувачів освіти, й використанню інноваційних підходів для підвищення якості освітнього процесу.

Для успішної реалізації дистанційного навчання необхідно: забезпечити вчителів та викладачів технічною підготовкою через навчальні програми та тренінги; створити стандартизовані методичні матеріали для дистанційного навчання; забезпечити постійний зворотний зв'язок між учасниками освітнього процесу для моніторингу та коригування навчальної діяльності.

Розглядувані програмні засоби доцільно запроваджувати в закладах загальної середньої освіти, використання яких допоможе полегшити взаємодію між вчителями, батьками та учнями. Це допоможе мотивувати учнів до відвідування занять та вивчення навчальних предметів.

Дидактичні основи дистанційного навчання формувалися на базі різних педагогічних інновацій та вимагають використання прогресивних моделей навчання (проблемно-пошуковий підхід, метод проєктів, дослідницькі методи навчання тощо). Під час їх впровадження мають бути реалізовані не тільки принципи класичної дидактики, але і специфічні принципи, притаманні реалізації саме дистанційного навчання.

Систематичне, цілеспрямоване, педагогічно виважене, методично вмотивоване і теоретично обґрунтоване використання дистанційних технологій у навчанні математики та інформатики посилює мотивацію пізнавальної діяльності, формує стійкий інтерес до пошукової дослідницької діяльності,

сприяє ефективному формуванню особистісних якостей учнів та студентів. Тому завдання вчителя полягає у створенні умов для розкриття індивідуальних здібностей учнів, спрямування їхньої пізнавальної діяльності на досягнення поставленої мети під час проведення онлайн занять.

Список використаних джерел

1. Організація дистанційного навчання в школі: методичні рекомендації. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/metodichni%20recomendazii/2020/metodichni%20recomendazii-dustanciyna%20osvita-2020.pdf.
2. Положення про дистанційну форму здобуття загальної середньої освіти. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0941-20#n22.
3. Про затвердження Положення про дистанційне навчання: Наказ Міністерства освіти і науки України № 1115 від 08.09.2020. URL: https://data.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13#Text.
4. Як технічно організувати дистанційне навчання - покрокова інструкція. URL: https://nus.org.ua/articles/yak-tehnichno-organizuvatydystantsijne-navchannya-pokrokova-instruktsiya/.
5. Franchuk, N.P.; Prydacha T.V.: Organization and conduct of classes in educational institutions during distance learning. Journal of Physics: Conference Series 1840 (2021) 012054. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1840/1/012054. DOI: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012054.
6. Vakaliuk T A, Opportunities using cloud technologies in education, Current Questions of the Modern Pedagogy, Materials of the International scientific and practical conference in Ostrog, November, 1-2, 2013, Publishing house ‘‘Gelvetika’’, Kherson, 2013, pp. 97-99.
7. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп’ютерно-орієнтованих систем навчання математики. Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп’ютерно-орієнтовані системи навчання. Випуск 7, 2003. С. 3-16.
8. Жалдак М. І., Франчук В.М. Веб-орієнтована система доступу до віддаленого рабочого стопу та програмне забезпечення GRAN для навчання математики в школі. Інформаційні технології та засоби навчання, вип. 76, вип. 2, квітень 2020 р., с. 14-29. URL: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3711. DOI: https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3711.
9. Теорія і практика змішаного навчання. [Кухаренко В. М., Березенська С. М., Бугайчук К. Л., Олійник Н. Ю., Олійник Т. О., Рибалко О. В. та ін.]; за заг. ред.. В. М. Кухаренко. Харків: Міськдрук, НТУ «ХПІ». 2016. 284 с.
10. Морзе, Н. В. Технологія організації роботи в групах при дистанційному навчанні. Нові технології навчання. 33. Київ. 2002. С. 109-117.
11. Семеріков С. О., Теплицький І. О., Шокалюк С. В. Нові засоби дистанційного навчання інформаційних технологій математичного призначення. Тестування і моніторинг в освіті, 2, 2008. с. 42-50.

12. Смирнова-Трибульська Є. М. Теоретико-методичні засади формування інформаційних компетентностей учителів природничих дисциплін в умовах дистанційного навчання. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова. 2007. 678 с.
13. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова. 2005. 649 с.
14. Wedemeyer C. A. Independent Study. In R. Deighton (Ed.), Encyclopedia of Education IV. New York: McMillan. 1971. Pp. 548-557.
15. Alemnge F. Distance Learning Models and Their Effusiveness in Cameroon Higher Education. *Creative Education*, 9, 791-817. DOI: 10.4236/ce.2018.95059.
16. Holmberg B. Theory and practice of distance education. London: Routledge. URL: https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=84056#return0
17. Delling R. M., "Towards a theory of distance education". ICDE Bulletin, no.13, 1987. Pp. 21-25.
18. Moore M. Recent Contributions to the Theory of Distance Education. Open Learning, 5, 1990. Pp. 10-15. DOI: https://doi.org/10.1080/0268051900050303
19. Peters O. Concepts and Models of Open and Distance Learning. URL: http://www.c3l.uni-oldenburg.de/cde/found/peter98b.htm
20. Франчук В.М. Методика навчання інформатичних дисциплін у педагогічних університетах з використанням веб-орієнтованих систем: монографія. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2020. 434 с.
21. Дистанційне навчання: Умови використання. Дистанційний курс. [Кухаренко В. М., Рибалко О. В., Сиротенко Н. Г.]; за заг. ред.. В. М. Кухаренко, (2002). Харків: НТУ «ХПІ», Торсінь. 320 с.
22. Франчук Н. П. Створення комп'ютерно-орієнтованого методичного забезпечення навчально-виховного процесу. Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. 19 (26), 2017, С. 181-187. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова.
23. Колчук Т. В. Методика дистанційного навчання геометрії учнів основної школи. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова. 2014.
24. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики. [Корольський В. В., Крамаренко Т. Г., Семеріков С. О., Шокалюк С. В.]; за заг. ред. Жалдак М.І. Кривий Ріг: Книжкове видавництво Кірєєвського. 2009. 316 с.
25. Онлайн школа математики GIOS - Школа математики для дітей. URL: https://gioschool.com.
26. Васильєва Д.В. Дистанційне навчання: Вчора. Сьогодні. Завтра. Комп'ютер в школі та сім'ї, №1, 2019. с. 21-26. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/718231/1/CSF_01_19_00_RGB-сторінки-21-26.pdf
27. Coursera | Онлайн-курси та дипломи від найкращих викладачів. Приєднуйтеся безкоштовно. URL: https://www.coursera.org/.

28. Prometheus - Будуй кар’єру курс за курсом. URL: https://prometheus.org.ua.
29. 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: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735053
30. Система “Єдина школа” – цифрові інструменти для формування освітнього середовища закладу освіти. URL: https://www.youtube.com/live/y-tu9xJrGZo?feature=share
31. Бевз Г. П., Бевз В.Г. Алгебра. Київ: Видавничий дім «Освіта». 2016, 253 с.

Розділ X. Композитне моделювання структурними рівняннями взаємозв'язку між інструментами Moodle та результатами навчання студентів

Семеріков С.О., Фадєєва Л.О.

Згідно з оглядом літератури [8–10], однією з майбутніх перспектив досліджень є розробка адаптивних систем навчання на основі систем управління навчанням (СУН), таких як Moodle. Осадчий [18] окреслив методи використання СУН Moodle для забезпечення індивідуалізації та персоналізації освіти у вищих навчальних закладах. Хоча Moodle не розроблений її розробниками як адаптивна система навчання, зростаюча популярність технології адаптивного навчання мотивувала розробників Moodle та інших програмістів покращувати її можливості в цій сфері [18, с. 37].

На думку Осадчого [18, с. 37], СУН Moodle надає наступні інструменти для реалізації індивідуального підходу:

1. Інструменти формування маршруту навчання (індивідуальної освітньої траєкторії) шляхом накладання необхідних обмежень на елементи навчання (відслідковування виконання елемента, відслідковування рівня оцінки).

2. Інструменти багатокритеріального оцінювання (довідник оцінювача, рубрики), які враховують складність матеріалу.

3. Інструменти, що дозволяють реалізувати багатоваріантну презентацію навчальної інформації в рамках єдиного дистанційного курсу.

4. Формування профілю презентації для кожної групи слухачів навчального матеріалу.

Moodle пропонує кілька функцій, які можуть підтримувати персоналізований досвід навчання:

1. *Модульна структура курсу*: контент може бути розділений на менші, легкозасвоювані модулі, що дозволяє студентам вчитися у власному темпі та зосереджуватися на конкретних областях, які їм потрібно покращити.

2. *Різноманіття активностей і ресурсів*: Moodle дозволяє викладачам включати різноманітні навчальні матеріали, такі як відео, вікторини та інтерактивні активності, які відповідають різним стилям і перевагам навчання.

3. *Адаптивний зворотний зв'язок і оцінювання*: Moodle може бути інтегрований з інструментами, які надають персоналізований зворотний зв'язок на основі успішності студентів, спрямовуючи їх до глибшого розуміння.

4. *Інтерактивні інструменти навчання*: такі функції, як форуми та дискусії, дозволяють навчання від одного до іншого та співпрацю, сприяючи залученню та спільноті.

Таким чином, СУН Moodle може використовуватися як адаптивна система навчання в певному контексті.

Багато робіт присвячено навчальній аналітиці та машинному навчанню в СУН Moodle [20]. Так, Абузінадах та ін. [4], Перес-Суай та ін. [19] і Кенсар і Вонг'їн [15] використовували методи інтелектуального аналізу освітніх даних (система на основі машинного навчання) для прогнозування академічної успішності студентів.

Деякі плагіни для адаптивного навчання були розроблені в останні роки (наприклад, Морено-Марко та ін. [17], Кран та ін. [16]) з використанням як керованих, так і некерованих методів машинного навчання (Васкес-Бермудес та ін. [22]).

Таким чином, останні розробки додають цінності твердженню про використання СУН Moodle як адаптивної системи навчання.

Згідно з [1], теорія навчання, що лежить в основі розробки Moodle, - це соціально-конструкціоністська педагогіка, яка поєднала конструкціонізм, соціальний конструктивізм та активне навчання.

За словами Джордан [14, с. 156], "в конструктивізмі знання будуються в розумі студента... коли вони пов'язують те, що вже знають... з... діяльністю, яку вони відчули. Активне залучення, дослідження, вирішення проблем і співпраця характеризують цей тип навчання, де викладача виступає в ролі наставника, фасилітатора та дослідника, який заохочує студентів ставити запитання, кидати

виклик і формулювати власні ідеї, думки та висновки. Соціальний конструктивізм як соціокультурна особливість конструктивізму стверджує, що соціальна взаємодія сприяє рефлексії, розвитку комунікативних навичок, глибокому концептуальному розумінню та знайомству з різними ідеями". Висновки Джордан [14] показали, що активності, які надає Moodle, дійсно сприяють конструктивістському підходу до навчання та можуть надати студентам такі види навчального досвіду, які вони бажають. Однак їх ефективність значною мірою залежить від ролі викладача в розробці та спрямуванні досвіду онлайн-навчання.

Зв’язок між навчанням і результатами студентів, які часто вимірюються за допомогою оцінок або балів, протягом століть був центральною темою в освіті. Традиційно цей зв’язок розглядався як лінійна прогресія:

Навчання → Оцінювання → Оцінки/Бали

Ця модель передбачає однаковий досвід навчання для всіх студентів, за яким слідує стандартизоване оцінювання, що визначає їхні оцінки. Однак цей спрощений підхід не враховує різноманітні потреби та стилі навчання окремих осіб, що потенційно перешкоджає залученню студентів і в кінцевому підсумку впливає на їхню успішність.

Щоб подолати ці обмеження, з’явилася концепція адаптивного навчання, спрямована на персоналізацію досвіду навчання для кожного студента. Цей підхід можна підсумувати наступним чином:

Адаптивне навчання → Персоналізований досвід навчання →
→ Більш високе залучення → Вищі оцінки/бали

Ця модель передбачає, що технології та аналітика даних можуть налаштувати середовища навчання під індивідуальні потреби та вподобання. Створюючи персоналізований досвід навчання, студенти більш імовірно будуть

залучатися до матеріалу, що призведе до глибшого розуміння і, зрештою, до вищих оцінок чи балів. У цьому контексті Moodle є потенційною платформою для сприяння кращим результатам студентів за допомогою практик адаптивного навчання.

У Криворізькому державному педагогічному університеті (Україна) наступні нормативні документи [2,3] визначають рекомендовану структуру курсу Moodle та оцінки, які можна об'єднати у п'ять конструктів:

1. **Інформація**: Повна назва курсу повинна починатися з коду, який відображає форму навчання (денна, заочна) та рівень освіти – бакалавр або магістр. Також надається семестр, у якому викладається дисципліна, та викладачі [2, с. 6, 9, 13], і статус курсу (нормативна або вибіркова навчальна дисципліна). З анотації курсу [2, с. 13-14] можна отримати такі дані: 1) ф*орма навчання*, 2) *рівень освіти*, 3) *семестр* (1-8), 4) *статус* і 5) *кількість викладачів*, які разом утворюють конструкт Інформація.

2. **Ресурси**: "Обов'язковими елементами курсу є: загальна інформація про навчальну дисципліну [*Label*]...; інформація про викладача... - у вигляді ресурсу типу *Сторінка*; *URL-адреса* до робочої програми навчальної дисципліни... і силабусу [2, с. 14]. «Курс може також містити:... *Книги*» [2, с. 16] Ресурси, не регламентовані нормативним актом, але можуть використовуватися в курсах: *Папка* і *Файл*. Усі ці 6 ресурсів разом утворюють конструкт Ресурси.

3. **Активності**: «Складові частини курсів в основному оформляються у вигляді: *Завдання, Тест, SCORM, Глосарій, Урок, Зворотний зв'язок»* [2, с. 16], *H5P, HotPot, Опитування, База даних, Вибір, Відвідуваність, Вікі, Зовнішній інструмент LTI, Семінар*. Всі ці 15 видів діяльності разом утворюють конструкт Активності.

4. **Комунікація**: «*Форум*, зокрема, оголошення (форум новин) забезпечує анонсування подій, повідомлення про зміни в курсі тощо; форум для запитань викладачеві – забезпечує спілкування між викладачем і студентами стосовно проблем, питань, які виникають під час вивчення дисципліни» [2, с. 16]. Для цього також можна використовувати ч*ат*. Ці дві активності утворюють

конструкт Комунікація.

5. **Оцінювання**: «Підсумкова оцінка успішності студента визначається за 100-бальною шкалою, шкалою ЄКТС і національною шкалою оцінювання» [3, с. 4]. Всі ці шкали тісно пов'язані; тому можна використовувати 6-бальну модифіковану шкалу ЄКТС: A (найвищий бал), B, C, D, E (найнижчий прохідний бал), F/FX (не здано).

Згідно з соціально-конструкціоністською педагогікою, ці конструкти можуть бути тісно пов'язані:

- *Інформація* є єдиною точкою входу до кожного курсу, тому інші конструкти пов'язані з нею;

- *Ресурси* використовуються студентами для формування розуміння та підготовки до *Активностей*;

- *Активності* використовуються викладачами для залучення студентів до вирішення проблем, досліджень і практичного досвіду з використанням *Комунікації*, такої як онлайн-спільноти та групова робота;

- *Комунікація* сприяє взаємодії та набуттю знань через дискусії та спільні проекти для поглиблення розуміння;

- *Оцінювання* вимірює спостережувані результати і фокусується на розумінні того, як студенти будують знання і застосовують їх у реальних контекстах.

Мета дослідження – визначити, чи сприяє використання Moodle (його ресурсів і активностей) персоналізації навчання, а саме, чи пов'язаний зміст курсу в Moodle з різними ресурсами та активностями з результатами навчання студентів.

Цю мету можна переформулювати у визначених термінах таким чином:

1. Наскільки взаємопов'язані внутрішні конструкти Moodle, такі як *Інформація, Ресурси, Активності* та *Комунікація*?

2. Як пов'язані між собою внутрішні конструкти Moodle (*Інформація, Ресурси, Активності* та *Комунікація*) і зовнішній конструкт *Оцінювання*?

Було розроблено концептуальну модель, що базується на пропозиціях, представлених на рисунку 1, та гіпотези дослідження:

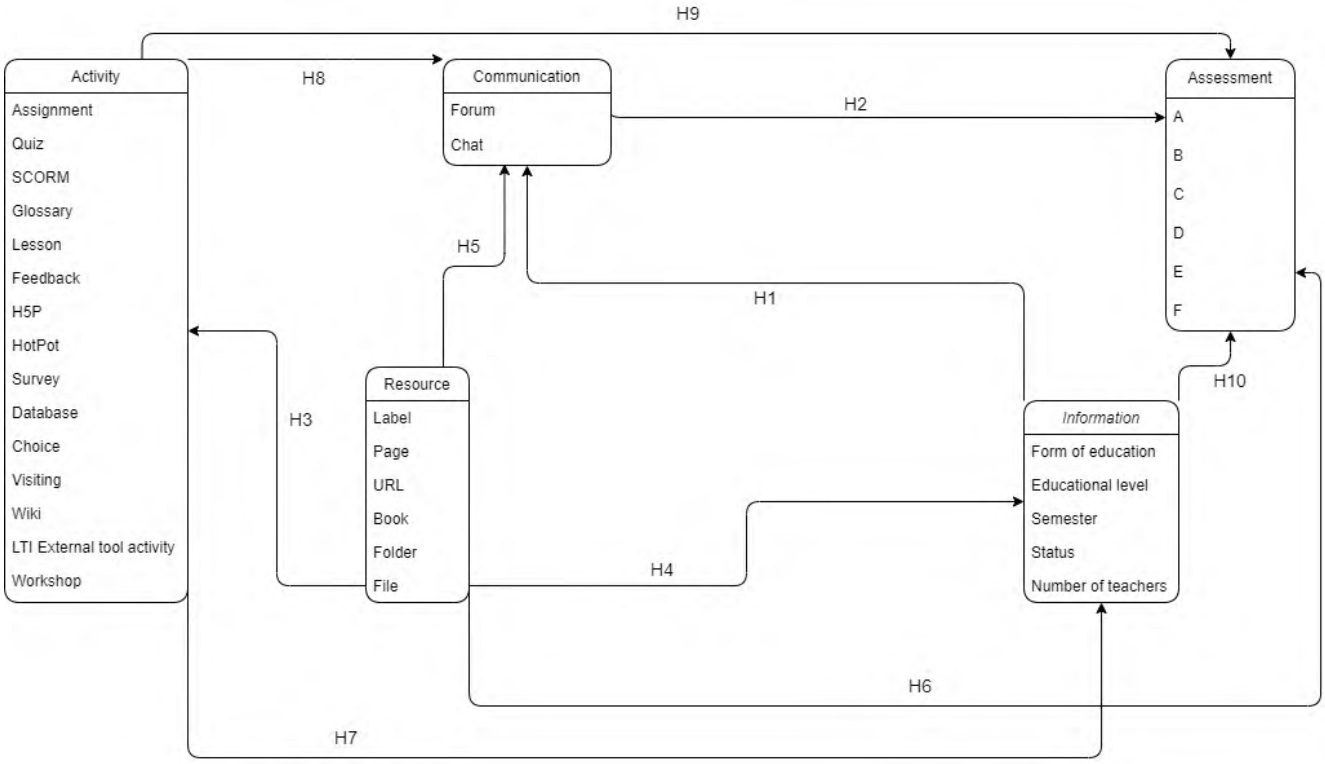


Рис. 1. Концептуальна модель взаємозв'язку між інструментами Moodle та результатами навчання студентів.

H1: Існує значний взаємозв'язок між конструктом Інформація та конструктом Комунікація в курсі Moodle.

H2: Існує значний взаємозв'язок між конструктом Комунікація курсу Moodle і зовнішнім конструктом Оцінювання.

H3: Існує значний взаємозв'язок між конструктом Ресурси та конструктом Активності в курсі Moodle.

H4: Існує значний взаємозв'язок між конструктом Ресурси та конструктом Інформація в курсі Moodle.

H5: Існує значний взаємозв'язок між конструктом Ресурси та конструктом Комунікація в курсі Moodle.

H6: Існує значний взаємозв'язок між конструктом Ресурси курсу Moodle і

зовнішнім конструктом Оцінювання.

H7: Існує значний взаємозв'язок між конструктом Активності та конструктом Інформація в курсі Moodle.

H8: Існує значний взаємозв'язок між конструктом Активності та конструктом Комунікація в курсі Moodle.

H9: Існує значний взаємозв'язок між конструктом Активності курсу Moodle і зовнішнім конструктом Оцінювання.

H10: Існує значний взаємозв'язок між конструктом Інформація курсу Moodle і зовнішнім конструктом Оцінювання.

Дизайн дослідження. У дослідженні використовувався кількісний підхід для вивчення та перевірки запропонованих гіпотез. Зокрема, для створення моделі та дослідження сили та надійності зв'язків між конструктами використовувався метод моделювання структурними рівняннями – часткові найменші квадрати (SEM-PLS).

Підхід SEM-PLS є потужним статистичним методом, який поєднує факторний аналіз і аналіз шляхів, що дозволяє дослідникам одночасно вивчати взаємозв'язки між кількома незалежними та залежними змінними [12, с. 96]. Цей метод має перевагу при роботі зі складними моделями, що включають латентні змінні, які не можна безпосередньо спостерігати або вимірювати.

Аналіз даних і оцінка моделі проводилися з використанням Adanco, спеціалізованого програмного пакету для моделювання SEM-PLS [11]. Adanco відомий своїми ефективними та надійними алгоритмами, що дозволяє дослідникам швидко й точно обробляти великі набори даних. Це програмне забезпечення полегшило оцінку параметрів моделі, оцінку моделі вимірювання та оцінку структурної моделі [13], тим самим надаючи уявлення про взаємозв'язки між досліджуваними конструктами.

Збір даних. Для емпіричного аналізу використовувалися дані Криворізького державного педагогічного університету (КДПУ). Збір і

оцифрування даних про успішність студентів за всіма спеціальностями університету за 2020-2021 (зимова і літня сесії) і 2021-2022 (зимова сесія) навчальні роки були схвалені рішенням ректора КДПУ та етичною комісією університету 26 січня 2024 року.

Плагін Course module instances report [21] був встановлений і використаний для експорту таблиці з даними курсу (рис. 2):

- *Course name* – оригінальна назва курсу з сайту Moodle КДПУ (https://moodle.kdpu.edu.ua);

- *Course ID* – унікальний номер (3..10062), який ідентифікував курс; він може бути корисним для курсів з однаковими назвами;

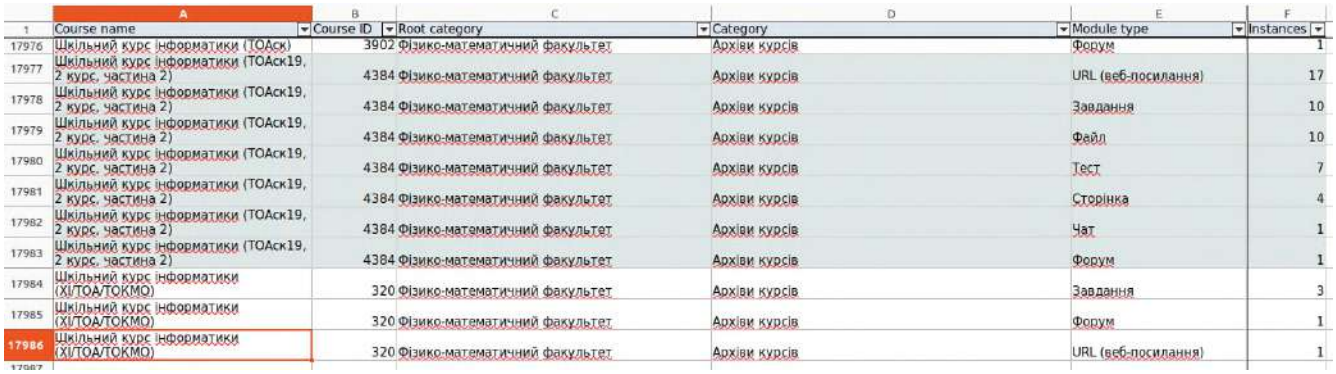
- *Root category* – коренева категорія курсу, що використовується в КДПУ. Кожна категорія була закодована унікальним номером таким чином:

1. Природничий факультет
2. Психолого-педагогічний факультет
3. Факультет географії, туризму та історії
4. Факультет педагогічної освіти
5. Факультет іноземних мов
6. Факультет мистецтв
7. Факультет української філології
8. Фізико-математичний факультет
9. Загальноуніверситетські кафедри та підрозділи

- *Category* – додаткова категорія курсу, яка в подальшому не враховувалась;

- *Module types*: H5P, HotPot, SCORM, URL, Survey, Database, Choice, Visiting, Wiki, Glossary, Assignments, Feedback, LTI External tool activity, Book, Label, Workshop, Page, Folder, Quiz, Lesson, File, Forum, Chat;

- *Instances* – кількість екземплярів модуля, що використовувалися в курсі.



	A	B	C	D	E	F
1	Course name	Course ID	Root category	Category	Module type	Instances
17976	Шкільний курс інформатики (ТОАск)	3902	Фізико-математичний факультет	Архіви курсів	Форум	1
17977	Шкільний курс інформатики (ТОАск19, 2 курс, частина 2)	4384	Фізико-математичний факультет	Архіви курсів	URL (веб-посилання)	17
17978	Шкільний курс інформатики (ТОАск19, 2 курс, частина 2)	4384	Фізико-математичний факультет	Архіви курсів	Завдання	10
17979	Шкільний курс інформатики (ТОАск19, 2 курс, частина 2)	4384	Фізико-математичний факультет	Архіви курсів	Файл	10
17980	Шкільний курс інформатики (ТОАск19, 2 курс, частина 2)	4384	Фізико-математичний факультет	Архіви курсів	Тест	7
17981	Шкільний курс інформатики (ТОАск19, 2 курс, частина 2)	4384	Фізико-математичний факультет	Архіви курсів	Сторінка	4
17982	Шкільний курс інформатики (ТОАск19, 2 курс, частина 2)	4384	Фізико-математичний факультет	Архіви курсів	Чат	1
17983	Шкільний курс інформатики (ТОАск19, 2 курс, частина 2)	4384	Фізико-математичний факультет	Архіви курсів	Форум	1
17984	Шкільний курс інформатики (ХІ/ТОА/ТОКМО)	320	Фізико-математичний факультет	Архіви курсів	Завдання	3
17985	Шкільний курс інформатики (ХІ/ТОА/ТОКМО)	320	Фізико-математичний факультет	Архіви курсів	Форум	1
17986	Шкільний курс інформатики (ХІ/ТОА/ТОКМО)	320	Фізико-математичний факультет	Архіви курсів	URL (веб-посилання)	1

Рис. 2. Електронна таблиця з даними курсу (фрагмент).

Загальна кількість записів, отриманих на 07.04.2024, становила 25595. Після отримання списку всіх курсів, з загального переліку були вилучені курси, що не мають освітнього призначення (опитування, сервісні тощо) та курси, що викладаються в аспірантурі. Загальна кількість записів після видалення становить 17985.

На основі експортованих невилучених даних була побудована нова таблиця (табл. 1). Загальна кількість курсів у таблиці становить 3600. Також було додано інформаційний блок (дані були вилучені вручну з анотацій курсів у Moodle), включаючи форму навчання, рівень освіти, семестр, статус і кількість викладачів.

Таблиця 1

Поля даних

Індикатор	Опис
Ідентифікатор курсу	унікальний номер (3..10062), що ідентифікує курс
Категорія	ідентифікатор кореневої категорії курсу (1..9)
Форма навчання	1 - курс тільки для денної форми навчання, 2 - курс для заочної форми навчання, 3 - курс для денної та заочної форми навчання
Семестр	семестр, в якому закінчується курс (1..8)
Статус	1 - нормативний курс, 2 - факультативний курс
Рівень освіти	1 - бакалаврський рівень, 2 - магістерський рівень
Кількість викладачів	Кількість викладачів, пов’язаних з курсом (1..9)
H5P	Кількість екземплярів активності H5P, використаних у курсі (0..3)

Індикатор	Опис
HotPot	Кількість екземплярів активності HotPot, використаних у курсі (0..3)
SCORM	Кількість екземплярів активності SCORM, використаних у курсі (0..15)
URL	Кількість URL ресурсів, використаних у курсі (0..83)
Опитування	Кількість екземплярів активності Опитування, використаних у курсі (0..1)
База даних	Кількість екземплярів активності База даних, використаних у курсі (0..9)
Вибір	Кількість екземплярів активності Вибір, використаних у курсі (0..1)
Відвідуваність	Кількість екземплярів активності Відвідуваність, використаних у курсі (0..3)
Вікі	Кількість екземплярів вікі-активностей, використаних у курсі (0..11)
Глосарій	Кількість екземплярів активності Глосарій, використаних у курсі (0..5)
Завдання	Кількість екземплярів активності Завдання, використаних у курсі (0..142)
Зворотній зв’язок	Кількість екземплярів активності Зворотній зв’язок, використаних у курсі (0..2)
Зовнішній інструмент LTI	Кількість екземплярів активності Зовнішній інструмент LTI, використаних у курсі (0..1)
Книга	Кількість екземплярів ресурсу Книга, використаних у курсі (0..20)
Мітка	Кількість екземплярів ресурсу Мітка, використаних у курсі (0..117)
Семінар	Кількість екземплярів активності Семінар, використаних у курсі (0..25)
Сторінка	Кількість екземплярів ресурсу Сторінка, використаних у курсі (0..53)
Папка	Кількість екземплярів ресурсу Папка, що використовуються в курсі (0..22)
Вікторина	Кількість екземплярів діяльності Вікторина, використаних у курсі (0..93)
Урок	Кількість екземплярів активності Урок, використаних у курсі (0..17)
Файл	Кількість екземплярів ресурсу File, використаних у курсі (0..54)
Форум	Кількість екземплярів комунікаційної активності Форум, використаних у курс (0..13)

Індикатор	Опис
Чат	Кількість екземплярів комунікаційної активності Чат, використаних у курс (0..1)
A	Кількість оцінок A серед підсумкових оцінок за курс
A%	Відсоток оцінок A серед підсумкових оцінок за курс
B	Кількість оцінок B серед підсумкових оцінок за курс
B%	Відсоток оцінок B серед підсумкових оцінок за курс
C	Кількість оцінок C серед підсумкових оцінок за курс
C%	Відсоток оцінок C серед підсумкових оцінок за курс
D	Кількість оцінок D серед підсумкових оцінок за курс
D%	Відсоток оцінок D серед підсумкових оцінок за курс
E	Кількість оцінок E серед підсумкових оцінок за курс
E%	Відсоток оцінок E серед підсумкових оцінок за курс
F	Кількість оцінок Fx та F серед підсумкових оцінок за курс
F%	Відсоток оцінок Fx та F серед підсумкових оцінок курсу

Після цього було заповнено відповідні курси з оцінками студентів. Цей процес був завершений, і кількість курсів скоротилася до 985, оскільки нові курси, що не викладалися з 2020 по 2022 рік, були виключені.

Підготовлений набір даних з 985 спостережень без пропущених значень доступний на сайті Zenodo [7].

Побудова моделі. Підготовлений набір даних [7] був імпортований в Adanco 2.4. Потім з показників, перелічених у таблиці 1, було створено п’ять конструктів (табл. 2).

Таблиця 2

Конструкти композитної моделі

Ім’я	Тип	Індикатори
Інформація	Виникаючий	Форма навчання, Рівень освіти, Семестр, Статус, Кількість викладачів
Ресурси	Виникаючий	Мітка, Сторінка, URL, Книга, Папка, Файл
Активності	Виникаючий	Завдання, Тест, SCORM, Глосарій, Урок, Зворотній зв’язок, H5P, HotPot, Опитування, База даних, Вибір, Відвідуваність, Вікі, Зовнішній інструмент LTI, Семінар
Комунікація	Виникаючий	Форум, Чат
Оцінювання	Латентний	A, B, C, D, F

У моделюванні структурними рівняннями конструкти можна класифікувати на виникаючі (емерджентні) та латентні. Вибір між виникаючими та латентними конструктами залежить від природи змінних.

Виникаючі конструкти, або композитні чи формативні конструкти, утворюються шляхом комбінування або "спричинення" набору спостережуваних показників або змінних. Іншими словами, показники колективно визначають і зумовлюють конструкт. Не обов’язково очікується, що показники будуть корелювати, і конструкт є лінійною комбінацією цих показників. У таблиці 2 такі конструкти визначені як виникаючі: Інформація, Ресурси, Активності та Комунікація. Вибір виникаючого типу для цих конструктів є доцільним, оскільки передбачається, що показники визначають або зумовлюють конструкт, а не є проявами чи наслідками конструкту.

Латентні або рефлективні конструкти є неспостережуваними або невимірюваними змінними, які, як передбачається, спричиняють або впливають на набір спостережуваних показників або змінних. У таблиці 2 конструкт Оцінювання визначений як латентний. Латентний тип для конструкту Оцінювання є доцільним, оскільки передбачається, що показники (A, B, C, D, F) є відображеннями або проявами основного конструкту оцінювання. Іншими словами, конструкт Оцінювання, як передбачається, спричиняє або впливає на спостережувані показники.

Джерелом показників для виникаючих конструктів є дані, експортовані безпосередньо з Moodle (спостережувані в Moodle). Джерелом показників для латентного конструкту є дані про успішність студентів, оцифровані з оціночних аркушів (не спостережувані в Moodle). Виникаючі конструкти утворюються комбінацією показників, спостережуваних в Moodle, тоді як латентний конструкт, як передбачається, спричиняє або впливає на спостережувані показники.

Останнім кроком було встановлення лінійного зв’язку між конструктами відповідно до гіпотез (рис. 3, табл. 3).

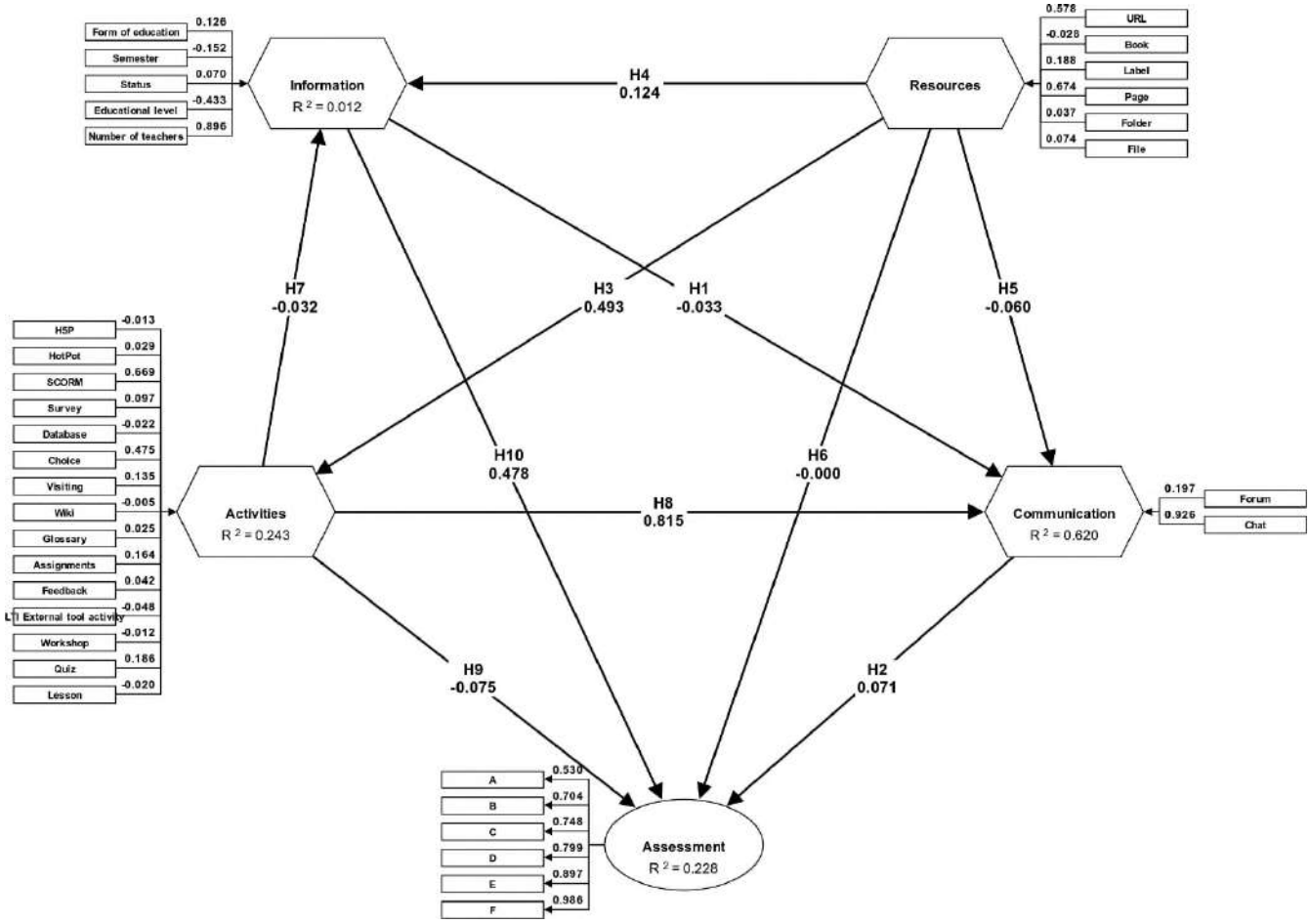


Рис. 3. Концептуальна модель в Adanco 2.4.

Таблиця 3

Матриця проєктування

Незалежна змінна	**Залежна змінна**				
	Інформація	Активності	Ресурси	Комунікація	Оцінювання
Інформація	0	0	0	1	1
Активності	1	0	0	1	1
Ресурси	1	1	0	1	1
Комунікація	0	0	0	0	1
Оцінювання	0	0	0	0	0

Результати

Налаштування алгоритму

Ми використали ADANCO для побудови моделі та навчили модель [6] з такими налаштуваннями:

- *критерієм для зупинки* процесу оптимізації було $1 \cdot 10^{-6}$: коли покращення відповідності моделі падає нижче цього порогу, процес оптимізації зупиняється;

- *максимальна кількість ітерацій*, дозволених для процесу оптимізації, становила 2000. Однак ітеративний алгоритм збігається після 18 ітерацій (див. історію ітерацій на https://ssemerikov.github.io/Fadieieva/#technical_output), тому процес не досягає цієї межі;

- внутрішня схема зважування алгоритму ADANCO базувалася на факторах (*факторіальна схема*). Ця схема використовувала безпосередньо кореляцію між змінними (альтернативна центроїдна схема використовувала лише знак функції кореляції, що було грубіше в цілому);

- обробка пропущених значень, таку як поелементне видалення, не застосовувалась, оскільки вихідні дані *не містять пропущених значень* у жодній змінній;

- використовувались методи повторної вибірки (зокрема, бутстреп для статистики виведення), щоб оцінити вибірковий розподіл статистики [11, с. 15-17];

- оцінювалась відповідність основної моделі.

Відповідність

Таблиця 4 містить статистику відповідності (goodness-of-fit) для моделі.

Таблиця 4

Статистика відповідності моделі

	Значення	**HI95**	**HI99**
SRMR	0,0546	0,0844	0,0924
d_{ULS}	1,7755	4,2361	5,0810
d_G	0,8083	240,4797	346,0613

Стандартизоване середньоквадратичне залишкове відхилення *SRMR* вимірює розбіжність між спостережуваними кореляціями та передбаченими моделлю. Низьке значення SRMR (0,0546) свідчить про гарну відповідність.

Незважена відстань за методом найменших квадратів d_{ULS} вимірює

розбіжність між спостережуваними та відтвореними попарними відстанями між вибірками. Вона відображає, наскільки добре модель відтворює відстані між вибірками. Низьке значення (1,7755) вказує на гарну відповідність.

Геодезична розбіжність d_G – це інший підхід до кількісної оцінки того, наскільки сильно емпірична кореляційна матриця відрізняється від матриці кореляції, передбаченої моделлю. Низьке значення (0,8083) свідчить про гарну відповідність.

HI95 (95% інтервал найвищої щільності) і HI99 (99% інтервал найвищої щільності) надають інтервали невизначеності. Розраховані значення є меншими за відповідні значення HI95 для всіх тестів. Це свідчить про те, що модель добре узгоджується з даними, оскільки статистичні дані знаходяться в прийнятному діапазоні, враховуючи невизначеність в їхніх оцінках.

Оцінка параметрів моделі вимірювання

Коефіцієнт ρ Дейкстри-Хенселера (ρ_A) вимірює внутрішню узгодженість надійності конструктів у моделі. Вона коливається від 0 до 1, де вищі значення вказують на більшу надійність. У нашому випадку ρ_A для конструкту Оцінювання (єдиного конструкту з латентними змінними) становить 0,9267, що свідчить про високий рівень внутрішньої узгодженості між елементами, які вимірюються за конструктом: кількістю оцінок A, B, C, D, E, F/Fx відповідно.

Коефіцієнт ρ Йорескога (ρ Діллона-Голдштейна, ω Макдональда), або композитна надійність (ρ_c), вимірює внутрішню узгодженість надійності сумарних оцінок. Значення, ближче до 1, вказує на вищу надійність. У нашому випадку $\rho_c = 0{,}9063$, що свідчить про хорошу внутрішню узгодженість між елементами.

Коефіцієнт α Кронбаха є нижньою оцінкою надійності сумарних оцінок. Як і попередні показники, воно коливається від 0 до 1, де вищі значення вказують на більшу надійність. Наше значення α становить 0,9122, що свідчить про високу внутрішню узгодженість між елементами.

Середня вилучена дисперсія (AVE) дорівнює середній надійності індикатора. AVE зазвичай інтерпретується як міра одномірності. Воно

коливається від 0 до 1, де вищі значення вказують на те, що індикатори пояснюють більшу частку дисперсії в конструктах. Значення AVE = 0,6252 вказує на те, що в середньому близько 62,52% дисперсії конструктів пояснюється їхніми відповідними індикаторами. Значення AVE більше за 0,5, що свідчить про хорошу збіжну валідність.

Діагональне значення AVE (табл. 5) є більшим за інші значення коефіцієнтів кореляції в матриці, що свідчить про відмінну дискримінантну валідність.

Таблиця 6 представляє факторні навантаження для індикаторів по п’яти конструктах: Інформація, Ресурси, Активності, Комунікація та Оцінювання. Факторні навантаження вказують на силу та напрямок зв’язку між індикатором і відповідним конструктом.

Таблиця 5

Дискримінантна валідність (критерій Форнелла-Ларкера)

Конструкти	**Інформація**	**Активності**	**Ресурси**	**Комунікація**	**Оцінювання**
Інформація	-				
Активності	0,0008	-			
Ресурси	0,0117	0,2429	-		
Комунікація	0,0003	0,6158	0,1145	-	
Оцінювання	0,2257	0,0000	0,0015	0,0000	0,6252

Таблиця 6

Факторні навантаження індикаторів

Конструкт	**Індикатор**	**Факторне навантаження**	**Інтерпретація зв’язку з конструктом**
Інформація	Форма навчання	0,1319	слабкий позитивний
	Семестр	0,0385	дуже слабкий позитивний
	Статус	-0,0065	дуже слабкий негативний
	Рівень освіти	-0,3894	помірний негативний
	Кількість викладачів	0,9158	дуже сильний позитивний
Ресурси	URL	0,7118	сильний позитивний
	Книга	-0,0277	дуже слабкий негативний
	Мітка	0,2972	помірний позитивний
	Сторінка	0,7864	сильний позитивний
	Папка	0,0114	дуже слабкий позитивний

Конструкт	Індикатор	Факторне навантаження	Інтерпретація зв'язку з конструктом
	Файл	0,0139	дуже слабкий позитивний
Активності	*H5P*	0,0028	дуже слабкий позитивний
	HotPot	0,0519	слабкий позитивний
	SCORM	0,7048	сильний позитивний
	Опитування	0,1590	помірний позитивний
	База даних	-0,0204	дуже слабкий негативний
	Вибір	0,6384	сильний позитивний
	Відвідуваність	0,2762	помірний позитивний
	Вікі	0,0376	дуже слабкий позитивний
	Глосарій	0,3940	помірний позитивний
	Завдання	0,5372	сильний позитивний
	Зворотній зв'язок	0,0723	слабкий позитивний
	Зовнішній інструмент LTI	-0,0004	дуже низький
	Семінар	-0,0249	дуже слабкий негативний
	Вікторина	0,4063	помірний позитивний
	Урок	0,3057	помірний позитивний
Комунікація	Форум	0,4608	помірний позитивний
	Чат	0,9820	дуже сильний позитивний
Оцінювання	A	0,5303	дуже сильний позитивний
	B	0,7038	дуже сильний позитивний
	C	0,7485	дуже сильний позитивний
	D	0,7986	дуже сильний позитивний
	E	0,8967	дуже сильний позитивний
	F	0,9863	дуже сильний позитивний

Після аналізу таблиці 6 у кожному конструкті були виділені індикатори, які мають найбільш сильні (жирним шрифтом) і слабкі (курсивом) зв'язки. Рівень освіти має помірне негативне навантаження (-0,3894), що вказує на зворотний зв'язок з конструктом Інформація. Відповідно до обраного кодування цього індикатора (табл. 1), курси Moodle для студентів бакалаврату краще описані у їхніх вступах і силабусах, ніж для студентів магістратури. У конструкті Інформація такі індикатори, як Кількість викладачів, вносять значний внесок (0,9158), тоді як інші, такі як Семестр або Статус, мають відносно незначний вплив на конструкт. У конструкті Ресурси URL-адреси, Мітки та Сторінки відіграють значну роль, тоді як такі індикатори, як Книги або Папки, мають відносно незначний вплив на конструкт. У конструкті

Активності такі активності, як SCORM, Вибір і Завдання, відіграють значну роль; інші, такі як H5P або Семінари, мають відносно незначний вплив. Активності Чату помітно вносять значний внесок у конструкт Комунікації, тоді як Форуми також відіграють суттєву роль у полегшенні спілкування між учнями та викладачами.

У конструкті Оцінювання всі індикатори вносять значний внесок, причому такі індикатори, як F (0,9863), відіграють особливо помітну роль в оцінці успішності студентів. Для оцінки надійності індикаторів були розраховані квадрати стандартизованих навантажень.

1. Індикатор F (найнижча оцінка/незадовільно) має надзвичайно високу надійність 0,9728 при вимірюванні конструкту Оцінювання. Це свідчить про те, що незадовільна оцінка є надійним індикатором поганої успішності.

2. Індикатор E (низька оцінка) також має високу надійність - 0,8041, що означає, що низькі оцінки є надійними індикаторами гірших результатів оцінювання.

3. У міру покращення оцінок від D (0,6377) до C (0,5602) до B (0,4954) надійність індикатора зменшується. Це означає, що вищі оцінки стають менш надійними показниками конструкту Оцінювання.

4. Індикатор A (найвища оцінка/задовільно) має найнижчу надійність 0,2812. Висока оцінка не є надійним індикатором конструкту Оцінювання, ймовірно, тому, що конструкт охоплює діапазон результатів оцінювання, а не лише найвищий рівень успішності.

У цьому контексті значення надійності узгоджуються з очікуванням, що нижчі оцінки є більш надійними індикаторами поганої успішності. Порівняно з цим, вищі оцінки є менш надійними індикаторами загального конструкту Оцінювання, який включає діапазон рівнів успішності.

Факторні навантаження індикаторів відображають кореляцію між кожним індикатором і відповідним конструктом, тоді як вагові коефіцієнти індикаторів (табл. 7) відображають внесок кожного індикатора у відповідний конструкт. Вагові коефіцієнти та індикаторні навантаження узгоджуються та позитивно

корелюють, що свідчить про надійність моделі.

Оскільки конструкт Оцінювання є латентним, його індикаторні навантаження розміщені в концептуальній моделі. Оскільки всі конструкти, крім Оцінювання, є виникаючими, їх вагові коефіцієнти розміщені в концептуальній моделі (рис. 3).

Таблиця перехресних навантажень показує кореляції між кожною індикаторною змінною та композитними конструктами моделі. Щоб оцінити дискримінантну валідність моделі вимірювання, ми повинні дослідити, чи кожен індикатор найбільше навантажений на передбачуваний конструкт. Як видно із таблиці 8, всі індикатори найбільше навантажені на передбачувані конструкти.

Таблиця 7

Вагові коефіцієнти індикаторів

Конструкт	Індикатор	Вага
Інформація	Форма навчання	0,1256
	Семестр	-0,1519
	Статус	0,0704
	Рівень освіти	-0,4335
	Кількість викладачів	0,8964
Ресурси	URL	0,5784
	Книга	-0,0281
	Мітка	0,1875
	Сторінка	0,6743
	Папка	0,0366
	Файл	0,0740
Активності	H5P	-0,0131
	HotPot	0,0294
	SCORM	0,6686
	Опитування	0,0974
	База даних	-0,0216
	Вибір	0,4750
	Відвідуваність	0,1354
	Вікі	-0,0046
	Глосарій	0,0251
	Завдання	0,1644
	Зворотній зв’язок	0,0416
	Зовнішній інструмент LTI	-0,0480
	Семінар	-0,0125

Конструкт	Індикатор	Вага
	Вікторина	0,1857
	Урок	-0,0200
Комунікація	Форум	0,1970
	Чат	0,9259
Оцінювання	A	0,1361
	B	0,1806
	C	0,1921
	D	0,2049
	E	0,2301
	F	0,2531

Таблиця 8

Перехресні навантаження

Індикатор	Інформація	Активності	Ресурси	Комунікація	Оцінювання	Інтерпретація
Форма навчання	0,1319	-0,0611	-0,1165	-0,0499	0,0973	позитивно пов’язаний з Інформацією та Оцінюванням
Семестр	0,0385	0,0418	-0,0003	0,0071	0,0170	слабко позитивно пов’язаний з усіма факторами
Статус	-0,0065	-0,0267	0,0253	-0,0368	-0,0091	слабко негативно пов’язаний з Комунікацією
Рівень освіти	-0,3894	-0,0591	-0,0963	-0,0388	-0,1702	сильно негативно пов’язаний з усіма факторами, особливо з Інформацією та Оцінюванням
Кількість викладачів	0,9158	0,0215	0,0883	-0,0259	0,4376	сильно позитивно пов’язаний з Інформацією та Оцінюванням, посередньо пов’язаний з іншими
H5P	0,0004	0,0028	0,0116	-0,0042	-0,0007	слабко позитивно пов’язаний з Ресурсами
HotPot	0,0323	0,0519	0,0952	-0,0042	-0,0154	слабко позитивно пов’язаний з Активностями та Ресурсами
SCORM	-0,0153	0,7048	0,2474	0,6172	-0,0141	тісно пов’язаний з Комунікацією та Оцінюванням, помірно з іншими
URL	0,1213	0,3409	0,7118	0,2396	0,0418	тісно пов’язаний з Комунікацією та Ресурсами, помірно з іншими
Опитування	-0,0337	0,1590	0,2310	0,0302	-0,0132	слабко позитивно пов’язаний з Активностями та Ресурсами

Індикатор	Інформація	Активності	Ресурси	Комунікація	Оцінювання	Інтерпретація
База даних	0,0261	-0,0204	-0,0278	-0,0042	0,2512	слабко позитивно пов’язаний з Інформацією та Оцінюванням
Вибір	0,0066	0,6384	0,2785	0,5240	-0,0148	тісно пов’язаний з Комунікацією та Оцінюванням, помірно з іншими
Відвідуваність	0,0177	0,2762	0,2379	0,1523	-0,0258	слабко позитивно пов’язаний з Активностями та Ресурсами
Вікі	-0,0293	0,0376	0,0554	0,0073	-0,0200	слабко позитивно пов’язаний з Активностями та Ресурсами
Глосарій	0,0267	0,3940	0,2797	0,2550	0,0017	слабко позитивно пов’язаний з Активностями та Ресурсами
Завдання	0,0140	0,5372	0,3588	0,3625	-0,0015	тісно пов’язаний з Комунікацією та Оцінюванням, помірно з іншими
Зворотній зв’язок	-0,0056	0,0723	0,1452	-0,0119	-0,0154	слабко позитивно пов’язаний з Активностями та Ресурсами
Зовнішній інструмент LTI	0,0220	-0,0004	0,0045	-0,0042	-0,0134	слабко негативно пов’язаний з Комунікацією
Книга	-0,0266	-0,0096	-0,0277	-0,0042	-0,0350	слабко негативно пов’язаний з Комунікацією
Мітка	-0,0159	0,1772	0,2972	0,0747	-0,0222	слабко позитивно пов’язаний з Активностями та Ресурсами
Семінар	-0,0105	-0,0249	-0,0300	-0,0080	0,0191	слабко позитивно пов’язаний з Інформацією
Сторінка	0,0458	0,3904	0,7864	0,2757	0,0184	тісно пов’язаний з Комунікацією та Ресурсами, помірно з іншими
Папка	0,1094	-0,0039	0,0114	-0,0170	0,0022	слабко позитивно пов’язаний з Інформацією
Вікторина	0,1860	0,4063	0,3621	0,2116	0,1159	тісно пов’язаний з Комунікацією та Оцінюванням, помірно з іншими
Урок	-0,0036	0,3057	0,1031	0,2702	-0,0108	слабко позитивно пов’язаний з Ресурсами
Файл	0,0715	-0,0128	0,0139	0,0042	0,0645	слабко позитивно пов’язаний з Інформацією та Оцінюванням
Форум	-0,0164	0,3385	0,2090	0,4608	-0,0093	тісно пов’язаний з Комунікацією та Оцінюванням, помірно з

Індикатор	Інформація	Активності	Ресурси	Комунікація	Оцінювання	Інтерпретація
						іншими
Чат	-0,0141	0,7755	0,3209	0,9820	0,0067	тісно пов’язаний з Комунікацією та Оцінюванням, помірно з іншими
A	0,2548	-0,0122	-0,0170	-0,0011	0,5303	тісно пов’язаний з Інформацією та Оцінюванням, помірно з іншими
B	0,3368	-0,0101	-0,0048	0,0074	0,7038	тісно пов’язаний з Інформацією та Оцінюванням, помірно з іншими
C	0,3586	-0,0145	-0,0076	-0,0165	0,7485	тісно пов’язаний з Інформацією та Оцінюванням, помірно з іншими
D	0,3812	-0,0190	0,0079	-0,0081	0,7986	тісно пов’язаний з Інформацією та Оцінюванням, помірно з іншими
E	0,4230	0,0198	0,0732	0,0257	0,8967	тісно пов’язаний з Інформацією та Оцінюванням, помірно з іншими
F	0,4643	0,0005	0,0910	0,0075	0,9863	тісно пов’язаний з Інформацією та Оцінюванням, помірно з іншими

Високі позитивні значення перехресних навантажень (вище 0,3) свідчать про те, що індикатор сильно пов’язаний із зазначеним конструктом. Низькі позитивні значення (приблизно від 0,1 до 0,3) вказують на помірний зв’язок між індикатором і конструктом. Значення, близькі до нуля (приблизно 0,0), свідчать про те, що індикатор слабко пов’язаний з цим конструктом і може не бути хорошим показником.

Зазвичай рекомендується видаляти індикатори зі стабільно низькими значеннями навантажень (близькими до нуля або принаймні меншими за 0,1) по всіх конструктах. Таким чином, наступні індикатори можуть бути видалені: Семестр, Статус, H5P, HotPot, Вікі, Книга, LTI Зовнішній інструмент, Семінар і

Файл. Це може означати, що такі фактори, як Семестр, у якому ведеться курс, і Статус курсу (нормативний або факультативний), недостатні в цій моделі. За винятком Файла, інші показники рідко зустрічаються в курсах: 3 активності H5P містять лише курс з ідентифікатором 3314, 3 активності HotPot містять лише курс з ідентифікатором 182, 24 активності Вікі є в 4 курсах з 985, 75 ресурсів Книга є в 24 курсах з 985, 1 активність Зовнішній інструмент LTI лише в курсі з ідентифікатором 4248, 73 активності Семінар є в 8 курсах з 985.

У таблиці 9 наведено значення мультиколінеарності індикаторів (коефіцієнт варіації інфляції – VIF). Мультиколінеарність виникає, коли два або більше предикторів у регресійній моделі сильно корелюють. Для виникаючих конструктів мультиколінеарність може впливати на індикаторні вагові коефіцієнти [11, с. 28].

Таблиця 9

Значення мультиколінеарності індикаторів

Конструкт	**Індикатор**	**Значення**
Інформація	Форма навчання	1.0089
	Семестр	1.2950
	Статус	1.0494
	Рівень освіти	1.2756
	Кількість викладачів	1.0032
Ресурси	URL	1.0376
	Книга	1.0035
	Мітка	1.0155
	Сторінка	1.0498
	Папка	1.0322
	Файл	1.0403
Активності	H5P	1.0842
	HotPot	1.0194
	SCORM	1.3203
	Опитування	1.0552
	База даних	1.0042
	Вибір	1.7799
	Відвідуваність	1.1248
	Вікі	1.0414
	Глосарій	1.2475
	Завдання	1.8277
	Зворотній зв’язок	1.1640

Конструкт	Індикатор	Значення
	Зовнішній інструмент LTI	1.0946
	Семінар	1.0010
	Вікторина	1.1380
	Урок	1.2549
Комунікація	Форум	1.0883
	Чат	1.0883
Оцінювання	A	1.9784
	B	3.7548
	C	4.8197
	D	5.8080
	E	3.2687
	F	1.7761

Значення VIF можна інтерпретувати таким чином:

1. Значення, близькі до 1 (приблизно від 1,00 до 1,20), вказують на дуже слабку або відсутність проблеми мультиколінеарності. Більшість індикаторів у моделі потрапляють у цю категорію, включаючи індикатори для Інформації (крім Семестру на рівні 1,2950), Ресурсів, Комунікації (обидва індикатори мають однакове значення 1,0883) і більшості Активностей (крім Вибору, Завдань і Глосарію).

2. Значення між 1,2 і 5 вказують на помірний рівень мультиколінеарності. У наведеній моделі в цей діапазон потрапляють Семестр і Рівень освіти (Інформація), Вибір (1,7799), Завдання (1,8277), Глосарій (Активності) та індикатор Оцінювання F (1,7761).

3. Значення вище 5 вказують на високий ступінь мультиколінеарності, що може бути проблематичним для моделі. Індикатор Оцінювання D (5,8080) потрапляє в цей діапазон.

Як правило, значення нижче 5 для індикатора вважається прийнятним,

тоді як значення вище 5 вказує на потенційні проблеми мультиколінеарності. Однак деякі дослідники пропонують більш консервативні порогові значення, наприклад 3,3 або нижче. У конструкті Оцінювання індикатори C (4,8197), D (5,8080) і B (3,7548) мають значення вище консервативного порогу 3,3, що свідчить про потенційні проблеми мультиколінеарності серед цих індикаторів. Індикатори A (1,9784), E (3,2687) і F (1,7761) перебувають у прийнятних діапазонах.

Хоча більшість конструктів не показують суттєвих проблем мультиколінеарності, конструкт Оцінювання демонструє потенційні проблеми, особливо серед індикаторів C, D і B. Конструкт Активності також має два індикатори (Вибір і Завдання) з дещо підвищеними значеннями, але не такими серйозними, як конструкт Оцінювання. Всі відповідні індикатори мають сильні позитивні та дуже сильні позитивні навантаження на передбачуваний конструкт, тому їх не можна видалити, щоб зменшити надмірність і проблеми мультиколінеарності.

Зокрема, високі значення VIF для B, C, D і E свідчать про те, що ці індикатори оцінок сильно корелюють, тобто вони вимірюють або представляють подібний основний конструкт (у цьому випадку успішність або досягнення студентів). Наприклад, якщо студенти отримують високу оцінку (наприклад, A або B) в одному компоненті оцінювання, вони, швидше за все, будуть отримувати так само високі оцінки в інших компонентах, що призводить до сильної кореляції між індикаторами оцінок. Аналогічно, студенти, які отримують низькі оцінки (наприклад, D або F) в одному компоненті, з більшою ймовірністю отримують низькі оцінки в інших компонентах, що сприяє мультиколінеарності.

Тому ми вирішили глибше дослідити мультиколінеарність між різними оцінками. Ми розділили конструкт Оцінювання на до 6 конструктів з різними комбінаціями оцінок. Модель з найнижчими значеннями VIF показана на рис. 4.

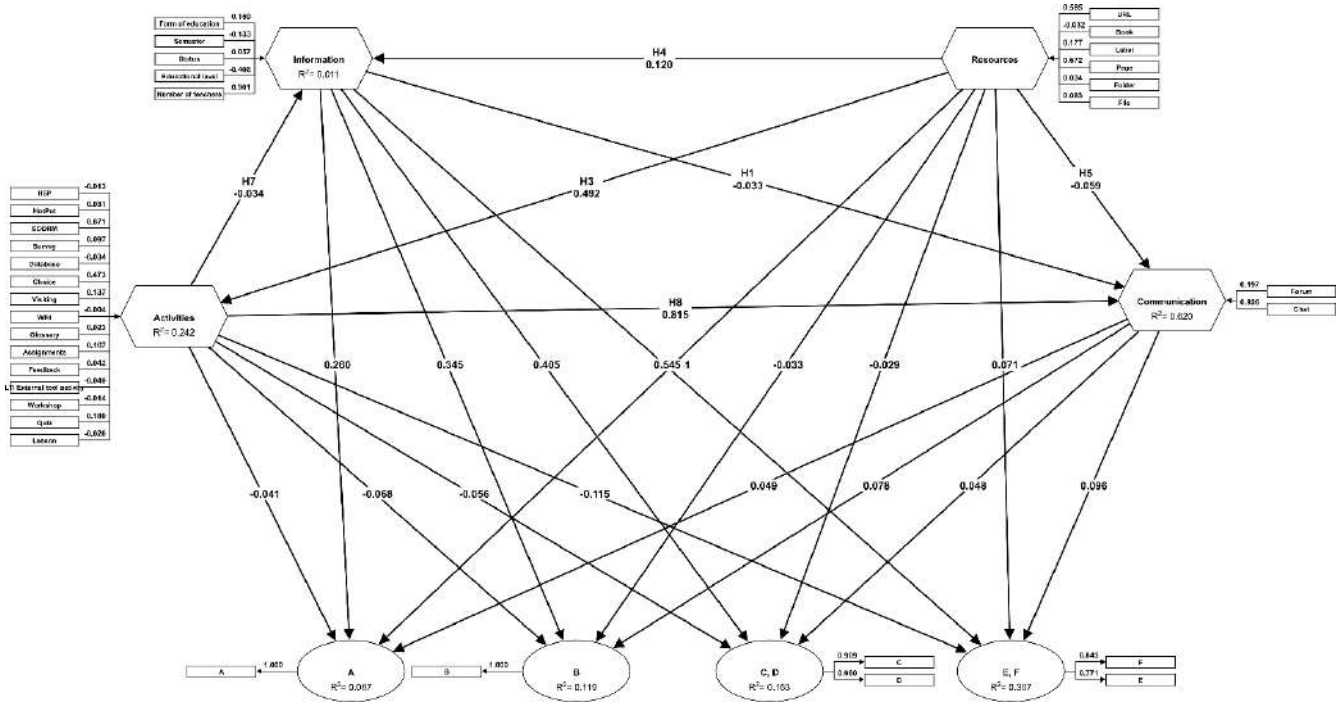


Рис. 4. Оновлена концептуальна модель з розділеним на 4 конструктом Оцінювання.

Оновлена модель містить чотири виникаючі конструкти замість одного, які стосуються таких оцінок:

- конструкт A містить лише індикатор A з VIF = 1,0000, що вказує на відсутність проблеми мультиколінеарності;

- конструкт B містить лише індикатор B з VIF = 1,0000, що вказує на відсутність проблеми мультиколінеарності;

- конструкт C, D містить індикатори B і C з VIF = 4,1927, що вказує на помірний рівень мультиколінеарності;

- конструкт E, F містить індикатори E і F з VIF = 1,7334, що вказує на помірний рівень мультиколінеарності.

Це, ймовірно, вказує на реальну 4-бальну шкалу, яку використовують викладачі КДПУ, що відповідає зсунутій національній шкалі: A - відмінна оцінка, B - оцінка "добре", C і D можуть бути задовільними оцінками, а E і F - незадовільними оцінками. Більше того, викладачі КДПУ найбільш нерівномірні в своїх оцінках, коли ставлять оцінки C і D.

Крім того, було неможливо побудувати модель з окремою оцінкою E:

перегляд оцифрованих даних про успішність студентів показує, що більшість оцінок Е відповідають лише одній оцінці - 50 (найнижчий рівень оцінки Е згідно зі шкалою КДПУ). У зв'язку з цим, усунення інших шкал, що використовуються для оцінювання студентів у КДПУ, окрім 4-бальної національної шкали, видається гарною ідеєю.

Аналіз моделювання структурними рівняннями. Коефіцієнт детермінації (R^2) представляє частку дисперсії в спостережуваних даних, яку може пояснити модель. Скоригований коефіцієнт детермінації (скоригований R^2) є модифікацією R^2, яка враховує розмір вибірки та компенсує додані до моделі незалежні змінні (табл. 10).

Таблиця 10

Коефіцієнти детермінації

Конструкт	R^2	**Скоригований** R^2
Інформація	0.0125	0.0105
Активності	0.2429	0.2421
Комунікація	0.6200	0.6189
Оцінювання	0.2280	0.2249

Конструкт Комунікація має найвищі значення R^2 і скоригованого R^2, що свідчить про відносно добре припасування моделі для цього конструкту. Конструкти Активності та Оцінювання мають помірну пояснювальну силу. Натомість конструкт Інформація має відносно низьке значення R^2, що вказує на те, що його індикатори можуть неадекватно пояснювати дисперсію в цьому конструкті.

Коефіцієнт регресії, який складається з коефіцієнтів прямого (коефіцієнт шляху) і непрямого ефектів (впливів), використовується для підтвердження або спростування гіпотез. Розглянемо вплив прямих ефектів (прямий коефіцієнт шляху) у таблиці 11.

Таблиця 11

Прямі ефекти

Незалежна змінна	**Залежна змінна**			
	Інформація	Активності	Комунікація	Оцінювання
Інформація			-0.0334	0.4785
Активності	-0.0321		0.8152	-0.0755
Ресурси	0.1239	0.4928	-0.0598	-0.0005
Комунікація				0.0715

Коефіцієнти шляху – це стандартизовані коефіцієнти регресії (бета-значення), показані на рис. 3 на стрілках між конструктами. Коефіцієнт шляху кількісно визначає прямий ефект незалежної змінної на залежну змінну. Коефіцієнти шляху інтерпретуються як збільшення залежної змінної, якщо незалежна змінна була збільшена на одне стандартне відхилення, а всі інші незалежні змінні в рівнянні залишалися постійними [11].

Інтерпретація результатів таблиці 11:

Інформація на Оцінювання: схоже, існує позитивний і відносно сильний ефект (β_{10} = 0,4785) Інформації на Оцінювання – це свідчить про те, що краще описаний курс веде до підвищення Оцінювання;

Активності на Оцінювання: Активності мають негативний ефект (β_9 = -0,0755) на Оцінювання; збільшення Активностей може призвести до незначного зниження оцінок Оцінювання, але ефект слабкий;

Активності на Комунікацію: Активності мають сильний позитивний ефект (β_8 = 0,8152) на Комунікацію – це означає, що більше Активностей пов’язано зі збільшенням Комунікації;

Ресурси на Інформацію: Ресурси мають позитивний, але слабкий ефект (β_4 = 0,1239) на Інформацію – збільшення Ресурсів може призвести до незначно кращого опису курсу;

Ресурси на Активності: існує помірний позитивний ефект (β_3 = 0,4928) Ресурсів на Активності – більше Ресурсів пов’язано зі збільшенням Активностей;

Ресурси на Комунікацію: вплив Ресурсів на Комунікацію є негативним (β_5 = -0,0598), але слабким – збільшення Ресурсів може призвести до незначного зменшення Комунікації;

Комунікація на Оцінювання: вплив Комунікації на Оцінювання є позитивним, але слабким (β_2 = 0,0715) – збільшення Комунікації може призвести до незначного збільшення Оцінювання;

Активності на Інформацію: існує слабкий негативний ефект (β_7 = -0,0321) Активностей на Інформацію – збільшення Активностей може призвести до дещо гіршого опису курсу, однак величина цього ефекту дуже мала;

Ресурси на Оцінювання: вплив Ресурсів на Оцінювання є негативним (β_6 = -0,0005), але дуже слабким, тому ним можна знехтувати.

Окрім прямих ефектів, також були розраховані непрямі ефекти. Непрямий ефект виникає, коли незалежна змінна впливає на залежну змінну через одну або кілька проміжних змінних.

Непрямі ефекти пов'язані з усіма можливими шляхами між конструктами, тому для розрахунку непрямих ефектів ми повинні перемножити відповідні бета-коефіцієнти (табл. 12):

- Інформація через Комунікацію на Оцінювання: $\beta_1 \cdot \beta_2$
- Ресурси через Активності на Інформацію: $\beta_3 \cdot \beta_7$
- Ресурси через Активності на Комунікацію: $\beta_3 \cdot \beta_8$
- Ресурси через Активності на Оцінювання: $\beta_3 \cdot \beta_9$
- Ресурси через Активності через Інформацію на Комунікацію: $\beta_3 \cdot \beta_7 \cdot \beta_1$
- Ресурси через Активності через Інформацію на Оцінювання: $\beta_3 \cdot \beta_7 \cdot \beta_{10}$
- Ресурси через Активності через Комунікацію на Оцінювання: $\beta_3 \cdot \beta_8 \cdot \beta_2$
- Ресурси через Активності через Інформацію через Комунікацію на Оцінювання: $\beta_3 \cdot \beta_7 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2$
- Ресурси через Інформацію на Оцінювання: $\beta_4 \cdot \beta_{10}$
- Ресурси через Інформацію на Комунікацію: $\beta_4 \cdot \beta_1$
- Ресурси через Інформацію через Комунікацію на Оцінювання: $\beta_4 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2$

- Ресурси через Комунікацію на Оцінювання: $\beta_5 \cdot \beta_2$

- Активності через Інформацію на Комунікацію: $\beta_7 \cdot \beta_1$

- Активності через Інформацію на Оцінювання: $\beta_7 \cdot \beta_{10}$

- Активності через Інформацію через Комунікацію на Оцінювання: $\beta_7 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2$

- Активності через Комунікацію на Оцінювання: $\beta_8 \cdot \beta_2$

Таблиця 12

Непрямі ефекти

Незалежна змінна	**Залежна змінна**			
	Інформація	Активності	Комунікація	Оцінювання
Інформація				-0.0024
Активності			0.0011	0.0430
Ресурси	-0.0158		0.3981	0.0387
Комунікація				

Всі непрямі ефекти (за винятком впливу Ресурсів на Комунікацію, який дорівнює 0,3981) показують слабкий позитивний або негативний ефект. Це свідчить про мінімальний непрямий вплив. Однак існує сильний позитивний непрямий ефект ($\beta_3 \cdot \beta_7 \cdot \beta_1 = 0{,}3981$) Ресурсів на Комунікацію. Це свідчить про суттєвий непрямий вплив, можливо, через інші змінні, який збільшує Комунікацію зі збільшенням Ресурсів.

Сума прямих і непрямих ефектів – це загальні ефекти (табл. $_{13}$):

- Інформація на Комунікацію: β_1

- Комунікація на Оцінювання: β_2

- Ресурси на Активності: β_3

- Ресурси на Інформацію: $\beta_4 + \beta_3 \cdot \beta_7$

- Ресурси на Комунікацію: $\beta_5 + \beta_3 \cdot \beta_8 + \beta_3 \cdot \beta_7 \cdot \beta_1 + \beta_4 \cdot \beta_1$

- Ресурси на Оцінювання: $\beta_6 + \beta_3 \cdot \beta_9 + \beta_3 \cdot \beta_7 \cdot \beta_{10} + \beta_3 \cdot \beta_8 \cdot \beta_2 + \beta_3 \cdot \beta_7 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 + \beta_4 \cdot \beta_{10} + \beta_4 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 + \beta_5 \cdot \beta_2$

- Активності на Інформацію: β_7

- Активності на Комунікацію: $\beta_8 + \beta_7 \cdot \beta_1$

- Активності на Оцінювання: $\beta_9 + \beta_7 \cdot \beta_{10} + \beta_7 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 + \beta_8 \cdot \beta_2$

- Інформація на Оцінювання: $\beta_{10} + \beta_1 \cdot \beta_2$

Порівнюючи прямі ефекти (табл. 11) і загальні ефекти (табл. 13), ми можемо зробити висновок, що сила ефектів майже не змінилася, за винятком впливу Ресурсів на Комунікацію, оскільки існує сильний непрямий ефект.

Таблиця 13

Загальні ефекти

Незалежна змінна	**Залежна змінна**			
	Інформація	**Активності**	**Комунікація**	**Оцінювання**
Інформація			-0.0334	0.4761
Активності	-0.0321		0.8163	-0.0325
Ресурси	0.1081	0.4928	0.3383	0.0383
Комунікація				0.0715

Огляд ефектів, пов'язаних з гіпотезами, представлено в табл. 14.

Таблиця 14

Огляд ефектів

Гіпотези	**Ефекти**			f^2 **Коена**	**Інтерпретація**
	Прямий	**Непрямий**	**Загальний**		
H1	-0.0334		-0.0334	0.0029	несуттєвий ефект
H2	0.0715		0.0715	0.0025	несуттєвий ефект
H3	0.4928		0.4928	0.3208	помірний ефект
H4	0.1239	-0.0158	0.1081	0.0118	несуттєвий ефект
H5	-0.0598	0.3981	0.3383	0.0071	несуттєвий ефект
H6	-0.0005	0.0387	0.0383	0.0000	несуттєвий ефект
H7	-0.0321		-0.0321	0.0008	несуттєвий ефект
H8	0.8152	0.0011	0.8163	1.3232	сильний ефект
H9	-0.0755	0.0430	-0.0325	0.0024	несуттєвий ефект
H10	0.4785	-0.0024	0.4761	0.2920	помірний ефект

Таблиця 14 містить коефіцієнт Коена (f^2), який вказує, наскільки суттєвим є прямий ефект, і його інтерпретацію згідно з Коеном [5, с. 477-478].

Проаналізувавши таблицю 14, ми можемо вибрати найсильніші ефекти:

- H8 (Активності на Комунікацію) має найсильніший загальний ефект

(0,8163) із сильним розміром ефекту (1,3232), що вказує на суттєвий позитивний вплив Активностей на Комунікацію;

- H3 (Ресурси на Активності) має сильний позитивний загальний ефект (0,4928) з помірним розміром ефекту (0,3208), що свідчить про значний вплив Ресурсів на Активності;

- H10 (Інформація на Оцінювання) має помірний позитивний загальний ефект (0,4761) з помірним розміром ефекту (0,2920), що вказує на помітний вплив Інформації на Оцінювання;

- H5 (Ресурси на Комунікацію) має сильний позитивний загальний ефект (0,3383) з несуттєвим розміром ефекту (0,0071) через переважання непрямих ефектів.

Матриця міжконструктних кореляцій містить оцінені кореляції між конструктами (табл. 15).

Таблиця 15

Міжконструктні кореляції

Конструкти	**Інформація**	**Активності**	**Ресурси**	**Комунікація**	**Оцінювання**
Інформація	1.0000				
Активності	0.0290	1.0000			
Ресурси	0.1081	0.4928	1.0000		
Комунікація	-0.0163	0.7848	0.3383	1.0000	
Оцінювання	0.4751	-0.0057	0.0383	0.0043	1.0000

Результати, представлені в табл. 15, узгоджуються з результатами в табл. 14. Активності та Комунікація (H8) мають сильну позитивну кореляцію (0,7848). Це вказує на те, що ці два конструкти в моделі мають тенденцію до спільного збільшення. Ресурси (H3) показують помірну позитивну кореляцію з Активностями (0,4928). Інформація та Оцінювання (H10) мають помірну позитивну кореляцію (0,4751). Існує позитивна асоціація між Інформацією та Оцінюванням. Остаточне рішення щодо прийняття або відхилення конкретної гіпотези має базуватися на висновку (індуктивній статистиці) про загальні

ефекти (табл. 16).

Таблиця 16

Висновок про загальні ефекти

Гіпотеза	Загальний ефект	Стандартні результати бутстрепу					Процентні квантилі бутстрепу			
		Середнє значення	Стандартна помилка	*t*	*p* (двостороннє)	p (одностороннє)	**0.5%**	**2.5%**	**97.5%**	**99.5%**
H1	-0.0334	-0.0348	0.0191	-1.7512	0.0802	0.0401	-0.1033	-0.0768	-0.0037	0.0131
H2	0.0715	0.0807	0.0502	1.4248	0.1545	0.0773	-0.0981	0.0011	0.1727	0.3452
H3	0.4928	0.5135	0.0683	7.2155	0.0000	0.0000	0.2948	0.3755	0.6419	0.6763
H4	0.1081	0.1087	0.0490	2.2050	0.0277	0.0138	-0.0047	0.0217	0.2063	0.2418
H5	0.3383	0.3511	0.0651	5.1989	0.0000	0.0000	0.1573	0.2121	0.4758	0.5122
H6	0.0383	0.0333	0.0301	1.2731	0.2033	0.1016	-0.0433	-0.0245	0.0967	0.1150
H7	-0.0321	-0.0310	0.0384	-0.8360	0.4033	0.2017	-0.1268	-0.1013	0.0527	0.0902
H8	0.8163	0.8257	0.1268	6.4386	0.0000	0.0000	0.1241	0.5440	1.0220	1.0329
H9	-0.0325	-0.0314	0.0327	-0.9911	0.3219	0.1609	-0.1097	-0.0920	0.0323	0.0765
H10	0.4761	0.4720	0.0780	6.1057	0.0000	0.0000	0.2599	0.3545	0.5860	0.6221

H1 (Інформація на Комунікацію): оригінальний коефіцієнт (загальний ефект) становить -0,0334, а результати бутстрепу показують середнє значення -0,0348 зі стандартною помилкою 0,0191. Значення t = -1,7512, що призводить до значення p = 0,0802. Квантилі бутстрепу відсотків показують, що коефіцієнт лежить між -0,1033 і -0,0037 на 95% довірчому рівні. Зі значенням p вище типового порогу 0,05 ми не можемо відхилити нульову гіпотезу, що свідчить про відсутність значного впливу Інформації на Комунікацію.

H2 (Комунікація на Оцінювання): оригінальний коефіцієнт становить 0,0715, а результати бутстрепу показують середнє значення 0,0807 зі стандартною помилкою 0,0502. Значення t = 1,4248, що призводить до значення p = 0,1545. Квантилі бутстрепу відсотків показують, що коефіцієнт лежить між -0,0981 і 0,3452 на 95% довірчому рівні. Зі значенням $p > 0,05$ ми не можемо відхилити нульову гіпотезу, що свідчить про відсутність значного непрямого впливу Комунікації на Оцінювання.

H3 (Ресурси на Активності): оригінальний коефіцієнт становить 0,4928, а

результати бутстрепу показують середнє значення 0,5135 зі стандартною помилкою 0,0683. Значення t = 7,2155, що призводить до дуже низького значення p (близького до нуля). Квантилі бутстрепу відсотків вказують на значний позитивний ефект, коефіцієнт лежить між 0,2948 і 0,6763 на 95% довірчому рівні. Таким чином, є вагомі докази, що підтверджують гіпотезу про позитивний вплив Ресурсів на Активності.

H4 (Ресурси на Інформацію): оригінальний коефіцієнт становить 0,1081, а результати бутстрепу показують середнє значення 0,1087 зі стандартною помилкою 0,0490. Значення t = 2,2050, що призводить до значення p = 0,0277. Квантилі бутстрепу відсотків вказують на значний позитивний ефект, коефіцієнт лежить між -0,0047 і 0,2418 на 95% довірчому рівні. Таким чином, є докази, що підтверджують гіпотезу про позитивний вплив Ресурсів на Інформацію.

H5 (Ресурси на Комунікацію): оригінальний коефіцієнт становить 0,3383, а результати бутстрепу показують середнє значення 0,3511 зі стандартною помилкою 0,0651. Значення t = 5,1989, що призводить до дуже низького значення p (близького до нуля). Квантилі бутстрепу відсотків вказують на значний позитивний ефект, коефіцієнт лежить між 0,1573 і 0,5122 на 95% довірчому рівні. Таким чином, є вагомі докази, що підтверджують гіпотезу про позитивний вплив Ресурсів на Комунікацію.

H6 (Ресурси на Оцінювання): оригінальний коефіцієнт становить 0,0383, а результати бутстрепу показують середнє значення 0,0333 зі стандартною помилкою 0,0301. Значення t = 1,2731, що призводить до значення p = 0,2033. Квантилі бутстрепу відсотків показують, що коефіцієнт лежить між -0,0433 і 0,1150 на 95% довірчому рівні. Зі значенням $p > 0,05$ ми не можемо відхилити нульову гіпотезу, що свідчить про відсутність значного непрямого впливу Ресурсів на Оцінювання.

H7 (Активності на Інформацію): оригінальний коефіцієнт становить -0,0321, а результати бутстрепу показують середнє значення -0,0310 зі стандартною помилкою 0,0384. Значення t = -0,8360, що призводить до

значення p = 0,4033. Квантилі бутстрепу відсотків показують, що коефіцієнт лежить між -0,1268 і 0,0902 на 95% довірчому рівні. Зі значенням $p > 0,05$ ми не можемо відхилити нульову гіпотезу, що свідчить про відсутність значного непрямого впливу Активностей на Інформацію.

H8 (Активності на Комунікацію): оригінальний коефіцієнт становить 0,8163, а результати бутстрепу показують середнє значення 0,8257 зі стандартною помилкою 0,1268. Значення t = 6,4386, що призводить до дуже низького значення p (близького до нуля). Квантилі бутстрепу відсотків вказують на значний позитивний ефект, коефіцієнт лежить між 0,1241 і 1,0329 на 95% довірчому рівні. Таким чином, є вагомі докази, що підтверджують гіпотезу про позитивний вплив Активностей на Комунікацію.

H9 (Активності на Оцінювання): оригінальний коефіцієнт становить -0,0325, а результати бутстрепу показують середнє значення -0,0314 зі стандартною помилкою 0,0327. Значення t = -0,9911, що призводить до значення p = 0,3219. Квантилі бутстрепу відсотків показують, що коефіцієнт лежить між -0,1097 і 0,0765 на 95% довірчому рівні. Зі значенням $p > 0,05$ ми не можемо відхилити нульову гіпотезу, що свідчить про відсутність значного непрямого впливу Активностей на Оцінювання.

H10 (Інформація на Оцінювання): оригінальний коефіцієнт становить 0,4761, а результати бутстрепу показують середнє значення 0,4720 зі стандартною помилкою 0,0780. Значення t = 6,1057, що призводить до дуже низького значення p (близького до нуля). Квантилі бутстрепу відсотків вказують на значний позитивний ефект, коефіцієнт лежить між 0,2599 і 0,5860 на 95% довірчому рівні. Таким чином, є вагомі докази, що підтверджують гіпотезу про позитивний вплив Інформації на Оцінювання.

На основі загального висновку про ефекти (табл. 16) ми прийняли гіпотези H3, H4, H5, H8 і H10. Використовуючи інтерпретацію загальних ефектів (табл. 14), ми можемо зробити висновок про несуттєві ефекти в H4 і H5, помірні в H3 і H10 і сильні в H8. Отже, ми можемо зробити такі висновки:

1. *Недостатньо доказів*, щоб зробити висновок, чи існує значний

взаємозв’язок між конструктами Інформація та Комунікація в курсі Moodle.

2. *Недостатньо доказів*, щоб зробити висновок, чи існує значний взаємозв’язок між конструктами Комунікація та Оцінювання в курсі Moodle.

3. Існує *помірний позитивний зв’язок* між конструктами Ресурси та Активності в курсі Moodle.

4. Існує *незначний позитивний зв’язок* між конструктами Ресурси та Інформація в курсі Moodle.

5. Існує *незначний непрямий позитивний зв’язок* між конструктом Ресурси та конструктом Комунікація в курсі Moodle.

6. *Недостатньо доказів*, щоб зробити висновок, чи існує значний взаємозв’язок між конструктом Ресурси курсу Moodle та зовнішніми конструктами Оцінювання.

7. *Недостатньо доказів*, щоб зробити висновок, чи існує значний взаємозв’язок між конструктом Активності та конструктом Інформація в курсі Moodle.

8. Існує *сильний позитивний зв’язок* між конструктом Активності та конструктом Комунікація в курсі Moodle.

9. *Недостатньо доказів*, щоб зробити висновок, чи існує значний взаємозв’язок між конструктом Активності курсу Moodle та зовнішнім конструктом Оцінювання.

10. Існує *помірний позитивний зв’язок* між конструктом Інформація курсу Moodle та зовнішнім конструктом Оцінювання.

Отже, відповіді на дослідницькі питання такі:

1. Існує значний взаємозв’язок між ресурсами і активностями та між активностями і комунікацією в курсі Moodle.
2. Існує значний взаємозв’язок між інформацією про курс Moodle та успішністю студентів, і немає доказів зв’язку між кількістю компонентів, що використовуються в курсі Moodle, та успішністю студентів.

Висновки. У цьому дослідженні ми намагалися відповісти на два дослідницькі питання. Щоб відповісти на *перше* питання: «Наскільки взаємопов'язані різні ресурси та активності Moodle, які використовують викладачі педагогічних університетів?», – ми застосували кількісний підхід SEM-PLS для дослідження взаємозв'язків між різними конструктами, отриманими з СУН Moodle, та результатами оцінювання студентів. Для емпіричного аналізу використовувалися дані Криворізького державного педагогічного університету.

Концептуальна модель була розроблена на основі соціально-конструкціоністської педагогіки, що лежить в основі розробки Moodle, і правил університету щодо структури курсу та оцінювання у Moodle. Модель складалася з п'яти конструктів: Інформація, Ресурси, Активності, Комунікація та Оцінювання. Інформація, Ресурси, Активності та Комунікація є виникаючими конструктами, сформованими з використанням показників, безпосередньо спостережуваних з даних курсу Moodle, тоді як конструкт Оцінювання був латентним конструктом, що відображає дані про успішність студентів.

Згідно з результатами моделювання, різні ресурси та активності Moodle, які використовують викладачі педагогічних університетів, демонструють різний ступінь взаємопов'язаності:

1. Існує сильний позитивний зв'язок між конструктами Активності та Комунікація. Це свідчить про те, що збільшення використання інтерактивних активностей в рамках курсів Moodle пов'язане з вищим рівнем комунікації та залучення серед студентів і викладачів.

2. Існує помірний позитивний зв'язок між конструктом Ресурси та конструктом Активності. Це вказує на те, що доступність і різноманітність ресурсів у курсі Moodle пов'язані з включенням різноманітних навчальних активностей.

3. Існує незначний позитивний зв'язок між Ресурсами та конструктом Інформація, що свідчить про відносно слабкий зв'язок між ресурсами та якістю інформації про курс.

4. Існує незначний непрямий позитивний зв’язок між конструктами Ресурси та Комунікація, що передбачає відносно слабкий непрямий зв’язок між ресурсами та комунікацією, що полегшується через інші фактори.

Результати моделювання показують сильну взаємопов’язаність між активностями та комунікацією та помірну взаємопов’язаність між ресурсами та активностями в середовищі Moodle, яке використовують викладачі педагогічних університетів. Однак, виходячи з результатів цього дослідження, взаємопов’язаність між ресурсами та інформацією про курс і непрямий зв’язок між ресурсами та комунікацією здаються відносно слабкими.

Ключові висновки з результатів моделювання щодо *другого* дослідницького питання: «Як використання різних інструментів Moodle впливає на результати навчання студентів?», – такі:

1. Існує сильний позитивний зв’язок між конструктом Активності (інтерактивні навчальні активності, такі як SCORM, вибори, завдання та вікторини) та конструктом Комунікація. Це свідчить про те, що використання більшої кількості інтерактивних активностей у курсах Moodle підвищує комунікацію та залучення студентів і викладачів, покращуючи навчальний досвід.

2. Існує помірний позитивний зв’язок між конструктом Ресурси (URL-адреси, сторінки, мітки тощо) та конструктом Активності. Наявність різноманітних ресурсів у курсі Moodle пов’язана з включенням більш різноманітних навчальних активностей.

3. Існує помірний позитивний зв’язок між конструктом Інформація (опис курсу, силабус, вступ) і конструктом Оцінювання (оцінки студентів). Добре розроблені та інформативні матеріали курсу пов’язані з кращою успішністю студентів під час оцінювання.

4. Однак дослідження не виявило доказів наявності значного прямого зв’язку між Комунікацією або Активностями та конструктом Оцінювання. Хоча це важливі компоненти, їх вплив на успішність оцінювання здається більш складним і залежить від інших факторів.

5. Доступність ресурсів показала слабкий позитивний зв’язок між наданням кращої інформації про курс і непрямим полегшенням комунікації, але ці ефекти були відносно невеликими.

Використання інтерактивних активностей, надання різноманітних ресурсів і забезпечення вичерпної інформації про курс, здається, позитивно сприяють залученню студентів, комунікації та потенційно кращим результатам навчання на основі оцінювання. Однак це дослідження не встановило прямого впливу комунікаційних активностей на оцінки.

Ми також пам’ятаємо про додаткове дослідницьке питання: «Чи гарантує використання інструментів Moodle реалізацію адаптивного навчання для студентів педагогічних університетів?». На основі представлених результатів дослідження недостатньо доказів, щоб зробити висновок, що просте використання інструментів Moodle гарантує реалізацію адаптивного навчання для студентів педагогічних університетів.

Хоча Moodle надає інструменти та функції, які могли б підтримувати адаптивне навчання, такі як персоналізовані шляхи навчання, адаптивна доставка контенту та навчальна аналітика, сама наявність і використання цих інструментів не обов’язково гарантують реалізацію адаптивного навчання. Ефективне адаптивне навчання вимагає ретельного розроблення інструкцій, інтеграції відповідних педагогічних стратегій і стратегічного використання адаптивних можливостей Moodle відповідно до конкретних навчальних цілей і потреб студентів.

Хоча використання інструментів Moodle може підтримати елементи захоплюючого та ефективного навчального досвіду, реалізація адаптивного навчання вимагає більш цілеспрямованого та стратегічного підходу, який виходить за рамки простого використання інструментів і функцій Moodle:

1. Викладачі повинні включати більше інтерактивних активностей (наприклад, SCORM, завдання, вікторини) у свої курси Moodle, оскільки ці активності тісно пов’язані з підвищенням комунікації та залучення серед студентів і викладачів. Це може сприяти більш ефективному навчальному

досвіду.

2. Надання різноманітних ресурсів (URL-адрес, сторінок, міток тощо) у курсах Moodle пов’язане з включенням більш різноманітних навчальних активностей. Це підкреслює важливість збирання багатої та різноманітної колекції ресурсів для підтримки різноманітних навчальних активностей.

3. Добре розроблені та інформативні матеріали курсу (описи курсів, силабуси, вступи) пов’язані з кращою успішністю студентів під час оцінювання. Викладачі повинні надавати пріоритет створенню вичерпної, прозорої інформації про курс, щоб полегшити кращі результати навчання.

4. Хоча комунікація та інтерактивні активності є вирішальними, їх прямий вплив на успішність оцінювання, здається, опосередковується іншими факторами. Викладачі повинні досліджувати додаткові стратегії, щоб ефективно перетворити підвищене залучення та комунікацію на покращення результатів оцінювання.

5. Сама доступність ресурсів може не гарантувати кращої інформації про курс або полегшеної комунікації. Щоб максимізувати ефективність, викладачі повинні розглянути, як організовані, представлені та інтегровані ресурси з іншими компонентами курсу.

6. Результати дослідження свідчать про те, що використання інструментів Moodle не гарантує автоматичної реалізації адаптивного навчання. Викладачі та розробники курсів повинні цілеспрямовано використовувати адаптивні функції Moodle, такі як персоналізовані шляхи навчання, адаптація контенту на основі успішності студентів або стилів навчання та навчальна аналітика, щоб інформувати про інструктивні рішення та втручання.

Важливо визнати обмеження цього дослідження, які включають специфічний контекст, у якому збиралися дані (один ЗВО та обмежений час), а також властиві обмеження використовуваних методологічних підходів. Майбутні дослідження можуть вивчати додаткові фактори, які впливають на взаємозв’язки між різними компонентами, такі як педагогічні підходи, характеристики студентів і конкретні предметні області або освітні рівні.

Список використаних джерел

1. Philosophy // Moodle.org. 2006. URL: https://tinyurl.com/yck8br28
2. Regulation on using the distance learning technologies in the educational activity of the Kryvyi Rih State Pedagogical University // Kryvyi Rih State Pedagogical University. 2021. URL: https://tinyurl.com/2p8yc7jr
3. Regulation on the system of assessment of the students' learning outcomes in the Kryvyi Rih State Pedagogical University // Kryvyi Rih State Pedagogical University. 2022. URL: https://tinyurl.com/db9at3ru
4. Abuzinadah N., Umer M., Ishaq A., Hejaili A.A., Alsubai S., Eshmawi A.A., Mohamed A., Ashraf I. Role of convolutional features and machine learning for predicting student academic performance from MOODLE data // PLoS ONE. 2023. Vol. 18. DOI: 10.1371/journal.pone.0293061
5. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. New York: Routledge, 1988. DOI: 10.4324/9780203771587
6. Fadieieva L., Semerikov S. ADANCO output on dataset // GitHub. 2024. URL: https://ssemerikov.github.io/Fadieieva/
7. Fadieieva L., Semerikov S. KSPU Moodle activities and marks 2020-2022 // Zenodo. 2024. DOI: 10.5281/zenodo.10938019
8. Fadieieva L.O. Adaptive learning: a cluster-based literature review (2011-2022) // Educational Technology Quarterly. 2023. Vol. 3. P. 319-366. DOI: 10.55056/etq.613
9. Fadieieva L.O. Adaptive learning concept selection: a bibliometric review of scholarly literature from 2011 to 2019 // Educational Dimension. 2023. Vol. 9. P. 136-148. DOI: 10.31812/ed.643
10. Fadieieva L.O. Bibliometric Analysis of Adaptive Learning Literature from 2011-2019: Identifying Primary Concepts and Keyword Clusters // Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications / eds.: Antoniou G. et al. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. P. 215-226. DOI: 10.1007/978-3-031-48325-7_16
11. Henseler J. ADANCO 2.0.1 User Manual. 2017. URL: https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/5135104/ADANCO_2-0-1.pdf
12. Henseler J. Composite-Based Structural Equation Modeling: Analyzing Latent and Emergent Variables. New York: The Guilford Press, 2021.
13. Iyer S.S., Gernal L., Subramanian R., Mehrotra A. Impact of digital disruption influencing business continuity in UAE higher education // Educational Technology Quarterly. 2023. Vol. 1. P. 18-57. DOI: 10.55056/etq.29
14. Jordan C. Comparison of International Baccalaureate (IB) chemistry students' preferred vs actual experience with a constructivist style of learning in a Moodle e-learning environment // International Journal for Lesson and Learning Studies. 2013. Vol. 2(2). P. 155-167. DOI: 10.1108/20468251311323397
15. Kaensar C., Wongnin W. Analysis and Prediction of Student Performance Based on Moodle Log Data using Machine Learning Techniques // International Journal of

Emerging Technologies in Learning. 2023. Vol. 18. P. 184-203. DOI: 10.3991/ijet.v18i10.35841
16. Krahn T., Kuo R., Chang M. Personalized Study Guide: A Moodle Plug-in Generating Personal Learning Path for Students // Lecture Notes in Computer Science / eds.: Frasson C. et al. Vol. 13891. Springer, 2023. P. 333-341. DOI: 10.1007/978-3-031-32883-1_30
17. Moreno-Marcos P.M., Barredo J., Muñoz-Merino P.J., Delgado Kloos C. Statoodle: A Learning Analytics Tool to Analyze Moodle Students' Actions and Prevent Cheating // Lecture Notes in Computer Science / eds.: Viberg O. et al. Vol. 14200. Springer, 2023. P. 736-741. DOI: 10.1007/978-3-031-42682-7_70
18. Osadchyi V.V. Adaptive system for individualization and personalization of professional training of future specialists in blended learning: Technical Report. Melitopol: Bogdan Khmelnitsky Melitopol State Pedagogical University, 2023. URL: https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0223U003360
19. Perez-Suay A., Van Vaerenbergh S., Diago P.D., Pascual-Venteo A.B., Ferri F.J. Data-Driven Modeling Through the Moodle Learning Management System: An Empirical Study Based on a Mathematics Teaching Subject // Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje. 2023. Vol. 18. P. 19-27. DOI: 10.1109/RITA.2023.3250434
20. Sergeev K.A., Mironenko O.I., Krivich O.Y., Petrov A.A., Kozlov M.V. Using the module "analytics and machine learning" in LMS moodle at training students of specialty "rolling stock" // AIP Conference Proceedings / eds.: Galkin A.G., Bushuev S.V. Vol. 2624. American Institute of Physics Inc., 2023. DOI: 10.1063/5.0133923
21. Vitez A. Course module instances report // Moodle.org. 2022. URL: https://moodle.org/plugins/report_coursemodstats
22. Vásquez-Bermúdez M., Aguirre-Munizaga M., Hidalgo-Larrea J. Analysis of CoI Presence Indicators in a Moodle Forum Using Unsupervised Learning Techniques // Communications in Computer and Information Science / eds.: Valencia-García R. et al. Vol. 1873. Springer, 2023. P. 27-38. DOI: 10.1007/978-3-031-45682-4_3

Розділ XI. Апробація технології та інструменту самооцінювання цифрової компетентності вчителя

Овчарук О.В.

Цифровізація освіти стала невід'ємною частиною та визначальною рисою суспільного життя як в Україні, так і в усьому світі. За останні роки всі учасники освітнього процесу усвідомили важливість і необхідність впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для отримання та реалізації освіти. Особливо гостро вміння вчителів використовувати ІКТ для організації освітнього процесу стало необхідним через широкомасштабне вторгнення Російської Федерації, що спричинило перехід закладів освіти на дистанційне навчання. Якщо раніше ІКТ і цифрові технології вважалися лише інструментами для стимулювання інновацій і окремою галуззю, що сприяє навчальному процесу, то сьогодні світ визнає їх ключову роль у комунікації, наданні послуг і здобутті освіти.

Важливу роль у організації освітнього процесу відіграють вчителі, які мають на належному рівні володіти цифровою компетентністю. Для створення умов щодо підвищення рівня цифрової компетентності вчителів важливо виявити їхнє ставлення та готовність до використання цифрових засобів та ІКТ, визначити проблеми та ризики, з якими стикаються школи та педагогічні колективи, знайти варіанти вирішення цих проблем, а також з'ясувати можливості залучення зацікавлених сторін. Більшість навчально-методичних матеріалів для вчителя та учнів сьогодні розміщено у цифровому середовищі, що передбачає їх відповідальне та доцільне застосування вчителями та учнями. Досвід, який українські вчителі набули за останні п'ять років, став предметом вивчення і поширення серед педагогічної спільноти. Особливу увагу привертають інструменти, що допомагають оцінити рівень володіння учителем цифровими засобами, визначити існуючі проблеми та їхню готовність здійснювати дистанційне навчання.

Контекстом необхідності привернення уваги до цифрової компетентності вчителів та учнів стала глобальна криза, спричинена пандемією COVID-19 та обмеженнями відвідувати заклади освіти у зв'язку з цим. Міжнародні організації, серед яких Рада Європи, Європейська Комісія, Організація економічного співробітництва та розвитку, ЮНЕСКО протягом 2019-2021 рр. розробили рекомендації для систем освіти і, зокрема, вчителів щодо того, як організовувати дистанційне навчання [11; 12; 16]. Організація дистанційного навчання, добір цифрових засобів та інструментів сьогодні займають чільне місце в педагогічній науці та практиці. Ці процеси тісно пов'язані з розвитком цифрової грамотності та компетентності громадян, що визнана Європейським Союзом однією з восьми ключових компетентностей для повноцінного життя та діяльності та представлена у оновленій Рамці цифрової компетентності для громадян (Digital Competence Framework, DigComp 2.2, 2022). Її особливістю стало наведення прикладів та опису компетентності вчителів у використанні штучного інтелекту у освітньому процесі [17].

На допомогу вчителям у Інституті цифровізації освіти НАПН України у період 2022-2023 рр. розроблено та апробовано інструмент самооцінювання цифрової компетентності вчителя, що дозволив отримати відповіді педагогів не тільки на питання про їхній рівень компетентності, а й виявити проблеми і потреби. Цей інструмент являє собою онлайн-опитувальник, що містить блоки запитань до вчителя, на які пропонується надати відповіді конфіденційно. При створенні онлайн-анкети було враховано нормативно-правові документи, зокрема Указ Президента України №64/2022 «Про введення воєнного стану в Україні», Постанову Кабінету Міністрів України від 24 червня 2022 р. № 711 «Про початок навчального року під час дії правового режиму воєнного стану в Україні», Закон України від 19 червня 2022 р. та № 2315-IX «Про внесення зміни до розділу X «Прикінцеві та перехідні положення» Закону України «Про повну загальну середню освіту» щодо врегулювання окремих питань освітньої діяльності в умовах воєнного стану».

При розробленні технології та інструменту самооцінювання цифрової компетентності вчителя було враховано обмеження в організації опитування, що можуть вплинути на отримані результати. Адже значна частина вчителів, учнів та педагогічних працівників перебувають у стані стресу та змушені адаптуватись до умов своїх регіонів, міст та сіл, які постійно знаходяться під обстрілами, відключеннями електроенергії та потерпають від гуманітарної та екологічної криз. Мають місце також й психологічні наслідки війни, особливо серед дітей, які будуть тривати певний період і надалі. Все це впливає і на вчителів, частина яких втратила роботу і знаходиться на окупованих територіях та тимчасово перебуває поза межами постійного проживання. Вимушена тимчасова евакуація та переселення учнів і вчителів, втрата шкільної інфраструктури призводить до створення емоційної напруги на здобувачів освіти та їхні сім'ї. Вчителі змушені пристосовуватись до нових умов і водночас організовувати освітній процес. Постійна підтримка зв'язку з вчителями та школами через онлайн-засоби, проведення опитувань вчителів сприяє подоланню стресових ситуацій, а надання можливостей висловити власну думку та окреслити свої потреби щодо підвищення кваліфікації, мотивує до фахового зростання та подолання труднощів у роботі.

Цифрова компетентність сьогодні є ключовою, про свідчить низка важливих європейських документів та актів: «Біла книга про освіту та навчання» (Європейська комісія, 1995) [6], «Навчання та навички для цифрової ери» (Європейська Комісія, 2019) [11], «Меморандум про навчання впродовж життя» (Європейська комісія, 2000), «е-Європа 2005: Інформаційне суспільство для всіх»[5] та ін. Прийняття Європейським Союзом Цифрового порядку денного для Європи 2020, а також Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 рр. підкреслили необхідність формування та розвитку цифрової компетентності [8]. Цими документами було визнано необхідність підтримки розвитку цифрової компетентності відповідно до європейських орієнтирів.

До визначення поняття цифрової компетентності сьогодні існують різні підходи. Значний загал дослідників ототожнює це поняття з такими, як інформаційно-комунікаційна компетентність, цифрові навички, інформаційно-цифрова компетентність тощо, що пов'язано з тим, що до набору однакових характеристик здатності людини застосовувати інформаційні технології та засоби, використовують різні назви [3]. Серед вітчизняних педагогів та дослідників питання цифрової (інформаційно-комунікаційної) компетентності піднімають В.Биков, О.Спірін, О.Овчарук, С.Литвинова, Н.Морзе, М.Шишкіна, О.Пінчук, О.Гриценчук, І.Іванюк, І.Малицька, Н.Сороко та ін., які розглядають цифрову компетентність у контексті підвищення кваліфікації вчителів та науково-педагогічних працівників [1; 3; 4]. Зарубіжні дослідники, серед яких М. Баррон, К. Кобо, А. Муньос-Нахар, І. С. Сіарруста, підкреслюють важливість розвитку цифрової компетентності вчителя та наголошують, що в умовах обмеженого доступу до очного навчання роль учителів швидко розвивається та стає багато в чому складнішою, ніж коли навчання відбувалося лише особисто. Серед зарубіжних авторів, що піднімають питання самооцінювання фахових компетентностей вчителя, слід виокремити Х.Андраде, Дж.Бейлі, Р.Тежейро, Ж.Гомес-Валеціло, М.Перегріна та ін., які підкреслюють важливість визначення загального рівня професійної готовності та здатності педагогів використовувати інформаційно-комунікаційні технології у роботі [5; 6; 15].

Наша мета - презентувати технологію та інструмент самооцінювання цифрової компетентності вчителя, розроблений на основі міжнародних підходів, зокрема європейської рамки цифрової компетентності DigComp 2.1, окреслити перспективи його впровадження у систему підвищення кваліфікації вчителів в умовах воєнного стану та карантинних обмежень, висвітлити результати онлайн-опитування вчителів у 2023 р. [14].

Методи дослідження: *вивчення та аналіз* міжнародних рамкових настанов та вітчизняних підходів до оцінювання цифрової компетентності вчителя; *системний метод* (розгляд категорій та складників цифрової компетентності

вчителя на основі європейської рамки цифрової компетентності DigComp 2.1; *структурування* (виокремлення категорій цифрової компетентності для складання онлайн-опитувальника); *узагальнення* (побудова алгоритму впровадження онлайн-інструменту самооцінювання цифрової компетентності та надання рекомендацій щодо його впровадження).

Основним предметом дослідження в рамках впровадження інструменту самооцінювання є цифрова компетентність вчителя. Цифрову компетентність вбачають у свідомому та критичному використанні технологій цифрового суспільства (англ., *Information Society Technology (IST)* для роботи, проведення вільного часу та спілкування [5]. У рекомендаціях Європейського Парламенту та Ради цифрова компетентність визначається як *впевнене, критичне та відповідальне використання цифрових технологій для навчання, роботи, участі в суспільстві та взаємодії з ними. Вона включає інформаційну грамотність, спілкування та співпрацю, медіаграмотність, створення цифрового контенту (включаючи програмування), безпеку (включаючи цифрове благополуччя кібербезпеку), питання інтелектуальної власності, вирішення проблем та критичне мислення*.

Для гармонізації розробленого інструменту з міжнародними підходами авторами було взято за основу рамковий документ, представлений Європейською комісією у 2016 р. Європейські організації та інституції, включаючи Європейський дослідницький центр (*JRS*), оголосили стратегію виконання й підтримки низки досліджень та ініціатив під назвою «Навчання і навички в цифрову еру» (англ., *Learning and Skills for the Digital Era*), що були спрямовані на вивчення впливу ІКТ на процес навчання та викладання, а також на виокремлення низки показників (дескрипторів), що можуть слугувати орієнтиром для моніторингу та оцінювання цифрових навичок та компетентностей сучасної людини [11]. У 2016 р. Європейська комісія запровадила Рамку цифрової компетентності для громадян (скорочена назва – англ., *DigComp2.0: Digital Competence Framework for Citizens*, а у 2017 р. її було оновлено та представлено під назвою «Рамка цифрової компетентності для

громадян: вісім рівнів майстерності з прикладами використання» (англ., *DigComp2.1:Digital Competence Framework for Citizens*) у Брюсселі (Бельгія) [14. У 2022 році Рамку цифрової компетентності для громадян було оновлено, доповнивши її особливостями використання штучного інтелекту (Digital Competence Framework, DigComp 2.2, 2022) [17]. Рамка стала орієнтиром для європейських систем освіти при створенні стандартів та навчальних програм закладів освіти всіх рівнів. Особливо слід підкреслити її відповідність стратегічним вказівкам європейської оновленої Рамки ключових компетентностей для навчання впродовж життя (2018 р.), де цифрова компетентність визначається ключовою та наскрізною.

За основу визначення цифрової компетентності вчителя взято п’ять основних категорій : *інформаційна та цифрова грамотність, комунікація та співробітництво, створення цифрового контенту, безпека та вирішення проблем*). Враховуючи зазначені категорії в основу онлайн-опитування було покладено дескриптори за рівнями (*базовий, незалежний, професійний користувач),* за якими вчителі визначали вміння застосовувати ІКТ в організації освітнього процесу (Табл.1).

Таблиця 1.

Приклади запитань онлайн-анкети за категоріями та рівнями, розроблені відповідно до Рамки цифрової компетентності DigComp 2.1 [14].

Категорії цифрової компетентності	Рівні самооцінки	Приклади запитань у межах відповідної категорії
Категорія 1. Інформаційна та цифрова грамотність	Базовий користувач	я можу шукати інформацію в Інтернеті за допомогою пошукової системи
	Незалежний користувач	я можу використовувати різні пошукові системи для пошуку інформації
	Професійний користувач	я можу використовувати розширені стратегії пошуку, щоб знайти достовірну інформацію в Інтернеті, наприклад, використовуючи веб-канали
Категорія 2. Комунікація та співробітництво	Базовий користувач	я можу спілкуватися з іншими користувачами за допомогою Skype або чату - з використанням основних функцій

		(наприклад, голосові повідомлення, SMS, обмін текстом)
	Незалежний користувач	я можу скористатися розширеними функціями кількох засобів комунікації (наприклад, за допомогою Skype і файлів обміну
	Професійний користувач	я активно використовую широкий спектр засобів комунікації (електронна пошта, чат, SMS, обмін миттєвими повідомленнями, блоги, мікро-блоги, соціальні мережі) для онлайн-спілкування
Категорія 3.Створення цифрового контенту	Базовий користувач	я можу створювати простий цифровий контент (наприклад, текст, таблиці, зображення, аудіофайли) принаймні в одному форматі, використовуючи цифрові інструменти
	Незалежний користувач	я можу створювати складний цифровий контент у різних форматах (наприклад, текст, таблиці, зображення, аудіофайли). Я можу використовувати інструменти для створення веб-сторінок або блогів
	Професійний користувач	я можу виробляти складний мультимедійний контент у різних форматах, використовуючи різноманітні цифрові інструменти та середовища. Я можу створити вебсайт, використовуючи мову програмування.
Категорія 4. Безпека	Базовий користувач	я виконую основні кроки для захисту своїх пристроїв (наприклад, використання антивірусів і паролів)
	Незалежний користувач	я можу встановити програми безпеки на пристроях, які використовую для доступу до інтернету (наприклад, антивірус, firewall)
	Професійний користувач	я часто перевіряю конфігурацію безпеки та системи пристроїв та / або програм, якими я регулярно користуюся, щоб отримати доступ до інтернету
Категорія 5. Вирішення проблем	Базовий користувач	я знаю, що цифрові інструменти можуть допомогти мені у вирішенні проблем
	Незалежний користувач	я можу використовувати цифрові технології для вирішення (технічних/нетехнічних) проблем
	Професійний	я вільно обираю правильний інструмент,

	користувач	пристрій, додаток, програмне забезпечення або сервіс для вирішення (технічних/нетехнічних) проблем

У 2023 р. було опитано 42708 респондентів. Отримані результати самооцінювання респондентів засвідчили, зокрема, що: більшість педагогів вміє шукати інформацію на рівні незалежного (45,6%) та базового (34,5%) користувача; знають і вміють користуватись онлайн-інструментами для співпраці на рівні професійного (40,7%) і незалежного (24.4%) користувача; вміє створювати мультимедійний контент у різних форматах, використовуючи різноманітні цифрові інструменти та середовища на рівні базового (62,2%) та незалежного (33,3%) користувача; може захистити персональну інформацію на своїх цифрових пристроях (базовий рівень – 46,2%, незалежний рівень – 39,3%); вміє вибрати та використати відповідний цифровий інструмент або сервіс для вирішення нетехнічних проблем (базовий рівень – 43,7%, незалежний рівень – 41,9%); усвідомлює потреби в оновленні навичок у галузі цифрових технологій (незалежний рівень – 40,7%, базовий рівень – 38,4%) [2]. Технологія опитування вчителів, що була застосована у 2023 році, дозволила окреслити бачення послідовності впровадження процедури онлайн-опитування вчителів, її використання та впровадження у систему освіти (Рис.1).

Слід підкреслити, що використання інструменту самооцінювання цифрової компетентності вчителя є складовою моніторингу якості освіти, що сприяє підтримці необхідного рівня фахових компетентностей педагогів. Сферою застосування інструменту є система післядипломної педагогічної освіти, центри професійного розвитку вчителів, освітні та наукові установи, що досліджують проблеми розвитку професійних компетентностей педагогічних працівників. Методологія використання інструменту самооцінювання цифрової компетентності вчителя полягає у послідовності організації опитування, аналізу та інтерпретації отриманих результатів. Аналіз та інтерпретація отриманих кількісних даних проводяться з використанням методів описової статистики та математичної статистики, результати можуть бути подані у вигляді діаграм та

їх інтерпретацій, що скомпоновані за відповідними тематичними блоками. Для виявлення та обрахування кількісних показників думок респондентів може бути використано 5-ти бальну шкалу Лайкерта. Аналіз та інтерпретація даних відбувається у три фази: уточнення категорій за блоками; аналіз та інтерпретація отриманих даних, репрезентація даних у звіті, формулювання висновків та надання рекомендацій.

Усвідомлюючи необхідність отримання достовірних даних, автори дотримувались таких принципів: добровільність; анонімність і конфіденційність; відсутність адміністративного впливу; відкритість і доступність для вчителів (поширення через онлайн-спільноти, сторінки закладів післядипломної освіти, центрів професійного розвитку); відповідальність за надання відповідей; фокус на нагальних потребах респондентів; наявність відкритих запитань для висловлення особистих ставлень до досліджуваних проблем; урахування умов, в яких знаходяться респонденти; дотримання професійної етики та ін.

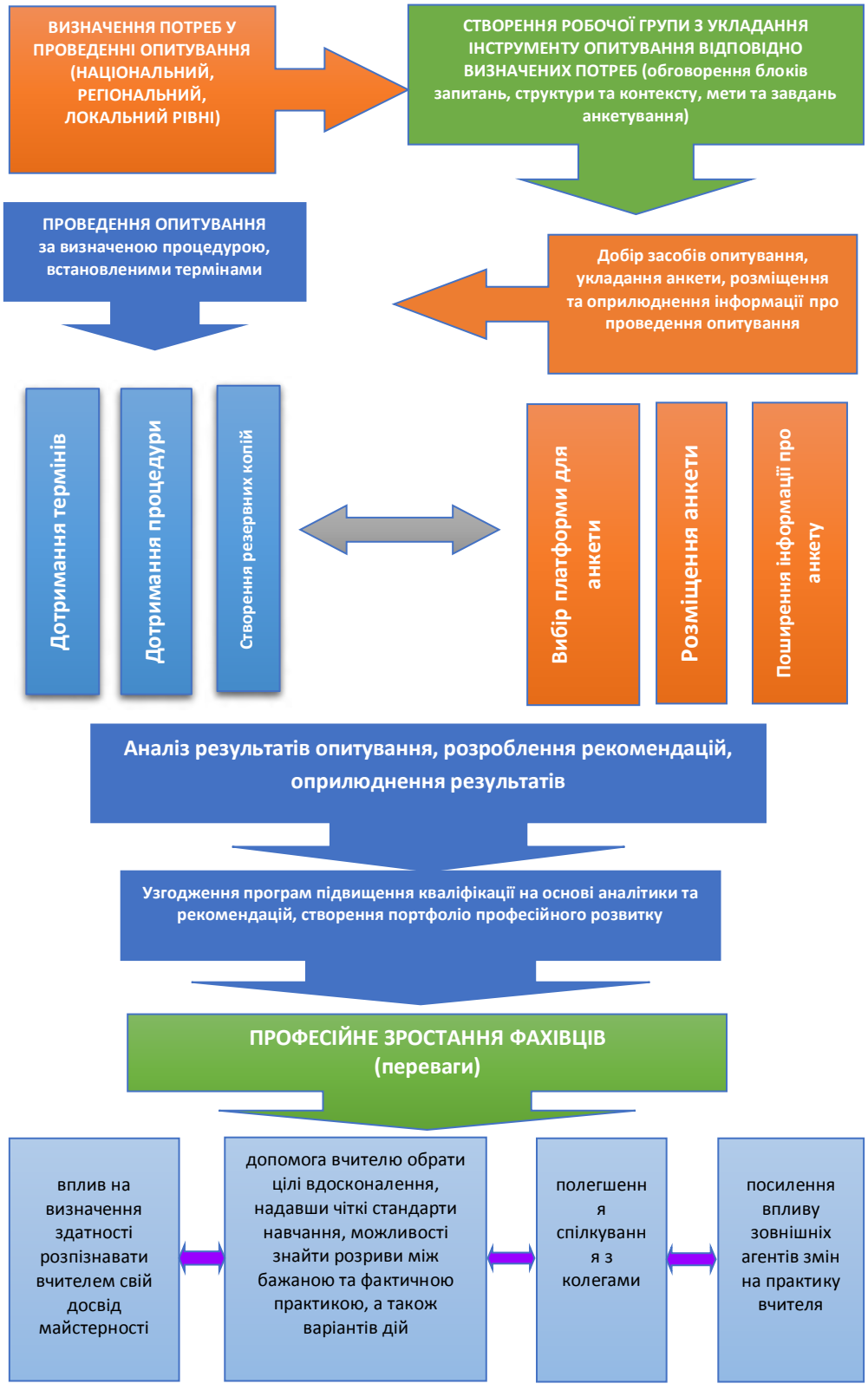


Рис. 1. Блок-схема створення та впровадження технології та інструменту самооцінювання цифрової компетентності вчителя (джерело: розроблено автором)

У 2023 рр. розробниками інструменту самооцінювання було визначено підходи до самооцінювання цифрової компетентності вчителя, розроблено опитувальник, проведено онлайн-анкетування, розроблено рекомендації щодо розвитку цифрової грамотності педагогів з урахуванням карантинних обмежень та особливостей організації навчання в умовах воєнного часу. Результати опитувань виявили певний прогрес у розвитку цифрової компетентності вчителів, а також прогалини та проблеми, які гостро стоять сьогодні перед школами та вітчизняною системою освіти загалом.

Запропонована технологія та інструмент самооцінювання цифрової компетентності вчителя дозволяє діагностувати як рівень так і можливості вчителів використовувати ІКТ. Вона може бути застосована у системі післядипломної педагогічної освіти для виявлення прогалин у розвитку цифрової компетентності вчителів та для оновлення освітніх програм з підвищення кваліфікації; сприяє виявленню проблем та стану готовності педагогів до використання цифрових інструментів для організації освітнього процесу та створення цифрового інформаційно-освітнього середовища в школі в умовах воєнного стану. Перспективи подальших досліджень варто розглянути у вдосконаленні інструментів самооцінювання вчителів, використанні таких форм, як фокус-групи, портфоліо, спостереження, що дозволить поглибити та деталізувати предмет дослідження та збагатити арсенал методик підвищення кваліфікації вчителів.

Список використаних джерел

1. Овчарук, О.В. (2019) Цифрова компетентність вчителя: міжнародні тенденції та рамки Нова педагогічна думка. 2019. 4 (100). С. 52-55. URL:https://lib.iitta.gov.ua/719492/
2. Результати онлайн-опитування «Готовність і потреби вчителів щодо використання цифрових засобів та ІКТ в умовах війни: 2023». Аналітичний звіт/ О. Овчарук, І. Іванюк, О. Гриценчук, І. Малицька. ІЦО НАПН України: 2023. DOI: 10.13140/RG.2.2.25529.34402, 2023.

3. Спірін О. М., Овчарук О. В. Цифрова компетентність // Енциклопедія освіти / Нац. акад. пед. наук України: 2ге вид., допов. та перероб. Київ: Юрінком Інтер, 2021. С. 1095-1096.
4. Цифрова компетентність вчителя: інструмент самооцінювання та особливості використання: методичні рекомендації: [В.Ю.Биков, О.О.Гриценчук, О.А.Дубовик, Ю.І.Завалевський, І.В.Іванюк, О.Є.Кравчина, О.В.Овчарук,]. – К. : ІЦО НАПН України – 2022. – (57 с.). https://lib.iitta.gov.ua/730497/
5. Andrade Heidi. A Critical Review of Research on Student Self-Assessment. URL: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2019.00087/full/ Accessed on March 11, 2022 (in English).
6. Bailey, G. Teacher self-assessment : a means for improving classroom instruction. URL: https://eric.ed.gov/?id=ED207967. Accessed on March 11, 2022 (in English).
7. Council Recommendation on improving the provision of digital skills and competences in education and training – European Sources Online. (2024, January 23). URL: https://www.europeansources.info/record/council-recommendation-on-improving-the-provision-of-digital-skills-and-competences-in-education-and-training/
8. Digital Agenda for Europe: A strategy for a digital economy by 2020. URL: https://web2learn.eu/digital-agenda-for-europe-a-strategyfor-a-digital-economy-by-2020.
9. Digital Education Action Plan (2021-2027). URL: https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan.
10. eEurope 2005. An Information Society For All. An Action Plan to be presented in view of the Sevilla European Council, 20–21 june 2002. / Commission of the European Communities. Brussels, 28.5.2002. COM(2002) 263 final. URL: https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0263:fin:en:pdf
11. European Commission. Learning and Skills for the Digital Era. EU Science Hub. 2019. URL: https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/learning-and-skills
12. European Commission. White Paper on Education and Training. Teaching and Learning Towards the Learning Sosiety. Brussels, 29.11.1995 COM(95) 590 final. 68 p. URL: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d0a8aa7a-5311-4eee-904c-98fa541108d8/language-en.pdf
13. Lukianova, L., Ovcharuk, O. Information Literacy and Digital Inclusion: Challenges of the Modern Information Educational Environment in Ukraine. In: *Tomczyk, Ł., Guillén-Gámez, F.D., Ruiz-Palmero, J., Habibi, A. (eds) From Digital Divide to Digital Inclusion. Lecture Notes in Educational Technology. Springer, Singapore.* 2023. https://doi.org/10.1007/978-981-99-7645-4_25.
14. Stephanie Carretero, Riina Vuorikari, YvesPunie. DigComp 2.1: The Digital Competence Framework fo rCitizens with eight proficiency levels and examples of use.- Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017.– 48 p.
15. Tejeiro, R. A., Gomez-Vallecillo, J. L., Romero, A. F., Pelegrina, M., Wallace, A., and Emberley, E. (2012). Summative self-assessment in higher education: implications of its counting towards the final mark. Electron. J. Res. Educ. Psychol. 10, 789–812.

16. UNESCO. Assessment of Transversial Competencies. Policy and Practice in Asia-Pacific Region. Published in 2016 by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France, UNESCO 2016. 62 p.
17. Vuorikari, Kluzer, S., Punie, Y.: DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes. Publications Office of the European Union (2022). https://doi.org/10.2760/115376.

Розділ XII. Оптимізація підготовки та перепідготовки вчителів для персоналізованого навчання на основі штучного інтелекту: бібліометричний аналіз з великими мовними моделями

Семеріков С.О., Мінтій І.С.

Стрімкий розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) ознаменував трансформаційну еру в освіті. Системи персоналізованого навчання на основі ШІ з'явилися як інновація, що обіцяє революціонізувати наш підхід до викладання та навчання [8]. Ці інтелектуальні системи використовують алгоритми машинного навчання та величезні обсяги даних, щоб, вчергове, адаптувати освітній досвід до унікальних потреб, переваг і стилів навчання окремих студентів [17]. Динамічно адаптуючи зміст, темп та методи навчання, персоналізоване навчання має на меті створити більш захопливий, ефективний та орієнтований на студента освітній досвід.

Потенційні переваги персоналізованого навчання на основі ШІ численні. По-перше, ці системи можуть відповідати різноманітним вимогам до навчання студентів, враховуючи їхні різні здібності та нахили. Надаючи персоналізований контент і підтримку, ці інтелектуальні системи можуть допомогти студентам подолати бар'єри для навчання, сприяючи більш інклюзивному та справедливому освітньому середовищу [11]. Крім того, персоналізоване навчання може підвищити мотивацію та залученість студентів, оскільки учні отримують контент і види діяльності, адаптовані до їхніх унікальних переваг і цілей [6].

Крім того, системи персоналізованого навчання на основі ШІ можуть надавати педагогам цінну інформацію та рекомендації на основі даних, що дозволяє їм приймати обґрунтовані рішення щодо навчальних стратегій та впливів [16]. Аналізуючи дані про успішність студентів і моделі навчання, ці системи можуть виявляти сильні та слабкі сторони. Цей підхід на основі даних

потенційно може покращити результати студентів і оптимізувати процес навчання.

Однак успішне впровадження та стійкий вплив персоналізованого навчання на основі ШІ залежать від критичного фактору: готовності та компетентності самих педагогів. Оскільки ці інноваційні технології продовжують проникати в освіту, учителі та викладачі повинні адаптувати свої педагогічні підходи та розвивати нові компетентності, щоб ефективно використовувати потенціал цих інструментів. Неспроможність належним чином озброїти педагогів необхідними компетентностями може призвести до неоптимального використання цих потужних технологій, перешкоджаючи їхньому трансформаційному впливу на навчання та досягнення учнів та студентів.

Визнаючи центральну роль учителів у цій технологічній революції, потреба у всебічних програмах підготовки та перепідготовки вчителів стає дедалі важливішою. Педагоги повинні глибоко розуміти системи персоналізованого навчання на основі ШІ, включаючи їхні основні алгоритми, методи аналізу даних та етичні міркування. Крім того, вони повинні розвивати майстерність у інтеграції цих технологій у свою педагогічну практику, адаптуючи свої навчальні стратегії для ефективного використання персоналізованого навчального досвіду.

Більше того, зусилля з підготовки та перепідготовки вчителів мають виходити за рамки простої технічної кваліфікації. Оскільки галузь ШІ та персоналізованого навчання швидко розвивається, вони повинні бути готові адаптуватися до нових технологій, співпрацювати з міждисциплінарними командами та займатися постійним професійним розвитком, щоб залишатися на передньому краї цієї трансформаційної освітньої парадигми.

Цей бібліометричний аналіз має на меті надати всебічний огляд наявної літератури щодо підготовки та перепідготовки вчителів у контексті персоналізованого навчання на основі ШІ. Систематично аналізуючи та відображаючи науковий ландшафт, це дослідження прагне виявити поточні

тенденції, впливові роботи та потенційні прогалини в цій галузі, що швидко розвивається. За допомогою ретельного бібліометричного підходу ми дослідимо такі ключові дослідницькі питання:

1. Які основні теми та напрямки досліджень у літературі щодо підготовки та перепідготовки вчителів для персоналізованого навчання на основі ШІ?

2. Які автори, установи та країни очолюють дослідницькі зусилля в цій галузі?

3. Які найвпливовіші та найбільш цитовані публікації формують дискурс на цю тему?

4. Як розвивався дослідницький ландшафт і які майбутні напрямки можна видобути з бібліометричного аналізу?

Відповідаючи на ці дослідницькі питання, дослідження має на меті забезпечити всебічне розуміння поточного стану досліджень і визначити потенційні шляхи для майбутнього дослідження. Розуміння, отримане з цього бібліометричного аналізу, сприятиме розробці ефективних програм підготовки та перепідготовки вчителів, гарантуючи, що педагоги будуть адекватно підготовлені до успішної роботи в епоху персоналізованого навчання на основі ШІ.

Методологія. Основною методологією, застосованою в цьому дослідженні, був бібліометричний аналіз тенденцій досліджень, пов`язаних з підготовкою та перепідготовкою вчителів для середовищ персоналізованого навчання на основі ШІ. Аналіз зосередився на дослідницьких статтях, опублікованих між 2010 і 2023 роками, оскільки інтеграція ШІ в освіту набула значного поширення саме в цей період.

Пошукова стратегія і база даних

Це дослідження проводилося з використанням наукової бази даних Dimensions. У таблиці 1 порівнюються Dimensions, Scopus і Web of Science, згідно з якими база даних Dimensions є найбільш придатною для бібліометричного аналізу щодо охоплення. Ця цифрова платформа включає дані про цитування, функції дослідницької аналітики та наукового

електронного контенту. Вибір Dimensions базувався на її здатності пов'язувати та пропонувати широкий контекстний пошук і візуалізацію даних. Застосування Dimensions допомагає забезпечити ширший контекст досліджень, дослідника, галузі досліджень, установи, країни та багатьох інших основних дослідницьких питань, що можуть зацікавити зацікавлені сторони в дослідницькому світі [12].

Таблиця 1

Порівняння Dimensions, Scopus та Web of Science для бібліометричного аналізу

Характеристики	**Dimensions [1]**	**Scopus [2]**	**Web of Science [3].**
Видавець	Digital Science	Elsevier	Clarivate Analytics
Охоплення публікацій	Понад 143 мільйони записів з патентів, наукових робіт, клінічних випробувань тощо.	Понад 82 мільйони записів з наукових журналів, книг та конференцій	Понад 79 мільйонів записів з наукових журналів, книг, матеріалів конференцій та патентів
Хронологічне охоплення	З 1665 року по теперішній час	З 1788 року по теперішній час	Від 1900 року до сьогодення
Предметні області	Всі галузі науки	Всі галузі науки	Всі галузі науки
Типи публікацій	Статті в журналах, книги, патенти, препринти, клінічні дослідження тощо.	Статті в журналах, книги, матеріали конференцій	Статті в журналах, книги, матеріали конференцій, патенти
Індексація	Гібридна модель з експертним відбором і машинним аналізом тексту	Експертний відбір джерел з формальним процесом оцінювання	Експертний відбір джерел з формальним процесом оцінювання
Інструменти аналізу	Потужні інструменти для бібліометричного, альтметричного та патентного аналізу	Інструменти для цитування, співпраці та аналізу тенденцій	Інструменти для аналізу цитування, аналітики журналів та бібліометричних показників

Стратегія пошуку літератури

Пошук літератури використовував комбінацію відповідних ключових

слів, включаючи «підготовка вчителів», «професійний розвиток», «штучний інтелект», «персоналізоване навчання», «адаптивне навчання» та пов’язані терміни. Пошук був обмежений документами, опублікованими англійською мовою між 2010 і 2023 роками. Пошуковий запит показано на рис. 1.

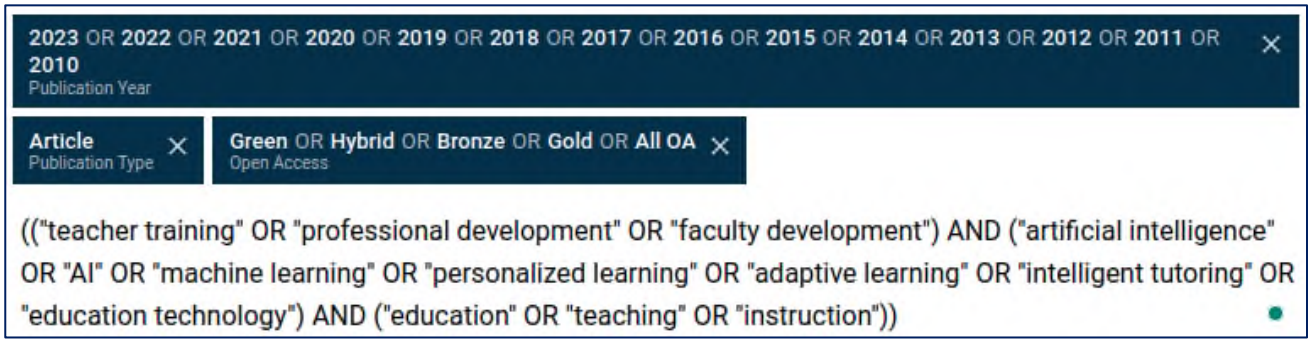


Рис. 1. Пошуковий запит у базі даних Dimensions (від 21.03.2024)

Критерії включення та виключення

Розглянуті критерії включення та виключення узагальнені в таблиці 2.

Таблиця 2

Критерії включення та виключення

Критерії	Включення	Виключення
Роки видання	Статті, опубліковані між 2010 та 2023 роками	Статті, опубліковані до 2010 року та після 2023 року
Тип публікації	Рецензовані журнальні статті	Не журнальні статті
Мова статей	Документи англійською мовою	Документи не англійською мовою
Доступність	Тільки документи з відкритим доступом	Документи закритого доступу
Тематика статей	Публікації, присвячені підготовці вчителів або підвищенню кваліфікації в контексті персоналізованого навчання з використанням штучного інтелекту	Публікації, які прямо не стосуються підготовки вчителів або професійного розвитку у зв’язку з персоналізованим навчанням на основі ШІ
Вибірка (студенти / молодь)	Студенти, які навчаються на програмах підготовки вчителів, або вчителі	Студенти, які не навчаються за учительськими спеціальністю та не є вчителями

Видобування даних

Процес відбору статей для огляду враховував рекомендації PRISMA [14], як показано на рис. 2.

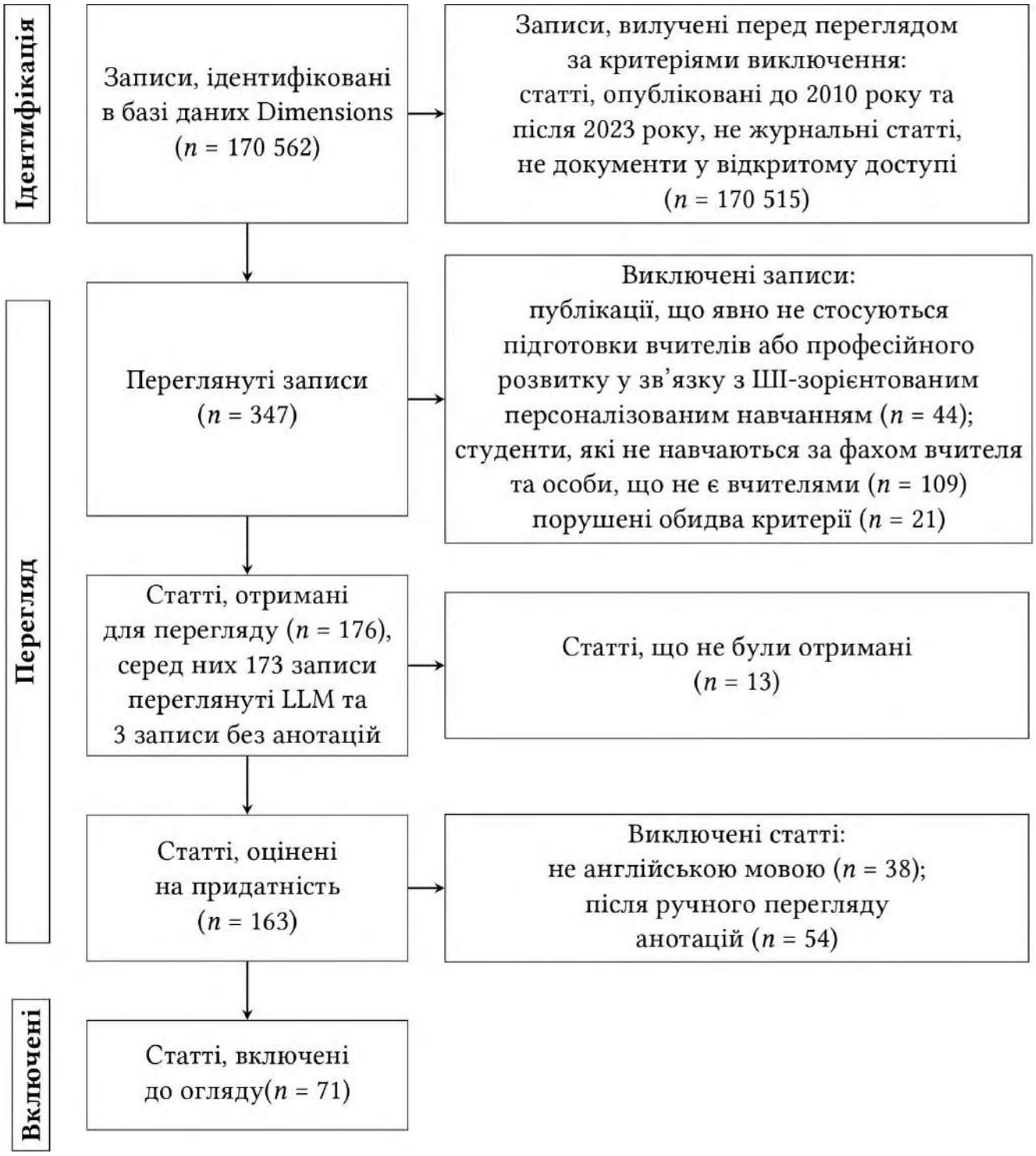


Рис. 2. Блок-схема систематичного огляду відповідно до протоколу PRISMA

Початковий пошук дав загалом 170 563 публікацій. Після застосування критеріїв включення та виключення для подальшого аналізу було відібрано 347 публікацій. Бібліографічні дані, включаючи назви, анотації, ключові слова, інформацію про авторів, кількість цитувань та інші відповідні метадані, були видобуті з Dimensions і імпортовані в програмне забезпечення для бібліометричного аналізу VOSviewer.

Візуалізація даних

Програмне забезпечення VOSviewer 1.6.20 [5] використовувалося для різних бібліометричних аналізів, включаючи [7, 18]:

- аналіз співавторства для виявлення моделей співпраці між дослідниками, установами та країнами, виявляючи видатні кластери дослідників і впливових учасників;

- аналіз співпоявів ключових слів, що дає уявлення про основні теми, тематику та нові тенденції;

- аналіз цитування для оцінки впливових публікацій, авторів і журналів, визначаючи основоположні роботи та ключових учасників, які формують дискурс.

VOSviewer полегшив аналіз мереж цитування для авторів, журналів, організацій, країн і ключових слів за допомогою мережевої візуалізації та візуалізації накладання. Відносини співавторства та кластери між організаціями та країнами встановлювалися на основі сили зв’язків співпраці. Аналіз надав всебічний огляд дослідницького ландшафту в цій галузі.

Експеримент

Щоб автоматизувати етап перегляду (скринінгу), ми використовували великі мовні моделі (LLM) для оцінки анотацій дослідження відповідно до заздалегідь визначених критеріїв включення/виключення. Цей етап скринінгу є критичним вузьким місцем, оскільки він вимагає індивідуального розгляду анотацій.

Формально цю задачу можна описати наступним чином. Нехай дано:

- база даних з N наукових робіт (статей, дисертацій, книг та їх частин, доповідей), представлених їх анотаціями A_1, A_2, ..., A_N;

- критерії включення C_1, C_2, ..., C_m;

- критерії виключення E_1, E_2, ..., E_n.

Нам потрібна модель M, яка може приймати на вхід кожну анотацію A_i та критерії C_1, C_2, ..., C_m, E_1, E_2, ..., E_n і виводити мітку L_i, яка вказує, чи відповідає дослідження критеріям чи ні:

$$M(A_i, C_1, C_2, ..., C_m, E_1, E_2, ..., E_n) = L_i,$$

де L_i може приймати одне з k значень:

- відповідає всім критеріям включення та не відповідає критеріям виключення;

- порушує критерій включення C_j;

- порушує критерій виключення E_k;

- порушує деякі критерії включення та виключення тощо.

Ми припускаємо, що великі мовні моделі, попередньо навчені на великих текстових корпусах, можуть ефективно виконувати цю класифікацію, враховуючи семантичне значення анотацій і критеріїв.

Щоб перевірити це припущення, ми створили програму за допомогою OpenAI API для доступу до LLM GPT-3.5 Turbo, яка зчитує набір з 347 статей з анотаціями, ідентифікаторами статей та двома критеріями включення (Додаток А):

C_1: *фокус* - стаття присвячена підготовці вчителів або підвищенню кваліфікації в галузі персоналізованого навчання на основі штучного інтелекту;

C_2: *вибірка* - стаття присвячена вчителям або майбутнім вчителям – студентам, які навчаються на програмах педагогічної освіти.

Для кожної статті текст анотації надавався як підказка для LLM разом з інструкціями проаналізувати, чи були критерії дотримані, порушені або інформації недостатньо. У відповідь LLM повинен був класифікувати кожну статтю в одну з чотирьох категорій: відповідає обом критеріям (1 1), порушує C_1 (0 1), порушує C_2 (1 0) або порушує обидва критерії (0 0).

LLM класифікував 173 із 347 статей як такі, що відповідають обом критеріям включення (табл. 3).

Таблиця 3

Результати скринінгу з використанням LLM

Результати скринінгу	**Кількість робіт**
Виключено через порушення критерію C_1	44
Виключено через порушення критерію C_2	109
Виключені через порушення обох критеріїв	21
Включено	173

Крім того, 3 статті були помилково ідентифіковані як виключені через відсутність анотацій у джерелі даних. Усього 176 статей було відібрано для повнотекстового пошуку після врахування цієї помилки.

Для оцінки точності ми вручну переглянули вибірку з 50 статей у всіх чотирьох категоріях. Точність для статей, що відповідали критеріям, становила 67%.

Ми виявили більше хибно позитивних (44%), ніж хибно негативних (16%) результатів. Через високу частку хибно позитивних результатів у вибірці було проведено повний ручний огляд 125 відібраних статей, який показав, що 54 статті (43,2%), включені LLM, насправді порушували один із критеріїв включення.

Нарешті, 71 стаття була включена (докладніше див. репозиторій GitHub [10]).

Результати

Глобальні тенденції досліджень щодо підготовки вчителів або професійного розвитку в контексті персоналізованого навчання на основі ШІ

Динаміка публікацій з досліджуваної проблеми показана на рис. 3.

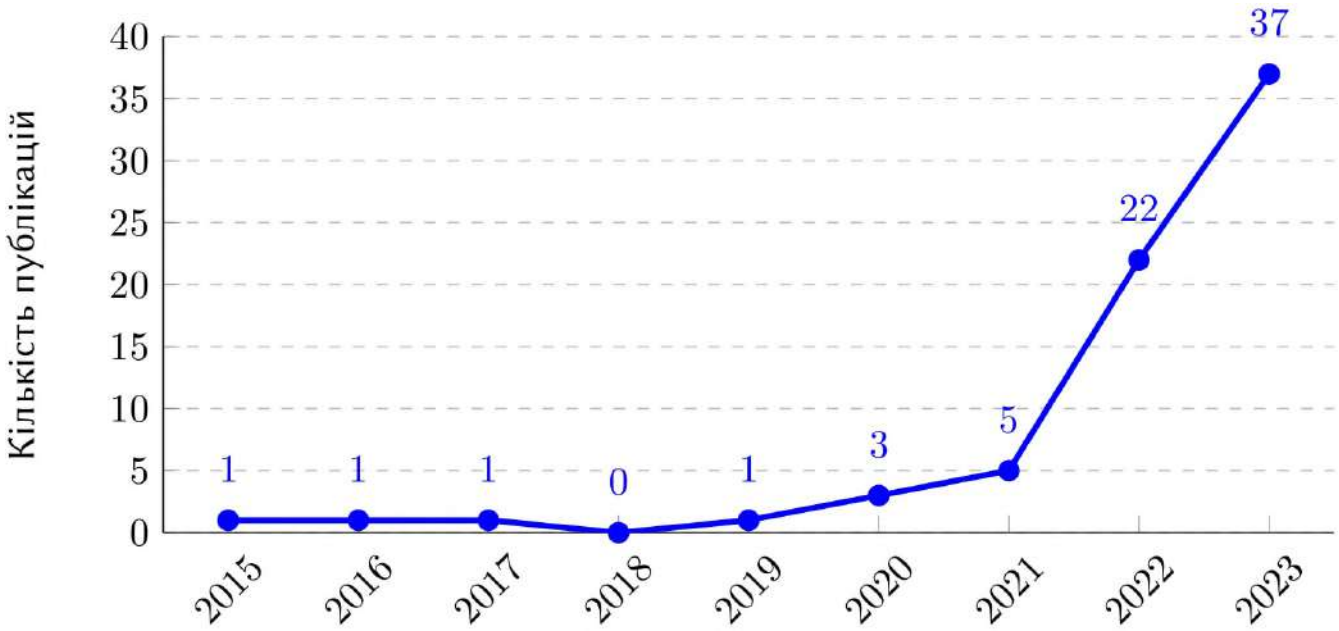


Рис. 3. Динаміка публікацій про підготовку вчителів або підвищення кваліфікації в контексті персоналізованого навчання на основі ШІ

Підвищений інтерес учених до цього питання у 2023 році можна пояснити кількома причинами: перш за все, зростанням можливостей для практичного досвіду використання ШІ-серверів: ChatGPT був представлений широкій публіці в листопаді 2022 року [13], Microsoft Copilot – у травні 2023 року [9], а Google Bard – у лютому 2023 року [15]. Другою причиною є вплив пандемії COVID-19, яка прискорила перехід до комбінованого навчання та використання онлайн-інструментів у навчальному процесі. Це також спонукало до зростаючого інтересу до інноваційних методів викладання, включаючи персоналізоване навчання на основі ШІ.

Автори з найвищим рівнем цитування

Результати аналізу авторів за цитуваннями узагальнені в табл. 4. Найбільш цитовані автори – Gisela Cebrian, Jordi Mogas і Ramon Palau, а їхня публікація «The Smart Classroom as a Means to the Development of ESD Methodologies» [4] процитована 79 разів.

Таблиця 4

Автори з найбільшою кількістю цитувань

Ранг	Автор	Кількість цитувань
1	Cebrian, Gisela	79
2	Mogas, Jordi	79
3	Palau, Ramon	79
4	Gonzalez-Calatayud, Victor	66
5	Prendes-Espinosa, Paz	66
6	Roig-Vila, Rosabel	66
7	Alexandron, Giora	58
8	Ariely, Moriah	58
9	Cukurova, Mutlu	58
10	Nazaretsky, Tanya	58
11	Ng, Davy Tsz Kit	55
12	Su, Jiahong	55
13	Zhong, Yuchun	55
14	Almond, Len	53
15	Bunker, David	53
16	Butler, Joy	53
17	Fasold, Frowin	53
18	Furley, Philip	53
19	Griffin, Linda	53
20	Hillmann, Wolfgang	53
21	Huttermann, Stefanie	53
22	Klein-Soetebier, Timo	53
23	Konig, Stefan	53
24	Memmert, Daniel	53
25	Nopp, Stephan	53
26	Rathschlag, Marco	53
27	Schul, Karsten	53
28	Schwab, Sebastian	53
29	Thorpe, Rod	53
30	Kirschner, Paul A.	36
31	Wasson, Barbara	36

Для аналізу співпраці між авторами ми відібрали авторів публікацій, які мають щонайменше 10 цитувань; цій умові відповідають 65 авторів. Однак лише 16 авторів утворюють мережу (рис. 4).

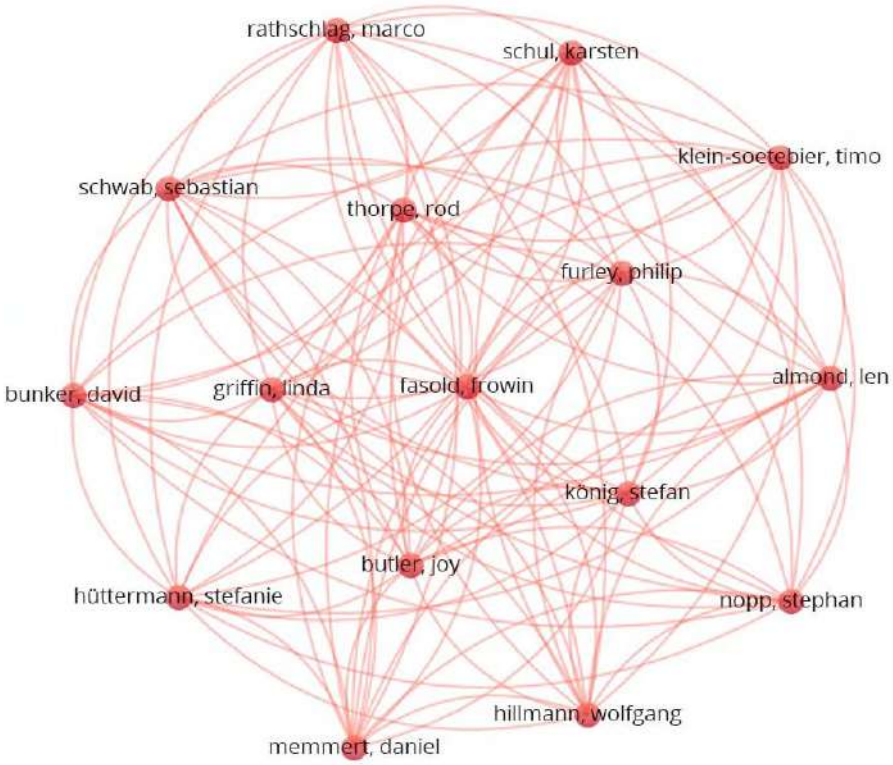


Рис. 4. Мережа співпраці між авторами в галузі підготовки вчителів або підвищення кваліфікації в контексті персоналізованого навчання на основі ШІ

Організації з найвищим рівнем цитування

Аналіз проводився на основі мінімальної кількості 10 цитувань в організації, а результати подані в табл. 5.

Таблиця 5

Організації з найбільшою кількістю цитувань

Ранг	Організація	Кількість цитувань
1	University College London (Університетський коледж Лондона)	103
2	Miguel Hernandez University (Університет Мігеля Ернандеса)	66
3	University of Alicante (Університет Аліканте)	66
4	University of Murcia (Університет Мурсії)	66
5	Weizmann Institute of Science (Інститут науки Вейцмана)	58
6	University of Hong Kong (Університет Гонконгу)	55
7	German Sport University (Німецький університет спорту)	53
8	Loughborough University (Університет Лафборо)	53
9	St. Mary’s University College (Університетський коледж	53

Ранг	Організація	Кількість цитувань
	Святої Марії)	
10	University of British Columbia (Університет Британської Колумбії)	53
11	University of Education Weingarten (Педагогічний університет Вайнгартена)	53
12	University of Massachusetts Amherst (Університет штату Массачусетс в Амхерсті)	53
13	Open University in the Netherlands (Відкритий університет у Нідерландах)	36
14	University of Bergen (Університет Бергена)	36
15	Lulea University of Technology (Лулеанський технологічний університет)	29
16	School of Applied Educational Science and Teacher Education (Школа прикладної педагогіки та педагогічної освіти)	29
17	University of Eastern Finland (Університет Східної Фінляндії)	29
18	Chinese University of Hong Kong (Китайський університет Гонконгу)	25
19	Nanjing Normal University (Нанкінський нормальний університет)	24
20	Prince Sultan University (Університет принца Султана)	20
21	University of Sahiwal (Університет Сахівал)	20
22	Washington State University (Університет штату Вашингтон)	18
23	University of Potsdam (Потсдамський університет)	17
24	Education University of Hong Kong (Університет освіти Гонконгу)	10
25	Hong Kong Baptist University (Гонконгський баптистський університет)	10
26	Lingnan University (Університет Ліннань)	10

Університетський коледж Лондона (UCL) має 103 цитування, що значно перевищує інші організації. Це підкреслює високу дослідницьку продуктивність і вплив UCL у досліджуваній галузі.

Чотири організації – Університет Мігеля Ернандеса, Університет Аліканте, Університет Мурсії та Інститут науки Вейцмана – мають від 58 до 66 цитувань кожна, що ставить їх на наступний рівень після UCL.

Кілька університетів з Великобританії (Університет Лафборо, Коледж

Святої Марії), Німеччини (Німецький університет спорту, Педагогічний університет Вайнгартена) і Північної Америки (Університет Британської Колумбії, Університет штату Массачусетс в Амхерсті) також помітно присутні в топ-цитуваннях, що вказує на їхню дослідницьку силу в цій галузі.

Кілька університетів з Азії (Університет Гонконгу, Китайський університет Гонконгу), Європи (Лулеанський технологічний університет, Університет Східної Фінляндії, Відкритий університет у Нідерландах, Університет Бергена) і Близького Сходу (Університет принца Султана, Університет Сахівал) мають скромну кількість цитувань порівняно з провідними організаціями, але все ж відповідають мінімальному порогу в 10 цитувань.

Наявність організацій з різних географічних регіонів свідчить про те, що досліджувана галузь має глобальний охоплення та дослідницький інтерес. Варто зазначити, що кількість цитувань - це лише один показник для оцінки результатів і впливу досліджень. Слід також враховувати інші фактори, такі як якість досліджень, їх новизна та практичне застосування.

Щоб проаналізувати співпрацю між 72 організаціями, ми відібрали організації, що мають не менше 10 цитувань; 26 організацій відповідають цій умові. Однак лише 6 організацій утворюють мережу (рис. 5).

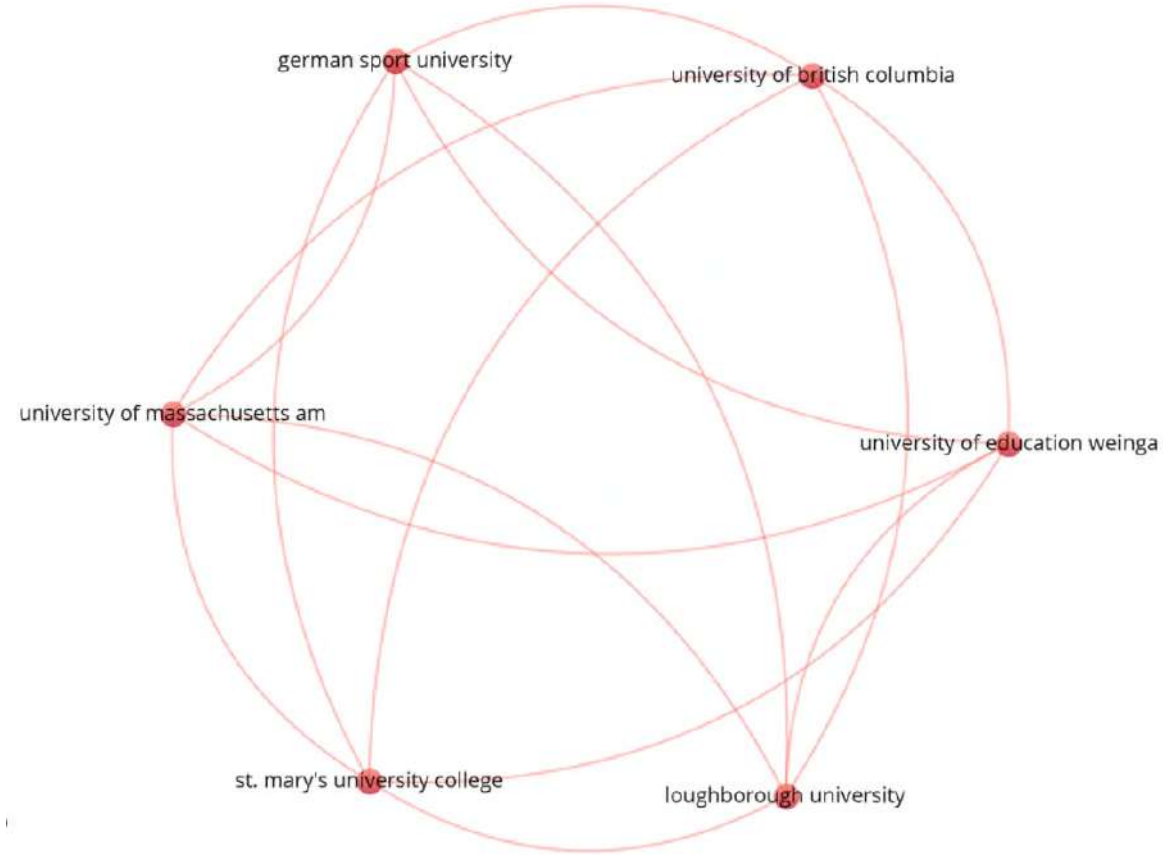


Рис. 5. Мережа співпраці між ЗВО в галузі ШІ

Країни з найбільшою кількістю публікацій

Для виявлення популярних країн і моделей співпраці в дослідницьких публікаціях був проведений аналіз бібліометричних зв'язків. Аналіз базувався на мінімальній кількості 1-го документа країни та мінімум 1-го цитування країни, при цьому з 27 країн 22 відповідали порогу. Результати представлені в табл. 6.

Таблиця 6

Країни з найбільшою кількістю документів та цитувань

Ранг	Країна	Кількість публікацій	Кількість цитувань
1	Сполучене Королівство (Велика Британія)	7	165
2	Китай	7	130
3	Сполучені Штати Америки	6	83
4	Іспанія	5	71
5	Німеччина	4	74

6	Канада	2	54
7	Швеція	2	37
8	Саудівська Аравія	2	27
9	Єгипет	2	7
10	Ізраїль	1	58
11	Нідерланди	1	36
12	Норвегія	1	36
13	Фінляндія	1	29
14	Пакистан	1	20
15	Філіппіни	1	9
16	Румунія	1	9
17	Південно-Африканська Республіка	1	7
18	Ліван	1	6
19	Катар	1	6
20	Україна	1	3
21	Японія	1	1
22	Швейцарія	1	1

Таблиця 6 виявляє цікаву взаємозалежність між кількістю опублікованих документів (публікаційна активність) і кількістю отриманих цитувань (вплив цитування). Велика Британія є лідером за найбільшою кількістю документів (7), за нею – Китай (7) з дещо меншою кількістю цитувань (130 проти 165). Це свідчить про те, що Велика Британія видає більший обсяг досліджень, тоді як дослідження Китаю можуть бути більш впливовими на основі цитувань.

Велика Британія, Китай і Сполучені Штати Америки є трьома найкращими країнами за кількістю документів і цитувань. Кількість документів і цитувань між п’ятіркою кращих і рештою країн істотно падає, що може свідчити про концентрацію дослідницької діяльності в певній групі країн.

Видання з найбільшою кількістю публікацій

Подальший аналіз був зроблений для виявлення найбільш популярних журналів. Результати представлені в табл. 7.

Таблиця 7

Джерела з найбільшою кількістю документів та цитувань

Ранг	**Видання**	**Кількість**	**Кількість**

		публікацій	цитувань
1	Education and Information Technologies	6	76
2	Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence	5	58
3	Computers and Education Artificial Intelligence	4	75
4	International Journal of Artificial Intelligence in Education	3	31
5	Sustainability	2	87
6	Wireless Communications and Mobile Computing	2	31
7	Applied Sciences	1	66
8	British Journal of Educational Technology	1	58
9	Research Quarterly for Exercise and Sport	1	53
10	TechTrends	1	36
11	Contemporary Educational Technology	1	20
12	Center for Educational Policy Studies Journal	1	18
13	Journal of Science Education and Technology	1	17

Таблиця 7 демонструє поєднання дослідницьких напрямків, що розглядають цю тему. До провідних джерел належать журнали, зосереджені на освітніх технологіях (Education and Information Technologies, Computers and Education Artificial Intelligence, British Journal of Educational Technology), що вказує на сильний акцент на технологічних аспектах підготовки вчителів. Наявність матеріалів AAAI Conference on Artificial Intelligence означає зосередження на основних принципах ШІ, застосованих до персоналізованого навчання.

Цікаво, що публікації в Sustainability мають високі показники цитування, незважаючи на меншу кількість документів. Це свідчить про те, що дослідження, які вивчають довгострокові соціальні та екологічні наслідки навчання на основі ШІ, є впливовими. Включення таких журналів, як Wireless Communications and Mobile Computing, свідчить про дослідження того, як мобільні технології можуть полегшити персоналізоване навчання та підготовку, необхідну вчителям для їх використання.

Хоча публікації в International Journal of Artificial Intelligence in Education присутні, відносно менша кількість документів свідчить про прогалину в дослідженнях, безпосередньо зосереджених на педагогічних наслідках ШІ в освіті. Наявність, здавалося б, не пов’язаних журналів, таких як Research Quarterly for Exercise and Sport, вимагає подальшого дослідження. Можливо, ці дослідження вивчають вплив персоналізованого навчання на добробут студентів або використання ШІ для персоналізованих програм фізичного виховання.

Співвідношення ключових слів

Аналіз одночасної появи ключових слів проводився для дослідження популярних ключових областей, пов’язаних з темою дослідження. Аналіз базувався на мінімальній кількості десяти повторень терміну, де з 2337 термінів 50 відповідали порогу. Для кожного з 50 термінів було обчислено оцінку релевантності, а вибір 30 термінів базувався на типовому виборі 60% найбільш релевантних термінів. 4 загальні слова не були вибрані: article, paper, role і use. Решта ключових слів (26) представлені на рис. 6.

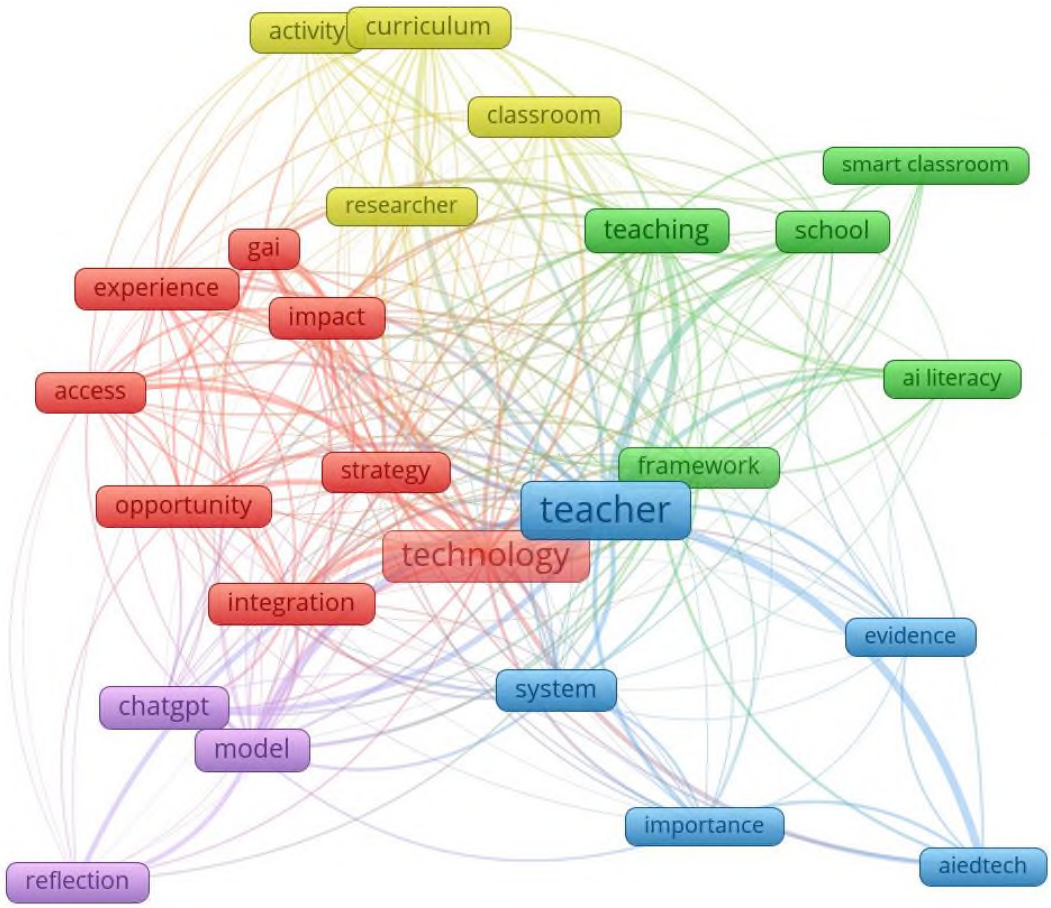


Рис. 6. Мережева візуалізація ключових слів за темою дослідження

Ми використовуємо 3 основні прийоми для аналізу карти ключових слів:

1. Аналіз кластерів – ключові слова, схоже, згруповані в п’ять окремих кластерів, кожен з яких поданий іншим кольором.

- кластер 1 (червоний) включає такі ключові слова, як «experience», «gai», «impact», «integration», «opportunity» і «strategy», пов’язані із загальним впливом, можливостями та стратегіями, пов’язаними з персоналізованим навчанням на основі ШІ;

- кластер 2 (зелений) містить такі ключові слова, як «ai literacy», «analysis», «framework», «school» і «teaching», пов’язані з рамками, аналізом і аспектами викладання персоналізованого навчання на основі ШІ;

- кластер 3 (синій) включає такі ключові слова, як «aiedtech», «evidence», «importance» і «system», пов’язані з доказами, важливістю та системами, задіяними в персоналізованому навчанні на основі ШІ;

- Кластер 4 (жовтий) включає такі ключові слова, як «activity», «classroom», «curriculum» і «researcher», пов’язані з класним середовищем, навчальною програмою та дослідницькими аспектами персоналізованого навчання на основі ШІ;

- кластер 5 (фіолетовий) містить такі ключові слова, як «chatgpt», «model» і «reflection», пов’язані з конкретними моделями ШІ, такими як ChatGPT, і рефлексією щодо їх використання в персоналізованому навчанні.

2. Визначення частоти ключових слів і сили зв’язку:

- ключове слово з найбільшою кількістю входжень – «teacher» (199 входжень), за ним слідують «technology» (115 входжень) і «teaching» (52 входження): такі високі показники свідчать про те, що дослідження в основному зосереджені на вчителях, технологіях і практиках викладання в контексті персоналізованого навчання на основі ШІ;

- ключові слова з високою загальною силою зв’язку, такі як «technology» (1178), «model» (521) і «teaching» (626), вказують на сильні зв’язки та одночасне використання разом з іншими ключовими словами, що свідчить про їх центральну роль у темі дослідження.

3. Часовий і цитатний аналіз:

- середній рік публікації для більшості ключових слів припадає приблизно на 2022 рік, що вказує на те, що тема дослідження є відносно новою;

- такі ключові слова, як «aiedtech» (58 середніх цитувань) і «smart classroom» (55,3 середніх цитувань), мають високу середню кількість цитувань, що свідчить про те, що це усталені або впливові концепції в цій галузі;

- такі ключові слова, як «ai literacy» (1.269 середніх нормалізованих цитувань) і «importance» (1.4044 середніх нормалізованих цитувань), мають відносно високі середні нормалізовані показники цитування, що вказує на їх потенційний вплив і актуальність у темі дослідження.

Карта ключових слів надає розуміння різних аспектів і вимірів оптимізації підготовки та перепідготовки вчителів для епохи персоналізованого навчання на основі ШІ. Вона підкреслює важливість учителів, технологій,

практик викладання, середовищ у класі, навчальної програми та конкретних моделей ШІ, таких як ChatGPT. Аналіз також свідчить про те, що тема дослідження є відносно новою, але вже набула популярності, з'явилися деякі впливові концепції та широко цитовані дослідження.

Слід зазначити *кілька обмежень цього дослідження*. По-перше, критерії включення були сформульовані у відносно простих семантичних одиницях щодо фокусу дослідження та вибірки. Більш складні критерії, включаючи дизайн дослідження, деталі впливу на вибірку, статистичний аналіз тощо, можуть бути викликом для поточних можливостей LLM, але їх ефективність можна покращити, розробляючи запити або уточнюючи модель на основі даних систематичних оглядів без LLM. Крім того, ми не оцінювали ефективність LLM у різних галузях досліджень: критерії включення/виключення надавалися моделі як підказки, не будучи специфічними для конкретної галузі. Налаштування або уточнення LLM для кожної області досліджень може підвищити ефективність. Незважаючи на ці обмеження, це дослідження висвітлює величезний потенціал використання передових моделей штучного інтелекту для прискорення роботи з синтезу досліджень на основі доказів. Оскільки LLM швидко розвиваються, вони, ймовірно, відіграватимуть дедалі помітнішу роль в оптимізації не лише систематичних оглядів, а й інших важливих дослідницьких заходів.

Цей бібліометричний аналіз надав всебічний огляд поточного дослідницького ландшафту щодо підготовки та перепідготовки вчителів у контексті персоналізованого навчання на основі ШІ. Систематично аналізуючи публікації, авторів, установи, країни, джерела та одночасне використання ключових слів, ми виявили кілька ключових висновків і тенденцій.

Дослідження висвітлило недавній сплеск інтересу до досліджень у цій галузі, особливо у 2023 році, обумовлений зростанням практичного застосування технологій ШІ та прискореним впровадженням підходів до

онлайн і комбінованого навчання під час пандемії COVID-19. Визначено впливових авторів, установи та країни, що проливає світло на ключових учасників, які формують дискурс, і географічний розподіл дослідницьких зусиль.

Аналіз виявив міждисциплінарний характер досліджень з внесками з різних галузей, таких як освітні технології, штучний інтелект, сталий розвиток і бездротовий зв'язок. Ця різноманітність підкреслює складний і багатогранний характер проблеми, що вимагає синергетичного підходу з різних дисциплін.

Завдяки аналізу одночасної появи (використання у переліку) ключових слів ми виявили поширені теми, поняття та нові тенденції в темі дослідження. Аналіз підкреслив центральний фокус на вчителях, технологіях, практиках викладання, освітніх середовищах, навчальних програмах і конкретних моделях ШІ, таких як ChatGPT. Визначення цих ключових областей надає дорожню карту для майбутніх досліджень і основу для розробки комплексних програм підготовки та перепідготовки вчителів.

Оскільки LLM швидко розвиваються, вони, ймовірно, відіграватимуть дедалі помітнішу роль в оптимізації не лише систематичних оглядів, а й інших важливих дослідницьких заходів. Перспективними напрямками є використання LLM для інших кроків систематичного огляду, таких як повнотекстовий скринінг, видобування даних з досліджень, аналіз ризику упередженості та навіть інтелектуальний синтез результатів досліджень. Вивчення того, як LLM можуть значної мірою автоматизувати процес систематичного огляду в надійному, перевіреному конвеєрі машинного навчання (LLMOps), є захоплюючою областю для майбутніх досліджень з глибокими наслідками для прискорення наукових відкриттів на основі синтезу та прийняття рішень на основі доказів. Для національних освітніх досліджень це ще одна можливість перейти до доказової освіти, яка подібна до доказової медицини тим, що надає можливість приймати обґрунтовані рішення щодо вибору конкретних дій (впливів, втручань тощо) в освітньому процесі, ефективність яких у даному контексті науково доведена.

ДОДАТОК А.

Використання OpenAI LLM для скринінгу статей

Наступний код використовує Python та бібліотеку від OpenAI версії 0.28:

```
pip install openai==0.28
```

Після отримання ключа OpenAI API (https://help.openai.com/en/articles/4936850-where-do-i-find-my-openai-api-key) було створено функцію llm_response:

```
імпорт openai
імпорт os

openai.api_key =  os.getenv("OPENAI_API_KEY")

def llm_response(prompt):
  response = openai.ChatCompletion.create(
    model='gpt-3.5-turbo',
    messages=[{'role':'user', 'content':prompt}],
    температура=0
  )
  return response.choices[0].message['content']
```

Для того, щоб продовжити роботу з усіма статтями, було експортовано такі поля: paper_id та abstract. Таким чином, отриманий код містив 347 пар, перша з яких - ідентифікатор статті (наприклад, pub.1164411384), а друга - анотація статті:

```
all_reviews = [
["pub.1164411384", "Artificial intelligence (AI) has tremendous potential to change the way we train future health professionals. Although AI can provide improved realism, engagement, and personalization in nursing simulations, it is also important to address any issues associated with the technology, teaching methods, and ethical considerations of AI. In nursing simulation education, AI does not replace the valuable role of nurse educators but can enhance the educational effectiveness of simulation by promoting interdisciplinary collaboration, faculty development, and learner self-direction. We should continue to explore, innovate, and adapt our teaching methods to provide nursing students with the best possible education."],
# пропущено решту 346 рядків
]
```

Наступний код призначений для класифікації статей за критеріями включення (1 1) та виключення (0 1, 1 0, 0 0):

```
all_sentiments = []
for review in all_reviews:
    paper_id = review[0]
    abstract = review[1]
```

```
    prompt = f'''
        You should analyze the abstracts and answer 2 questions:

1. Is this publication focusing on teacher training or
professional development in the context of AI-powered
personalized learning?
2. Is the population the students majoring in the
teacher's training programs or teachers?

Your answer should be "1 1" in case of positive answers
on both questions, "0 0" in case of negative answers,
"1 0" in case of first positive and second negative, and
"0 1" vice versa. Don't add any other text to your answer.

The abstract:

        {abstract}
        '''
    response = llm_response(prompt)
    all_sentiments.append([paper_id, response])

num_11 = 0
num_10 = 0
num_01 = 0
num_00 = 0
list_11 = []
list_10 = []
list_01 = []
list_00 = []

for sentiment in all_sentiments:
    paper_id = sentiment[0]
    answer = sentiment[1]
    if answer == "1 1":
        num_11 += 1
        list_11.append(paper_id)
    if answer == "1 0":
        num_10 += 1
        list_10.append(paper_id)
    if answer == "0 1":
        num_01 += 1
        list_01.append(paper_id)
    if answer == "0 0":
        num_00 += 1
```

```
    list_00.append(paper_id)

print("Включено ", num_11, "записи: ", list_11)
print("Виключено за порушенням 1-го критерію ", num_01,
"записи: ", list_01)
print("Виключено за порушенням 2-го критерію ", num_10,
"записи: ", list_10)
print("Виключено за порушенням обох критеріїв", num_00,
"записи: ", list_00)
```

Список використаних джерел

1. Dimensions. URL: https://app.dimensions.ai/discover/publication (дата доступу: 24.12.2024).
2. Scopus. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Scopus (дата доступу: 24.12.2024).
3. Web of Science. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Web_of_Science (дата доступу: 24.12.2024).
4. Cebrián G., Palau R., Mogas J. The Smart Classroom as a Means to the Development of ESD Methodologies. Sustainability. 2020. Vol. 12, no. 7. P. 3010. DOI: https://doi.org/10.3390/su12073010
5. Centre for Science and Technology Studies, Leiden University. VOSviewer - Visualizing scientific landscapes. 2024. URL: https://www.vosviewer.com/ (дата доступу: 24.12.2024).
6. Demianenko V. B. Principles of a unified open personalized computer-integrated learning environment for the Junior Academy of Sciences of Ukraine. Educational Dimension. 2023. Vol. 8. P. 187-211. DOI: https://doi.org/10.31812/ed.599
7. van Eck N. J., Waltman L. VOSviewer Manual: Manual for VOSviewer version 1.6.20. Universiteit Leiden, 2023. URL: https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.20.pdf (дата доступу: 24.12.2024).
8. Fadieieva L. O. Enhancing adaptive learning with Moodle's machine learning. Educational Dimension. 2021. Vol. 5. P. 1-7. DOI: https://doi.org/10.31812/ed.625
9. Mehdi Y. Announcing the next wave of AI innovation with Microsoft Bing and Edge. 2023. URL: https://blogs.microsoft.com/blog/2023/05/04/announcing-the-next-wave-of-ai-innovation-with-microsoft-bing-and-edge/ (дата доступу: 24.12.2024).
10. Mintii I. S., Semerikov S. O. Optimizing Teacher Training and Retraining for the Age of AI-Powered Personalized Learning: A Bibliometric Analysis (Raw and Processed Data). 2024. URL: https://github.com/ssemerikov/ITEST2024_MintiiSemerikov (дата доступу: 24.12.2024).
11. Mintii I. S. Blended learning for teacher training: benefits, challenges, and recommendations. Educational Dimension. 2023. Vol. 9. P. 1-12. DOI: https://doi.org/10.31812/ed.581
12. Ndibalema P. M. The growth of cyberbullying among youth in higher learning institutions: a bibliometric analysis. Educational Dimension. 2024. DOI:

https://doi.org/10.55056/ed.700
13. OpenAI. Introducing ChatGPT. 2022. URL: https://openai.com/blog/chatgpt (дата доступу: 24.12.2024).
14. Page M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021. Vol. 372. P. n71. DOI: https://doi.org/10.1136/bmj.n71
15. Pichai S. An important next step on our AI journey. 2023. URL: https://blog.google/technology/ai/bard-google-ai-search-updates/ (дата доступу: 24.12.2024).
16. Semerikov S. O., Striuk A. M., Shalatska H. M. AI-assisted language education: critical review. Educational Dimension. 2021. Vol. 4. P. 1-7. DOI: https://doi.org/10.31812/ed.623
17. Semerikov S. O. et al. Development of the computer vision system based on machine learning for educational purposes. Educational Dimension. 2021. Vol. 5. P. 8-60. DOI: https://doi.org/10.31812/educdim.4717
18. Smyrnova-Trybulska E., Morze N., Kuzminska O., Kommers P. Mapping and visualization: Selected examples of international research networks. Journal of Information, Communication and Ethics in Society. 2018. Vol. 16, no. 4. P. 381-400. DOI: https://doi.org/10.1108/JICES-03-2018-0028

Розділ XIII. Використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності колективних педагогічних досліджень

Спірін О.М., Олексюк В.П., Іванова С.М., Новицька Т.Л.

Цифрова трансформація суспільства сприяє насиченню усіх галузей діяльності інформаційно-цифровими засобами опрацювання даних. У науковій галузі це забезпечує співпрацю науковців різних країн, відкритий доступ до публікацій, опрацювання великих даних, оцінювання результативності наукових, зокрема педагогічних досліджень. Останній аспект є актуальним у контексті інтеграції України до Європейського освітнього простору, адже дає можливість науковим установам, університетам, колективам дослідників оприлюднити власні напрацювання, а їх партнерам, грантодавцям зрозуміти зміст, методики та оцінити вагомість одержаних результатів. Зокрема у Законі України «Про наукову і науково-технічну діяльність» науковий результат розуміють як нове наукове знання, одержане в процесі фундаментальних або прикладних наукових досліджень та зафіксоване на носіях інформації [1]. Нині оцінювання результативності наукових досліджень здійснюють за допомогою інформаційно-комунікаційних (цифрових) технологій, які впродовж значного часу є одним з пріоритетних напрямів розвитку вітчизняної науки й техніки.

Як свідчить аналіз публікацій [2], [3] оцінювання результативності наукових досліджень можливе згідно різних критеріїв, зокрема проєктно-конкурсного, науково-публікаційного, наукометричного, експертного, альтметричного, представничо-наукового та ін. Практично усі з них передбачають вимірювання впливу досліджень на основі формалізованих алгоритмів, що опрацьовують дані із загальноприйнятих наукометричних баз даних. У дослідженні С. Квітки, Г. Старушенко та І. Андріанова взято за основу наукометричний підхід та проаналізовано кількісні дані публікацій вітчизняних

науковців, що проіндексовані у базі даних Web of Science. Автори констатували значне відставання української науки від країн G20 за наукометричним критерієм результативності дослідницької роботи. Основними чинниками, що спричинили отримані результати є кількість дослідників у країні, і витрати на виконання наукових досліджень. Це значно впливає на кількість наукових праць, реферованих у Web of Science [4]. Незважаючи на загальну визнаність наукометричних баз Scopus та Web of Science, автори [5], [6], [7] вказують на необхідність використання відкритої бібліографічної бази даних Google Scholar, як одного з основних джерел, з якого доцільно отримувати показники результативності наукових досліджень. Науковці визнають, що Google Scholar залишається найповнішою академічною базою та пошуковою системою. До її переваг належать відкритість даних, швидке індексування матеріалів, можливість створення профілів наукових спільнот тощо. Серед недоліків вказаної бібліометричної пошукової бази даних виділять невідому кількість записів, нижчу якість добору матеріалів у порівнянні з наукометричними базами Scopus та Web of Science, а також відсутність мови пошукових запитів та API-інтерфейсу [8].

За сучасних умов наукометричний критерій вимагає системного та повсюдного використання відповідних цифрових засобів, зокрема хмарних технологій [9]. Іспанські дослідники здійснили огляд та порівняльний аналіз програмного забезпечення для оцінювання результативності наукових досліджень за наукометричним критерієм (CRExplorer, Publish or Perish, ScientoPyUI) [10]. Зроблені ними висновки вказують на затребуваність таких функціональних можливостей, як підключення до наукометричних баз, експорт даних з них, візуалізації результатів пошуку, підключення зовнішніх бібліотек. Затребуваними є можливості щодо пошуку дублікатів документів, пошуку «відстані» між словами, використання так званих «стоп-слів», фільтрування результатів запитів. Авторами публікації [11] виконано контент аналіз з метою оцінювання програмного забезпечення для вимірювання впливу та розповсюдження наукових досліджень. Ними були визначені кілька індикаторів

(кількість цитувань і швидкість розповсюдження на рівнях статті, журналу, домену (спільноти)), що дозволяють вимірювати вплив та поширення трьох програмних засобів бібліотечного картографування: CiteSpace, HistCite та VOSviewer.

Поряд з цим чимало науковців визнають, що, незважаючи на зростаючі обсяги наукових досліджень, одним з найбільш дієвих критеріїв визначення їх результативності є експертне оцінювання [12]. Однак, незважаючи на свою повсюдність, вказаний критерій почасти може давати сумнівні результати через можливу низьку відповідальність та упередженість експертів. Автори статті [13] критикують наукове рецензування оскільки часто оцінки експертів є суб'єктивними. Наприклад, замість отримання узгоджених оцінок щодо якості наукової роботи, рецензенти часто не погоджуються один з одним і систематично віддають перевагу роботам тих, хто входить до їхніх професійних спільнот. Науковці виконали аналіз значної кількості файлів рецензування та прийшли до висновку, що «зменшення відстані» між рецензентами та авторами (через співавторство в інших дослідженнях або з іншими авторами) має наслідком зростання значень експертних оцінок. Тобто якісне використання експертного критерію має передбачати оцінювання наукової значущості дослідження, сприяти мінімізації конкуренції між авторами і рецензентами, а також зменшити або усунути фаворитизм.

Активізація глобалізаційних процесів зумовлює необхідність інтенсифікації наукових зв'язків із зарубіжними країнами. Значним ресурсом розвитку фундаментальних та прикладних досліджень нині є співпраці з розвинутими країнами світу. Для переведення національних науки та економіки на інноваційний шлях розвитку необхідно активізувати проведення теоретичних досліджень і прикладних розробок [14]. Відповідно проєктно-конкурсний критерій для оцінювання результативності наукової діяльності має передбачати врахування результатів участі дослідників у грантових наукових проєктах, показники мобільності, зокрема через участь у дослідницьких програмах ЄС, академічних обмінів, стажування, участь у конференціях та інших заходах за

кордоном [15]. Однак його використання для оцінювання результатів проведених і завершених досліджень вбачається недоцільним.

Поширення наукових досліджень, а отже й оцінювання їх результативності, можливе не лише на основі даних наукометричних баз, а й інших інформаційно-цифрових технологій та засобів, зокрема соціальних інтернет-сервісів. Як наслідок, у наукометрії розвинувся як окремий напрямок альтметричний підхід до оцінювання впливовості досліджень. Тому виникає потреба у врахуванні альтметричних показників у моделі оцінювання результативності науково-педагогічних досліджень.

Мета дослідження полягає в уточненні моделі використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності педагогічних досліджень, визначенні критеріїв та показників на основі яких доцільно здійснювати таке оцінювання з урахуванням «традиційних» та альтернативних метрик.

У процесі виконання даного дослідження були використані теоретичні (аналізу публікацій у галузі наукометрії, педагогіки, психології, узагальнення та систематизації їх теоретичних положень з метою проєктування моделі використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності педагогічних досліджень), практичні (вивчення можливостей інформаційно-цифрових технологій щодо оцінювання результативності педагогічних досліджень) та статистичні методи (експертне оцінювання). Дослідження проводилося у межах науково-дослідної роботи «Методика використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності педагогічних досліджень» (2021-2023 рр., державний реєстраційний номер 0121U107615).

Альтернативні метрики як критеріїв щодо оцінювання результативності науково-педагогічних досліджень

Сучасна наукометрія розглядає альтметрику, як методику спостереження впливу наукових досліджень, що спрямована на використання даних і метаданих, зібраних через платформи соціальних мереж. Альтметрика

передбачає аналіз і вивчення наукової продукції за допомогою вимірювання опосередкованих показників таких як дописи, вподобання, перегляди, завантаження, коментування тощо. Сам термін вперше згадується у 2010 році в дописі в соціальній мережі Twitter Джейсона Пріма (Jason Priem) [16]. Альтметричний підхід має перевагу у швидкості аналізу, у порівнянні з традиційними методами цитування, що вимагають виконання процесів рецензування та публікації, а отже і потребують взаємодії з науковцем [17] 17. Традиційний бібліометричний підхід не дає можливість відстежити поширення наукового матеріалу у соцмережах. У випадку його застосування можливість відстеження впливу публікації через цитування може бути тривалим процесом, що пов'язаний із життєвим циклом публікації та її вивченням читацькою аудиторією. Дані альтметричного типу, зокрема завантаження, перегляди, час перебування на сторінці можна збирати та опрацьовувати, починаючи з моменту публікації відповідного ресурсу в мережі.

Публікування дослідницького контенту у соціальних мережах спряє поглибленню наукової комунікації як процесу, що починається з ідеї дослідження та визначення його проблеми, переходить до збору та аналізу даних, після чого результат документується у рукописі, який за умови позитивного рецензування приймається для публікації та стає частиною накопичених суспільних наукових знань.

Альтметричний метод передбачає опрацювання даних соціальних мереж, наприклад Facebook, Twitter [18]. Крім швидкості появи контенту, що пов'язаний з дослідженням, його перевагою є досить значна залученість користувачів. Організація дописів за допомогою хештегів є важливим фактором пошуку та систематизації повідомлень. Соціальні мережі пропонують можливості щодо розроблення додатків, що реалізують альтметричний підхід, за допомогою API-інтерфейсів [19], [20]. Прогрес кожного поточного дослідження можна відстежувати практично в режимі реального часу поряд із публікацією його основних результатів [21]. Завдяки цьому індикатори соціальних медіа можна розглядати як систему раннього виявлення, що надає

більш своєчасні вказівки про цінність дослідження та у деяких випадках передбачає його подальшу популярність. Індикаторами впливу на рівні статті можуть бути коментарі до статей, опубліковані на сторінках онлайн-форумів, блогів, у соцмережах. Дослідниками встановлено, що ці перші показники у подальшому корелюють із кількістю цитувань [22].

Вимірювання видимості чи впливу дослідницьких продуктів у соціальних мережах є більш демократичним, ніж використання цитат, які залежать від публікаційних традицій дисципліни. Автори статті [23] констатують, що публікації у галузі гуманітарних наук та педагогічних наук мають значну присутність у соціальних мережах. Крім того, альтметрики дозволяють привернути увагу до досліджень із країн, що розвиваються. Їх результати зазвичай публікуються в національних журналах і тому вони недостатньо представлені в міжнародних базах даних цитувань [24].

Нині у наукометричних дослідженнях згідно альтметричного підходу використовується методика «спільних слів» (Coword). Вона передбачає аналіз понятійно-термінологічного апарату, словосполучень та слів, які часто використовуються в поєднанні з іменами авторів та назвами публікацій [25]25.

Загалом альтметричний підхід дає змогу:

– отримувати різні показники подальшого впливу дослідження;

– подолати розрив між природничими та гуманітарними дослідженнями;

– привернути увагу ширшої аудиторії читачів;

– отримати інформацію про різні види впливу;

– виконувати фільтрування пошуку інформації;

– підвищити відтворюваність на основі аналізу відкритих даних;

– стимулювати широке впровадження ідей відкритої науки.

Проте, як й інші наукометричні методи, альтметрія має обмеження та недоліки. Вони пов’язані з тим, що чимало соцмереж використовуються широким загалом користувачів, а не лише дослідниками. Як наслідок дописи, уподобання можуть лише свідчити про те, що дослідження привернуло увагу широких кіл аудиторії. Відповідно й читачі, які переглядають, завантажують і

цитують статті або інші відомості щодо ходу та результатів дослідження, не обов'язково є представниками галузі, в якій воно здійснювалося. Ще одним недоліком альтметричного методу є те, що дані аналізу не є постійно доступними та можуть бути зміненими авторами або вебсайтами соціальних мереж. Методи, які використовуються для отримання показників впливу згідно бібліографічного підходу, часто є більш прозорими у авторитетних наукометричних базах, ніж у відкритих альтметричних джерелах. Крім того альтметричними даними можна маніпулювати, наприклад, створюючи сотні автоматизованих облікових записів [26]. Проте, як і у випадку з цитуваннями, значний обсяг даних соціальних мереж можна фільтрувати, зменшуючи вплив маніпуляцій.

Більшість поточних досліджень альтметрики зосереджені на оцінюванні різних джерел даних у соціальних мережах, щоб визначити, які джерела даних є найбільш надійними та стабільними, а отже, здатними надати необхідні дані для альтметрики. Загалом, як було зазначено у [15] застосування альтметричних методів передбачає визначення 4-ох видів метрик:

– на основі кількості переглядів і завантажень наукових робіт;

– на основі кількості цитувань публікацій (за винятком традиційних бібліометричних баз);

– на основі кількості закладок;

– на основі кількості обговорень, коментарів, рекомендацій та ін.

Автори зазначеного дослідження зауважують, що використання альтметричних показників забезпечує дослідникам, науковим журналам і науковим установам отримання більш широке уявлення про вплив їх праць. Альтметричний підхід сприяє зростанню видимості й популяризації досліджень серед наукової спільноти, а також встановленню нових комунікацій між авторами.

Один з перших сервісів для публікування відомостей про наукові дослідження є блоги. Протягом багатьох років науковці створюють дописи для обміну знаннями, взаємодії з колегами, спілкування з різними аудиторіями.

Оскільки нині є чимало платформ для ведення блогів, то для альметричного аналізу дописів у них слід обмежуватися конкретними платформами [27]. Подібного обмеження не існує для мікроблогів, адже, де факто, стандартом для їх ведення є сервіс Twitter. Сервіс є вдалим вибором для обміну дослідницькою інформацією і для наукового спілкування з широкою громадськістю. Twitter надає простий спосіб поширення наукової інформації з підписниками, які, у свою чергу, можуть переадресовувати її в мережі. Як наслідок інформація про дослідження може швидко досягати сотень читачів, проте важко наперед спрогнозувати кількісні результати такого поширення. Як і у випадку соціальних мереж створення мікроблогів у Twitter доступне широкому колу користувачів інтернету. Наприклад, безпека та Інтернет речей є одними з багатьох тем, які активно обговорюються у Twitter. Як наслідок автори відповідних дописів можуть мати погляди, які суттєво відрізняються від думки їхніх користувачів, що є представниками галузі наукових досліджень чи освіти. На жаль, серед наукової спільноти України, яка займається дослідженнями у галузі педагогіки, Twitter не є надто популярним сервісом.

Альтметричний аналіз на основі кількості цитувань публікацій передбачає використання даних з популярних академічних соціальних мереж, зокрема ResearchGate та Academia.edu. У мережі ResearchGate такими даними є кількість публікацій, академічний вплив журналів, де публікується дослідник, кількість завантажень та переглядів статей (на основі профілю дослідника), а також власний «рейтинг» соцмережі, який формується внаслідок діяльності науковця на сайті. Науковці з різних країн свідчать про наявність позитивних помірних кореляцій між рейтингами мережі ResearchGate та авторитетних наукометричних баз даних [28].

Альтметрики на основі кількості закладок передбачають дослідження даних сервісів соціальних закладок, найпопулярніших з яких є Mendeley. За допомогою цього інструменту дослідники можуть зберігати, упорядковувати, обмінюватися та відкривати дослідницькі статті. Незважаючи на те, що сервіс здебільшого використовують науковці в галузі природничих наук, математики

та інформатики, розробники сервісу повідомляють про значне охоплення дослідників-«гуманітаріїв». Це означає, що більшість останніх науково-дослідницьких робіт були додані в закладки користувачами Mendeley. Основним альтметричним показником є кількість людей, які зробили закладку для матеріалу засобами сервісу Mendeley [29]. Створення закладок для матеріалу не обов'язково означає, що його прочитають. Проте наявні значні кореляції між кількістю читачів та цитуваннями. У цьому аспекті сервіс Mendeley справді є одним із найперспективніших джерел альтметрики.

Ще однією з альтернативних метрик, що все більше набуває популярності є рецензування. Наприклад, сервіс для дослідників Publons надає засоби для збереження, верифікації та оприлюднення вказаного виду діяльності. Нині рецензування, як частина процесу науково-дослідницької діяльності, все ще перебуває на етапі становлення, зокрема і через пошук ефективних бізнес-моделей. Альтернативним підходом соціального рецензування є експертне оцінювання, що проводиться вже після публікації результатів дослідження. Популярним сервісом для виконання подібних завдань є F1000 Prime. Він формує рейтинги наукових робіт, що створюються на основі публікаційної моделі F1000, яка поєднує оцінювання швидкості появи препринтів та вагових коефіцієнтів оприлюдненої публікації. Модель враховує показники, що забезпечують надійність, якість і прозорість досліджень з використанням ретельних редакційних перевірок, відкритих даних і наданих відкритих рецензій. Авторам надається автономія протягом усього процесу публікації. Рекомендації рецензентів сайту можуть висвітлити різні аспекти впливу та цінність статей для різних аудиторій [27]. Дослідження рекомендацій і цитат F1000 виявило чітку, але слабку кореляцію між ними 30. Автори обґрунтовують слабку кореляцію тим, що F1000 не в змозі ідентифікувати найважливіші публікації у всіх галузях, а також рекомендації та цитати є ознаками різних типів альметричного впливу.

Впродовж двох останніх десятиліть Вікіпедія стала основним джерелом відомостей під час використання пошукових систем. Завдяки алгоритму

PageRank від Google, який базується на підрахунку гіперпосилань для визначення рейтингу вебсайту, статті Вікіпедії з'являються серед результатів будь-якого найпопулярнішого пошуку. Незважаючи на те, що якість інформації у Вікіпедії часто піддається критиці науковцями, чимало з її сторінок містять посилання на наукові рецензовані статті [31]. Це свідчить про те, що здебільшого статті у Вікіпедії мають високу якість, а посилання у Вікіпедії можуть бути цінним джерелом альтметричних даних.

Нині досліджуваний підхід часто асоціюють з однойменною компанією з Великобританії, яка розробляє інструменти щодо збирання та опрацювання даних альтметрик із широкого спектру джерел для різних аудиторій. Altmetric LLP використовує такі ідентифікатори, як DOI, PubMed ID і Handle, а також підходи до аналізу тексту з метою виявлення результатів досліджень з відстежуваних джерел даних. Ці джерела включають основні засоби масової інформації, соціальні медіа, нормативно-законодавчі документи, статті з Вікіпедії тощо. Автори дослідження [2] констатують, що платформа Altmetrics пропонує обмежені можливості для безкоштовного використання та одержання даних про «вплив» досліджень, зокрема:

– індивідуальний доступ до базової версії Altmetric Explorer для окремих категорій користувачів (бібліотекарів, науковців з університетів);

– фільтрацію всіх результатів досліджень у базі даних Altmetric;

– сервіс закладок для браузера користувача – щодо опублікованих результатів, відомості (з обов'язковою наявністю DOI) про які містить відкрита вебсторінка браузера;

– додавання піктограми, що візуалізує «вплив» дослідника згідно альтметричного підходу;

– доступ до деяких API-функцій платформи для використання у навчанні.

На офіційному сайті Altmetric LLP зазначено, що для обчислення альтметричної оцінки уваги (Altmetric Attention Score) використовуються три основних критерії:

1. Кількість публікацій, у яких згадується дослідження. Алгоритм враховує лише одне посилання з одного джерела, що здійснено певним користувачем.

2. Джерела, в яких згадано публікацію. Сервіси, соціальні мережі, платформи з вищим рейтингом додають до альтметричного значення впливу більше балів. До прикладу, газетна стаття має більше значення, ніж публікація в блозі, яка у свою чергу має більше вагу, ніж твіт.

3. Автори. Сервіс визначає рейтинг автора кожного згадування, зокрема як часто автор кожної посилання пише або цитує наукові статті, чи є у нього упередження щодо певного журналу чи видавництва.

На відміну від бібліометричних показників впливу, таких як індекс Гірша, альтметричне значення впливу може коливатися або падати. Це може статися, коли автор посилання видаляє свій допис або посилання позначено як спам.

Альтметричний показник впливу завжди є цілим числом. Це означає, що згадки, які вносять менше одного балу округлюються до одиниці. Для візуалізації альтметричну оцінку подають у вигляді барвистого тора, де кольори представляють різні джерела даних та є загальним показником кількості уваги, яку отримало дослідження. Важливо пам’ятати, що альтметричний бал є показником не якості дослідження, а кількості уваги до нього. Як було вказано вище, зазначені величини можуть корелювати між собою, але це не означає, що одна отримана внаслідок іншої.

Загалом алгоритм altmetrics.com використовує показники, отримані із значної кількості джерел, Причому важливим також є співвідношення вагових коефіцієнтів:

– блог – 10;

– патент – 12;

– Вікіпедія – 10;

– соціальна мережа LinkedIn – 2;

– відеохостинг YouTube – 2;

– сервіс мікроблогів Twitter – 1;

– соціальна мережа Facebook – 1.

Модель оцінювання результативності педагогічних досліджень

У попередніх дослідженнях авторів були розроблені модель для оцінювання результативності педагогічних досліджень, а також модель для оцінювання рівня розвитку цифрових компетентностей науково-педагогічних працівників щодо оцінювання результативності педагогічних досліджень та оцінювання виконаних колективних науково-дослідних робіт [15], [32]. Проте модель для оцінювання результативності педагогічних досліджень, представлена у [32] призначена для оцінювання результативності науково-дослідної діяльності наукового або науково-педагогічного працівника та формування (розвитку) відповідних компетентностей щодо використання інформаційно-цифрових технологій для здійснення такого оцінювання. Тому є об'єктивна потреба уточнити вказані критерії з урахуванням оцінювання результативності не наукової діяльності взагалі, а результативності лише її частини – результативності виконання індивідуального або колективного наукового дослідження , та внести зміни до раніше розробленої моделі, трактуючи її як уточнену модель, що має використовуватися науковими та науково-педагогічними працівниками для оцінювання результативності науково-педагогічних досліджень

Враховуючи, що чимало алгоритмів для оцінювання результативності наукової роботи є закритими, доцільним є розроблення власної моделі для оцінювання впливів наукових досліджень. Незважаючи на те, що методика компанії Altmetric LLP є широко описаною у відкритих джерелах, алгоритм отримання оцінок є закритим, а підписка для освітніх закладів та наукових установ є платною. На основі моделі кортежу з дослідження [3], описової методики від Altmetric LLP, з урахуванням власного досвіду, вважаємо що оцінка результативності колективного педагогічного дослідження має бути адитивною величиною, що утворюється як сума оцінок оприлюднення (A_p), розповсюдження (A_d), впливу (A_i) та експертної оцінки (теж повинна мати

кількісні значення). Поряд із цим сума вагових коефіцієнтів показників для кожного критерію має дорівнювати 1. Графічне подання моделі наведено на рис. 1.

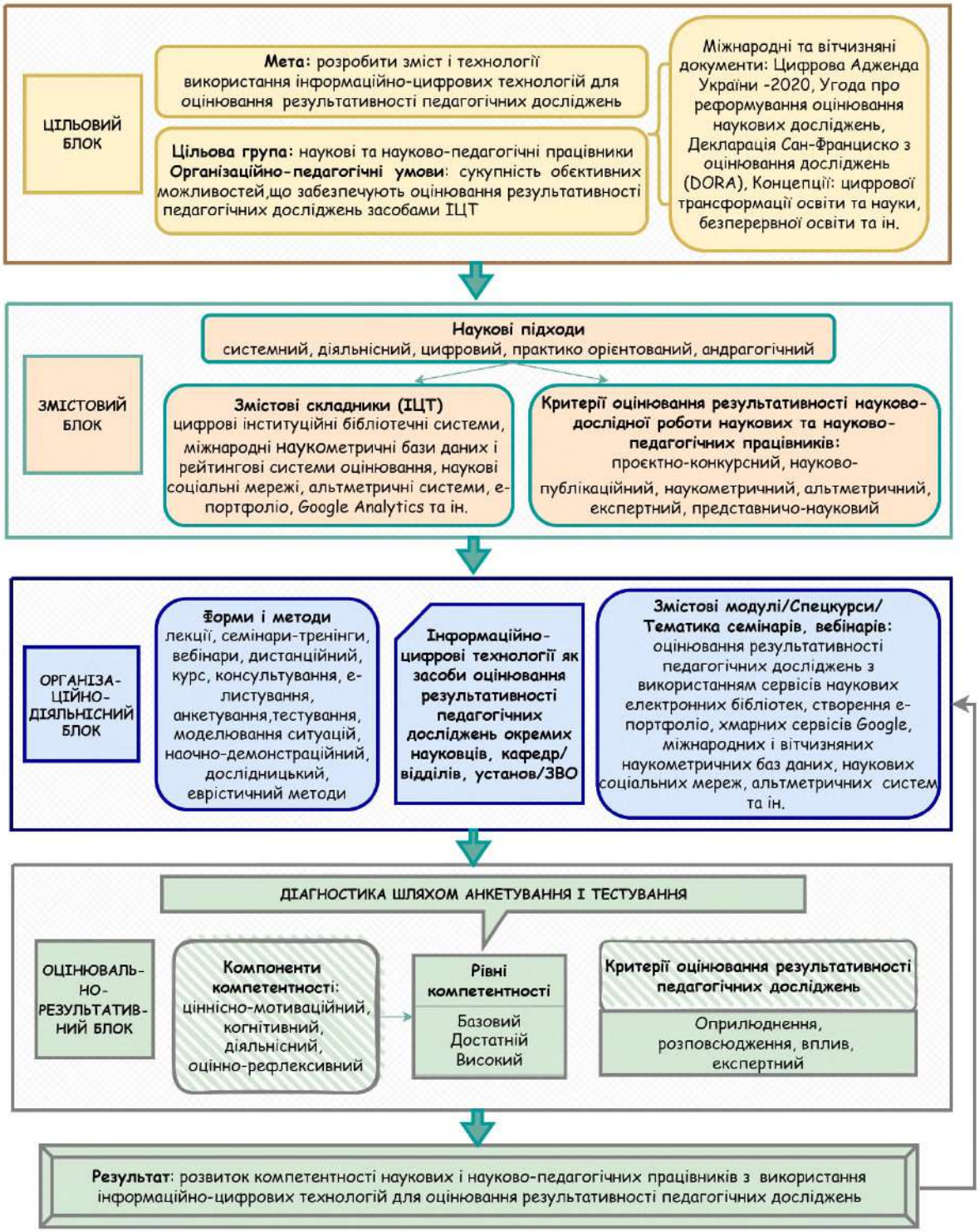


Рис. 1. Модель використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності педагогічних досліджень

Цільовий блок моделі включає мету, яка полягає у розробленні змісту та технологій використання інформаційно-цифрових технологій ІЦТ для оцінювання результативності педагогічних досліджень. Цільовою аудиторією є наукові та науково-педагогічні працівники. До організаційно-педагогічних умов належать об'єктивні можливості, що забезпечують оцінювання результативності педагогічних досліджень засобами ІЦТ. До цільового блоку також належать основні державні законодавчі, нормативні й міжнародні вимоги до оцінювання наукових досліджень та напрями цифрової трансформації освіти і науки.

Змістовий блок містить наукові підходи (системний, діяльнісний, цифровий, практико-орієнтований і андрагогічний), типи ІЦТ (цифрові інституційні бібліотечні системи, хмарні сервіси Google, систему Google Analytics, міжнародні наукометричні бази даних і рейтингові системи оцінювання, наукові соціальні мережі, альтметричні системи, е-портфоліо, Український індекс наукового цитування та ін.); критерії оцінювання результативності науково-дослідної роботи наукових та науково-педагогічних працівників: проєктно-конкурсний, науково-публікаційний, наукометричний, альтметричний, експертний, представничо-науковий.

В організаційно-діяльнісний блок включено форми та методи навчання наукових і науково-педагогічних працівників, що передбачають проведення лекцій, семінарів-тренінгів, вебінарів, дискусій, дистанційний курс, консультування, е-листування, анкетування, тестування, моделювання ситуацій, наочно-демонстраційний, дослідницький, евристичний методи та ін. У вказаному блоці ІЦТ розглядаються як засоби для оцінювання результативності педагогічних досліджень окремих науковців, кафедр/відділів, установ/ЗВО.

Змістові модулі/спецкурси передбачають навчання наукових і науково-педагогічних працівників за тематикою семінарів, вебінарів з використання сервісів і статистичних модулів наукових електронних бібліотек, розгорнутих на основі платформ EPrints та DSpace, хмарних сервісів Google, міжнародних та

вітчизняних наукометричних баз даних і рейтингових систем оцінювання (Scopus, Web of Science, Times Higher Education, QS World University, Transparent Ranking, Топ-200 Україна, рейтинг українських ЗВО за показниками даних НБД Scopus, Консолідований рейтинг ЗВО та ін.), наукових соціальних мереж (ResearchGate та Academia.edu), альтметричних систем з метою оцінювання результативності педагогічних досліджень.

Оцінювально-результативний блок моделі містить анкетування і тестування для визначення рівнів: базового, достатнього та високого компонентів компетентності з використання ІЦТ для оцінювання результативності педагогічних досліджень та критерії оцінювання результативності педагогічних досліджень – оприлюднення, розповсюдження, впливу та експертний критерій. Результатом впровадження моделі є розвиток компетентності наукових і науково-педагогічних працівників з використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності педагогічних досліджень.

Критерій оприлюднення. Оцінювання за критерієм оприлюднення передбачає визначення кількості публікацій з наукометричних баз, наукових електронних бібліотек, академічних і загальнодоступних соціальних мереж, а також кількості переглядів (див. Таблиця 1).

Таблиця 1

Показники оцінювання педагогічних досліджень за критерієм оприлюднення

№ з/п	Показники критерію	Позначення	Ваговий коефіцієнт	Рекомендовані сервіси та джерела
1.1	Кількість публікацій в міжнародних наукометричних базах	np_{sd}	$k_1=0,5$	Scopus, Web of Science
1.2	Кількість публікацій у відкритих бібліометричних пошукових базах даних	np_{od}	$k_2=0,15$	Google Scholar

1.3	Кількість публікацій у наукових електронних бібліотеках	np_{sl}	k_3=0,1	Інституційні науково-освітні репозитарії
1.4	Кількість публікацій у академічних соціальних мережах	np_{an}	k_4=0,15	Researchgate Academia.edu
1.5	Кількість публікацій у загальнодоступних соціальних мережах	np_{pn}	k_5=0,1	Facebook, Twitter

Числове значення критерію оприлюднення обчислюється за формулою (1).

$$A_p = \sum_{i=1}^{n}\left(k_1 np_{sdi} + k_2 np_{odi} + k_3 np_{sli} + k_4 np_{ani} + k_5 np_{pni}\right) \quad (1)$$

Величина і набуває значень індексів науковців, що є виконавцями колективного дослідження. Публікація, у якої два і більше співавтора є членами колективу виконавців зараховується як одна публікація.

Отримання даних для формули (1) можливе з рекомендованих сервісів та джерел, що наведені у таблиці 1. Одержання даних можливе шляхом їх подання через декларування науково-педагогічними працівниками або з використанням спеціалізованих систем. Враховуючи постійний характер розвитку наукометричних і відкритих бібліометричних пошукових баз даних, академічних та соціальних мереж, можна стверджувати, що обґрунтованим є поєднання обох підходів. Однак під час декларування має бути зазначене джерело для можливої верифікації декларованих даних.

Для обчислення першого та шостого показників дані отримуються з інституційних та індивідуальних профілів наукометричних баз даних (НМБД) Web of Science та Scopus. Наприклад, для визначення кількості публікацій науковця у базі Web of Science (показник 1.1) слід вибрати публікації за його ідентифікатором (ORCID або Publons) та за темою колективного дослідження за роки, протягом яких виконувалося колективне дослідження. На рис. 2 наведено сторінку з результатами такого запиту: AI=0000-0002-9594-6602 AND PY=2018-2020.

Результати наведеного запиту містять відомості про кількість цитувань кожного матеріалу (показник 1.6). Їх можна експортувати у файли загальноприйнятих форматів (XLS, TXT, BibText) з подальшим автоматизованим опрацюванням.

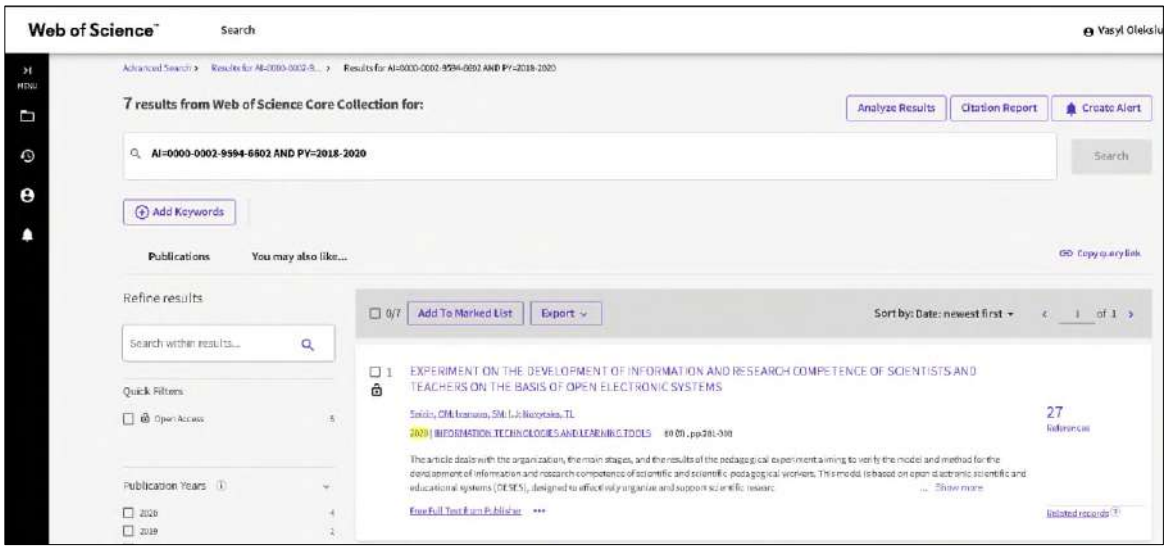


Рис. 2. Визначення кількості публікацій автора за його ідентифікатором протягом часу виконання колективної НДР у НМБД Web of Science

Щодо отримання публікацій із відкритої бібліометричної пошукової бази даних Google Scholar (показник 1.2), то у ній слід створити профіль колективного дослідження, до якого мають бути внесені всі його виконавців (рис. 3).

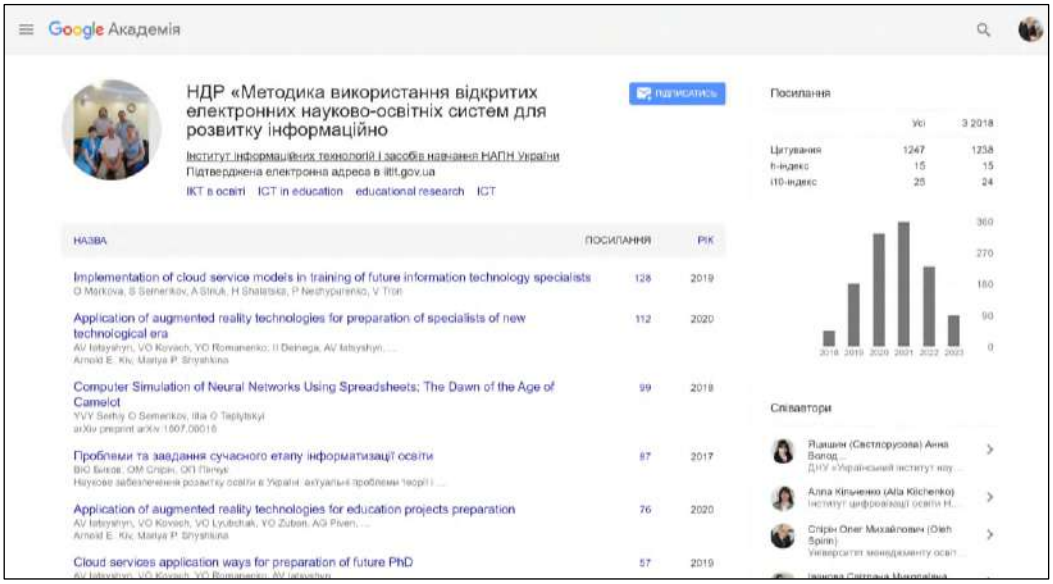


Рис. 3. Зразок профілю дослідження колективу науковців у відкритій бібліометричній пошуковій базі даних Google Scholar

Протягом терміну виконання колективного дослідження («теми» пошуком замінити на дослідження або НДР) власнику профілю варто здійснювати аналіз та коригування публікацій, додаючи нові, редагуючи наявні та вилучаючи ті матеріали, що не стосуються колективного дослідження. Для одержання даних про кількість публікації та цитат доцільно використати спеціалізоване програмне забезпечення, наприклад, додаток Harzing`s Publish or Perish. Серед іншого засіб надає можливість одержати дані за певний часовий інтервал з профіля Google Scholar за його ідентифікатором (рис. 4). Надалі існує можливість одержання детального списку праць, у яких цитуються обрані матеріали, обчислення середньої кількості цитувань за рік кожної роботи, перелік публікацій, що визначають h-індекс колективного дослідження.

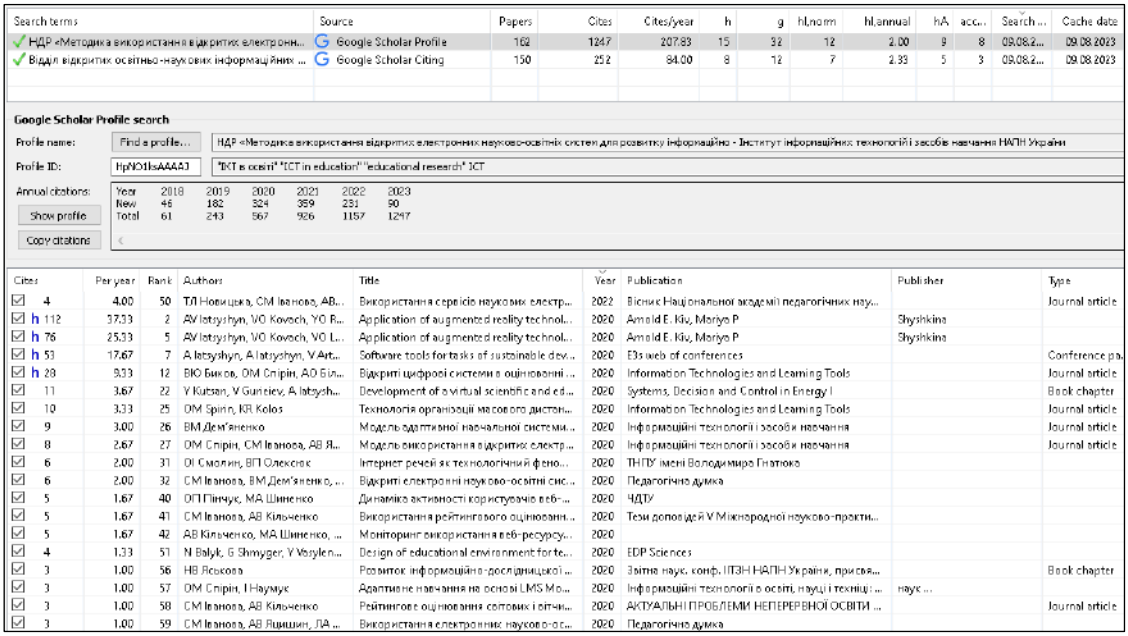


Рис. 4. Одержання даних із відкритої бібліометричної пошукової бази даних Google Scholar за допомогою додатку Publish or Perish

Кількість публікацій у наукових електронних бібліотеках (показник 1.3 критерію оприлюднення) варто отримувати за допомогою запитів до інституційних репозитаріїв. До прикладу платформа Eprints, на основі якої розгорнуто Електронну бібліотеку НАПН України, має статистичні сервіси, що дозволяють отримати відомості без використання розширених запитів.

Оскільки академічні соціальні мережі не підтримують роботу групових профілів, дані про кількість публікацій слід отримувати для кожного науковця зокрема. Станом на час написання статті академічна мережа ResearchGate не дає засобів для експорту публікацій. Отож, фахівцю, що здійснює оцінювання результативності на основі показників вказаної мережі слід вручну опрацювати публікації, що індексуються у ній.

Для обчислення показника публікацій у загальнодоступних соціальних мережах, що стосуються колективного дослідження, науковцям, наприклад у мережі Facebook, доцільно створити сторінку групи, в яку долучити усіх його виконавців, та публікувати відповідні дописи. У межах цього дослідження для робіт у галузі педагогіки будемо використовувати лише дані соціальної мережі

Facebook. Такий вибір може бути обґрунтовано тим, що вказана соціальна мережа є найбільш поширеною та впливовою в Україні. Надалі будуть опрацьовуватися показники, отримані з публікацій цієї групи.

Критерій розповсюдження. Оцінка розповсюдження Ad передбачає визначення кількості завантажень матеріалу, його архівування, а також слідкування користувачами визначених сервісів за публікаціями, що належать до колективної теми (див. Таблиця 2, співвідношення 2). Архівування матеріалу означає додавання його до власної бібліотеки користувача у сервісах для керування бібліографічною інформацією (референс-менеджерах).

Таблиця 2

Показники оцінювання педагогічних досліджень за критерієм розповсюдження

№ з/п	Показники критерію	Позначення	Ваговий коефіцієнт	Рекомендовані сервіси та джерела
2.1	Кількість завантажень публікацій користувачами	nd_{sl}	k_1=0,4	Інституційні науково-освітні репозитарії
2.2	Кількість переглядів / архівувань / створення закладок користувачами	nb_{rm}	k_2=0,1	Mendeley
2.3	Слідкування користувачів за публікаціями у групах виконавців	np_{sl}	k_3=0,1	Facebook-сторінка наукової теми

Тоді числове значення критерію розповсюдження обчислюється за формулою (2).

$$A_d = \sum_{i=1}^{n}\left(k_1 nd_{sli} + k_2 nb_{rmi} + k_3 nf_{pni}\right) \quad (2)$$

Якщо у формулах (1) та (2) деякий показник недоступний або дані на даний момент не актуалізовані, то доцільно відповідні доданки не враховувати.

У разі обчислення кількості завантажень матеріалу (показник 2.1) пропонується опрацьовувати дані наукових електронних бібліотек, статистичні модулі яких надають відповідні дані у відкритому доступі (рис. 5).

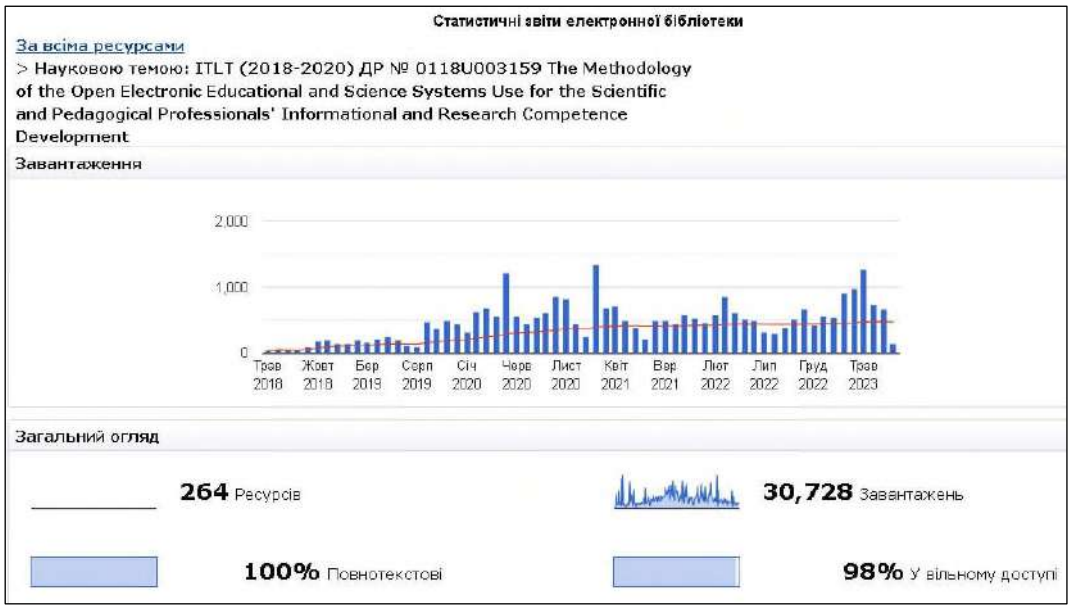


Рис. 5. Статистика завантажень матеріалу у науковій електронній бібліотеці

Оскільки «референс-менеджер» Mendeley не надає у відкритому доступі даних про кількість матеріалів, що були додані у бібліотеки читачів (архівування), то пропонуємо використовувати кількість читачів (readers) як значення показника 2.3 критерію розповсюдження (рис. 6).

Рис. 6. Дані про кількість читачів у референс-менеджері Mendeley

Показник 2.3 (слідкування користувачів за публікаціями у групах виконавців) отримуємо як кількість читачів вищезгаданої сторінки наукової теми.

Критерій впливу. Оцінка впливу (A_i) передбачає врахування даних із міжнародних наукометричних баз даних, відкритих бібліометричних пошукових баз даних, загальнодоступних та академічних соціальних мереж. Як показники впливу у мережі Facebook будемо враховувати кількості поширень, коментувань, реакцій та цитувань. У контексті впливу розглядаємо цитування як додавання покликань на сторінку дослідження у соцмережі. Щодо академічних соціальних мереж, то серед популярних у науковців сервісів Academia.edu та ResearchGate пропонуємо зупинимося на останньому. Вибір зумовлено орієнтацією сервісу Academia.edu на використання за платними підписками, що значно обмежує можливості отримання даних з нього (див. табл. 3).

Таблиця 3

Показники оцінювання педагогічних досліджень за критерієм впливу загальнодоступних та академічних соціальних мереж

№ з/п	Вид	Показники критерію	Позначення	Ваговий коефіцієнт
3.1	Міжнародні НБД	Кількість цитувань	nc_{sd}	k_1=0,4
3.2	Відкриті бібліометричні пошукові БД	Кількість цитувань	nc_{od}	k_2=0,1
3.3	Загально-доступні соціальні мережі	Кількість поширень результатів дослідження	ns_{pn}	k_3=0,03
3.4		Кількість коментування дослідження	$ncom_{pn}$	k_4=0,07
3.5		Кількість реакцій на публікації	nl_{pn}	k_5=0,03
3.6		Кількість цитувань	$ncit_{pn}$	k_6=0,07
3.7	Академічні соціальні мережі	Кількість переглядів	nv_{an}	k_7=0,05
3.8		Кількість рекомендацій	nv_{an}	k_8=0,01
3.9		Кількість цитування	nc_{an}	k_9=0,15

Тоді числове значення критерію впливу загальнодоступних та академічних соціальних мереж обчислюється за формулою (3).

$$A_i = \sum_{i=1}^{n} \begin{pmatrix} k_1 nc_{sdi} + k_2 nc_{odi} + k_3 ns_{pni} + k_4 ncom_{pni} + k_5 l_{pni} + k_6 ncit_{pni} + \\ + k_7 nv_{ani} + k_8 nr_{ani} + k_9 nc_{ani} \end{pmatrix} \quad (3)$$

На основі аналізу показника зацікавленості дослідження (Research Interest Score), що є базовим у статистиці ResearchGate, пропонуємо опрацьовувати показники 3.5-3.7 з вказаної академічної соціальної мережі (рис. 7).

Рис. 7. Статистичні показники впливу академічної соціальної мережі ResearchGate

Загалом обчислення величин згідно запропонованої моделі вимагає:

– опрацювання значних обсягів даних з різних сервісів, наприклад за допомогою API-функцій;

– обмеження кількості сервісів-джерел даних;

– чіткого маркування матеріалів та дописів за допомогою ключових слів та тегів.

Експертний критерій. Обґрунтовані критерії оцінювання результативності педагогічних досліджень не слід розглядати як заміну експертному оцінюванню. Відповідно у проєктованій моделі формальні критерії та показники оприлюднення, розповсюдження та впливу мають бути доповнені адитивною величиною, що отримана внаслідок оцінювання результатів колективного дослідження множиною експертів. Отож експертний критерій передбачає якісне оцінювання визнаними фахівцями у галузі новизни,

теоретичного та практичного значення одержаних наукових результатів, відповідності виконаного дослідження його технічному завданню. Врахувавши результати досліджень [33], [15] пропонуємо такі показники експертного критерію (табл. 4):

Таблиця 4

Показники оцінювання педагогічних досліджень за експертним критерієм

№ з/п	Показники критерію	Позначення	Ваговий коефіцієнт
4.1	Новизна одержаних результатів	nr	k_1=0,2
4.2	Обґрунтованість одержаних результатів	rr	k_2=0,1
4.3	Доцільність і валідність використаних методів дослідження	vm	k_3=0,1
4.4	Довгостроковий вплив дослідження на галузь освіти	li	k_4=0,15
4.5	Можливість впровадження результатів дослідження на практиці	ir	k_5=0,15
4.6	Залучення додаткових джерел фінансування	af	k_6=0,1
4.7	Якість публікацій керівника та виконавців дослідження за час його виконання	pq	k_7=0,2

Наведемо роз’яснення та коментарі до окремих показників, наведених у таблиці 4.

Якість запланованого дослідження передбачає оцінювання обґрунтованості та інноваційності наукового проєкту, його спрямованості на вирішення актуальної наукової проблеми, чіткості формулювання мети і завдань, їх відповідності сучасному рівню наукових досягнень, новизни наукової ідеї, оригінальності наукової гіпотези, коректності вибору методології та методів дослідження для перевірки наукової гіпотези. Обґрунтованість наукової проблеми і концепції дослідження передбачає оцінювання адекватності обґрунтованості опису актуального стану досліджень і проблеми, які потребують вирішення у межах колективного дослідження.

Значущість дослідження для подальшого розвитку науки визначається через оцінювання чіткості визначення й аргументованості перспектив

подальшого застосування результатів дослідження, а також можливостей впровадження результатів дослідження освітній галузі. Ураховується повнота і потенційна ефективність оприлюднення результатів дослідження, їх застосування після завершення фінансування.

Реалістичність запропонованого плану виконання дослідження оцінюється через показники його обґрунтованості, чіткості проміжних цілей, їх логічної послідовності; опису запланованих завдань із зазначенням конкретних результатів, а також відповідності цифрових засобів поставленим маті та завданням дослідження.

Оцінювання передбачає виставлення експертами балів, що відповідають кожному показнику 4.1-4.11. Показником ефективності пропонуємо вважати скориговане середнє значення балів, що виставленні усіма експертами. З метою зменшення негативних чинників експертного оцінювання, про які було зазначено вище, пропонуємо остаточну оцінку помножити на коефіцієнт конкордації, що визначає узгодженість оцінок. Для його обчислення слід врахувати, що експерти виконують оцінювання, а не ранжирування оцінок. Як наслідок, слід використати модифіковану формулу для обчислення коефіцієнта конкордації для випадку використання зв'язаних рангів 34:

$$W = \frac{12\sum_{i=1}^{n}(R_i^2) - 3m^2n(n+1)^2}{m^2n(n^2-1) - m\sum_{j=1}^{m}(T_j)} \qquad (5),$$

де R – сумарний ранг, отриманий кожним показником внаслідок оцінювання всіма експертами, m – кількість експертів, n – кількість показників). Величина T_j є поправкою для випадку зв'язаних рангів (однакових балів, що були виставлені експертом) та обчислюється зі співвідношення:

$$T_j = \sum_{i=1}^{g_i}(t_i^3 - t_i) \qquad (6),$$

де t_i – кількість однакових оцінок і-го показника, g_j – кількість груп однакових оцінок у j-го експерта.

Отож, пропонуємо оцінювати результативність науково-педагогічних досліджень за експертним критерієм згідно співвідношення (7):

$$A_i = \frac{W}{j} \sum_{j=1}^{m} \left(k_1 nr_j + k_2 rr_j + k_3 vm_j + k_4 li_j + k_5 ir_j + k_6 af_j + k_7 pq_j\right) (7),$$

де W – коефіцієнт конкордації, m – кількість експертів.

Підсумкова оцінка результативності колективного педагогічного дослідження є сумою вищеописаних оцінок помножених на вагові коефіцієнти вагомості кожного критерію (формула 8).

$$R = m_1 A_p + m_2 A_d + m_3 A_i + m_4 A_e \quad (8)$$

У співвідношенні (8) вагові коефіцієнти вагомості критеріїв m1, m2, m3, m4 доцільно обґрунтувати з використанням експериментальних методів, наприклад на основі експертного опитування з урахування специфіки проведення педагогічних досліджень, наукової спеціальності або рубрик наукометричних баз, а також фундаментального чи прикладного характеру дослідження. Очевидно, що вказані коефіцієнти можуть змінюватися з часом. Для досліджень у галузі педагогічних наук за рубрикою Google Scholar «Освітні технології» або за науковою спеціальністю 13.00.10 – «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» на основні опитування експертів пропонуються такі значення коефіцієнтів m_1=0,2, m_2=0,25, m_3=0,4, m_4=0,15.

Підсумовуючи, зазначимо, що оцінювання результативності педагогічних досліджень є комплексним завданням, що передбачає врахування загальних критеріїв результативності наукової діяльності – науково-публікаційного, наукометричного, проєктно-конкурсного, експертного, альтметричного, представничо-наукового. Для оцінювання результативності виконання колективних наукових досліджень доцільно використовувати критерії оприлюднення, розповсюдження, впливу, а також експертне оцінювання. Враховуючи, що сучасні дослідження, зокрема у галузі педагогіки, виконуються як індивідуально (наприклад, дисертаційні дослідження), так і колективами науковців, постає потреба уточнення вказаних критеріїв та

визначення відповідних їм показників. На основі аналізу та добору відповідних інформаційно-цифрових технологій обґрунтовано, що показники повинні бути отримані з різних джерел, таких як комерційні наукометричні бази даних, відкриті бібліометричні пошукові бази, інституційні науково-освітні репозитарії, загальнодоступні та академічні соціальні мережі.

Останні із зазначених джерел є основою альтернативних метрик. Незважаючи на те, що чимало науковців обґрунтовано вважає їх менш надійними, ніж наукометричні, вони представляють вартий уваги підхід щодо оцінювання результативності педагогічних досліджень. Альтметричний підхід може сприяти демократизації оцінювання досліджень та популяризації науки в цілому. Поєднання традиційних кількісних показників оцінювання впливу з альтметричним підходом слід розглядати як трансформацію до більш ширшої та прозорої системи оцінювання результативності педагогічних досліджень. Суттєвим обмеженням альметричного підходу є те, що платформи соціальних мереж не можна вважати фундаментальною частиною наукової комунікації. Внаслідок цього метрики, отримані з них, можуть зникнути або стати неактуальними.

Незважаючи на трактування змісту поняття як альтернативної метрики, підхід до вимірювання результативності досліджень за її допомогою все ж потребує стандартизації. Проте розробники та власники як загальнодоступних, так і академічних соціальних мереж не надто переймаються тим, як зробити свої дані стандартизованими для альтметрики. Однак соціальні медіа, створені для дослідників, можуть бути зацікавлені в такій стандартизації. Отже, цілком можливо, що в майбутньому єдині стандартизовані та надійні альтметрики будуть отримуватися з академічних соціальних мереж.

З метою урівноваження формальних та альтернативних критеріїв визначення результативності педагогічних досліджень, доцільним вважаємо їх оцінювання експертами у галузі освіти. Враховуючи наведені у статті недоліки експертного методу, доцільно у числове значення результативності за відповідним критерієм помножити на коефіцієнт узгодженості оцінок

експертів. Підсумкову величину результативності також слід обчислювати з урахуванням коефіцієнтів, що визначають вагу кожного з критеріїв (оприлюднення, розповсюдження, впливу та експертного).

Перспективи подальших досліджень полягають у апробації описаної моделі, її можливому коригуванні, доборі або розробці програмних засобів для автоматизації обчислення запропонованих показників.

Список використаних джерел

1. Про наукову і науково-технічну діяльність : Закон України від 26.11.2015 № 848-VIII : станом на 15 листоп. 2024 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text
2. Наукометричні показники оцінювання результативності досліджень наукових установ і закладів освіти / В. Ю. Биков та ін. *Інформаційні технології та засоби навчання.* 2021. № 86(6). С. 289–312. URL: https://doi.org/10.33407/itlt.v86i6.4656
3. Відкриті цифрові системи в оцінюванні результатів науково-педагогічних досліджень / В. Ю. Биков та ін. *Інформаційні технології та засоби навчання.* 2020. Т. 75, № 1. С. 294–315. URL: https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.3589
4. Квітка С., Старушенко Г., Андріанов І.. Наукометричні методи аналізу ефективності наукових досліджень за даними Web of Sciense. *Аспекти публічного управління.* 2020. Т. 8(1). С. 60–67. URL: https://doi.org/10.15421/152042
5. Гузенбауер М., Хаддевей Н. Р. Які академічні пошукові системи можна використовувати для систематичних оглядів або мета-аналізів? Оцінка пошукових якостей Google Scholar, PubMed та 26 інших ресурсів. *Research synthesis methods*. 2020. Т. 11(2). С. 181–217. URL: https://doi.org/10.1002/jrsm.1378
6. Грігас В., Юзеніене С., Велічкайте Й. "Just Google it" – набір вільно доступних джерел інформації для написання докторської дисертації. *Information Research: An International Electronic Journal.* 2017. т. 22(1).
7. Халеві Г., Моед Х., Бар-Ілан Я. Сутності Google Scholar як джерело наукової інформації та джерело даних для наукового оцінювання - огляд літератури. *Journal of informetrics*. 2017. Т. 11(3). P. 823–834. URL: https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.06.005
8. Інгерс Я., Мейєр М. Нормалізація даних Google Scholar для використання в оцінці досліджень. *Scientometrics.* 2017. Т. 112(2). P. 1111–1121. URL: https://doi.org/10.1007/s11192-017-2415-x
9. Олексюк В.П., Спірін О.М. Досвід використання хмарних лабораторій у навчанні ОС Linux. *Communications in Computer and Information Science*. 2021. Т. 1635. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-14841-5_18
10. Програмні засоби для проведення бібліометричного аналізу в науці: сучасний огляд / Ж. А. Мораль-Муньос та ін. *El profesional de la información*. 2020. Т. 29(1). URL: https://doi.org/10.3145/epi.2020.ene.03

11. Пан Х., Ян Е., Куй М., Хуа В. Вивчення моделей використання, поширення та дифузії програмного забезпечення для бібліометричного картографування: порівняльне дослідження трьох інструментів. *Journal of informetrics*. 2018. Т. 12(2). С. 481–493. URL: https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.03.005
12. Борнманн Л. Наукове рецензування. *Annual review of information science and technology*. 2011. Т. 45(1). С. 197–245. URL: https://doi.org/10.1002/aris.2011.1440450112
13. Соціологія наукової цінності: як професійні мережі формують судження в експертному оцінюванні / М. Теплицький та ін. *Research policy*. 2018. Т. 47(9). С. 1825–1841. URL: https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.06.014
14. Криховецька З., Кропельницька С., Кондур О. Проєктна діяльність як фактор підвищення конкурентоспроможності вітчизняних закладів вищої освіти (ЗВО). *Приазовський економічний вісник*. 2019. Т. 6(17). URL: https://doi.org/10.32840/2522-4263/2019-6-28
15. Оцінювання ефективності наукової діяльності науково-педагогічних працівників: визначення критеріїв та показників / Семеріков С.О. та ін. *Educational dimension*. 2023. Том. 9. С.215–227. URL: https://doi.org/10.31812/ed.605
16. Прієм Я., Грот П., Тараборелли Д. Колекція альтметричних показників. *PLoS ONE*. 2012. Т. 7(11). С. e48753. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048753
17. Тейлор М. Перевага альтметричної уваги для книг з відкритим доступом у гуманітарних та соціальних науках. *Scientometrics*. 2020. Т. 125(3). С. 2523–2543. URL: https://doi.org/10.1007/s11192-020-03735-8
18. Ю Х., Мурат Б., Лі Л., Сяо Т. Наскільки точними є альтметричні дані Twitter та Facebook? A comparative content analysis. *Scientometrics*. 2021. Т. 126(5). С. 4437–4463. URL: https://doi.org/10.1007/s11192-021-03954-7
19. Шахзад М., Фріман К., Рахімі М., Алхурі Х. Прогнозування настроїв Facebook щодо досліджень. *Natural language processing journal*. 2023. С. 100010. URL: https://doi.org/10.1016/j.nlp.2023.100010
20. Борнманн Л. Чи впливають альтметри на ширший вплив досліджень? Огляд переваг та недоліків альтметричних показників. *Journal of informetrics*. 2014. Т. 8(4). С. 895–903. URL: https://doi.org/10.1016/j.joi.2014.09.005
21. Телволл М., Хаустен С., Ларівер В., Сугімото К. Р. Чи працюють альтметри? Твіттер та десять інших соціальних веб-сервісів. *PLoS ONE*. 2013. Vol. 8(5). P. e64841. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064841
22. Шема Х., Бар-Ілан Ж., Телуолл М. Чи корелюють блог-цивілізації з більшою кількістю майбутніх цивілізацій? Дослідницькі блоги як потенційне джерело альтернативних показників. *Journal of the association for information science and technology*. 2014. Т. 65(5). С. 1018–1027. URL: https://doi.org/10.1002/asi.23037
23. Хаустен С., Костас Р., Ларівер В. Характеризуючи соціальні медіа-метрики наукових робіт: вплив властивостей документів та моделей співпраці. *PLOS ONE*. 2015. Т. 10(3). С. e0120495. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120495
24. Онянча О. Б. Дослідницька майстерність в епоху єдиної уваги: Альтметричні показники високоцитованих праць Південної Африки в окремих галузях

досліджень. *Publishing Research Quarterly*. 2019. Т. 36(1). С. 169–185. URL: https://doi.org/10.1007/s12109-019-09679-z

25. Сучасні тенденції в дослідженнях кісткової регенерації: Бібліометричний аналіз / X. Huang et al. *BioMed Research International*. 2020. Т. 2020. С. 1–12. URL: https://doi.org/10.1155/2020/8787394
26. Феррара Е., Ромеро А. Е. Оцінка наукового впливу та ефект самооцінки: Зміна балансу шляхом обчислення h-індексу. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 2013. Т. 64(11). С. 2332–2339. URL: https://doi.org/10.1002/asi.22976
27. Ортега Х. Л. Висвітлення блогів та новинних джерел у постачальниках даних альтметрики: порівняльний аналіз за країнами, мовами та темами. *Scientometrics*. 2019. Т. 122(1). С. 555–572. URL: https://doi.org/10.1007/s11192-019-03299-2
28. Мохаммаді Е., Телволл М. Оцінювання нестандартного впливу статей за допомогою міток сервісу F1000. *Scientometrics*. 2013. Т. 97(2). С. 383–395. URL: https://doi.org/10.1007/s11192-013-0993-9
29. Гауншильд Р., Борнманн Л. Нормалізація кількості переглядів у Mendeley для оцінки впливу. *Journal of Informetrics*. 2016. Т. 10(1). С. 62–73. URL: https://doi.org/10.1016/j.joi.2015.11.003
30. Вальтман Л., Костас Р. Рекомендації щодо використання F1000 як джерела даних для оцінювання досліджень: Порівняння з цитуваннями. *Journal of the Association for Information Science and Technology*. 2013. Т. 65(3). С. 433–445. URL: https://doi.org/10.1002/asi.23040
31. Йошимура Р., Грант М. К., Гардінер М. Д., Вейд Р. Г. Поширення досліджень у галузі хірургії руки за допомогою соціальних медіа: Взаємозв'язок між альтметричними показниками та цитуваннями. *The Journal of Hand Surgery*. 2021. Т. 46(9). С. 740–747. URL: https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2021.03.028
32. Модель використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності педагогічних досліджень / О. Спірін та ін. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2023. № 14. С. 50–62. URL: https://doi.org/10.28925/2414-0325.2023.145
33. Гончаренко С. Про критерії оцінювання педагогічних досліджень. *Педагогіка і психологія проф. освіти.* 1998. Т. 5. С. 80–89. https://lib.iitta.gov.ua/706520/.
34. Франческіні Ф., Майсано Д. Агрегування множинних рангів в інженерному дизайні: найкраща модель на основі коефіцієнта конкордації Кендалла. *Research in Engineering Design*. 2020. URL: https://doi.org/10.1007/s00163-020-00348-3

Розділ XIV. Оцінювання професійної діяльності вчених із застосуванням інструментів відкритої науки

Яцишин А. В.

Цифровізація суспільства та впровадження відкритої науки глобально змінили методологію наукової діяльності і здійснили вагомий вплив на оцінювання вчених, наукових колективів, науково-дослідних інститутів.

Міжнародною організацією ЮНЕСКО було підготовлено рекомендації щодо Відкритої науки [6], у яких описано важливість поширення відповідальних практик для оцінювання наукових досліджень та окремих вчених. Ці рекомендації сприятимуть підвищенню якості наукової діяльності, в них описано різноманіття наукових результатів, цілей і заходів. Критерії оцінювання вчених повинні відображати різні форми створення та обміну знаннями, і не обмежуватися тільки публікаціями у міжнародних рейтингових журналах.

Погоджуємося із думкою висловленою, у дослідженні [18], про те, що процес реформування науки і вищої освіти в Україні здійснюється в умовах воєнного стану. Підсилюється проблеми пов’язані із ефективністю й якістю виконання наукових досліджень та оцінюванням їх результативності. Застосування цифрових технологій забезпечує нові можливості для агрегації, передачі та аналітичного опрацювання даних, оцінювання публікаційної активності дослідників та результативності досліджень та ін.

У [3] наголошено, що «… оцінювання дослідницької діяльності у системі відкритої науки має здійснюватися на інтегрованому підході (експертному оцінюванні, кількісних і якісних вимірах) з урахуванням усіх складників дослідницької діяльності науково-педагогічних працівників (потенціалу наукової творчості і результатів дослідницької діяльності, наукового керівництва дослідженнями, підготовкою молодих вчених, національної та

міжнародної співпраці, менеджменту у сфері науки та інновацій, популяризації науки та академічної мобільності» [3].

У рекомендаціях щодо впровадження відкритої науки в Україні [1] наголошено на, тому, що важливо для університетів і наукових установ переглянути інституційні положення та інші внутрішні акти, щоб вони відповідали найсучаснішим принципам, які рекомендовані CoARA, Сан-Франциською декларацією про оцінку наукових досліджень (DORA), Лейденським маніфестом, Гонконгськими принципами, Коаліцією S (COAlition S).

У 2022 році Україна приєдналася до Коаліції з просування оцінки наукових досліджень (CoARA, 2022). CoARA спрямована для підтримку проведення реформи з оцінювання наукових досліджень і має встановити уніфікований підхід до змін у практиках оцінювання досліджень, дослідників та наукових установ, з метою збільшення якості та їх спрямованості на кінцевий результат, також сприяє оновленню підходів та критеріїв оцінювання результативності наукових досліджень. В Україні впровадження відкритої науки має свою історію та віхи розвитку, адже вже протягом 20-ти років українська наука активно використовує європейські практики та підходи. Проте, на національному рівні лише наприкінці 2022 року Кабінетом міністрів України було схвалено Розпорядження «Про затвердження національного плану щодо відкритої науки» на період до 2030 року. У цьому плані окреслено такі ключові завдання: забезпечення відкритого доступу до дослідницької інфраструктури; забезпечення відкритого доступу до наукових результатів та науково-технічної інформації; удосконалення системи оцінювання якості наукової та науково-технічної діяльності; популяризація науки, поширення наукових знань та залучення громадян до участі в науковій та науково-технічній діяльності; підвищення рівня поінформованості та формування компетентності з питань відкритої науки.

У результаті проведеного аналізу наукової літератури та вітчизняних практик щодо проблематики даного дослідження здійснено систематизацію за фокусом і напрямками досліджень:

По-перше, наразі активно проводяться дослідження щодо оновлення методології для оцінювання наукових досліджень у галузі знань «освіта/педагогіку», «гуманітарні» та «соціальні» науки.

Зокрема, за останні роки було проведено кілька науково-дослідні роботи, які виконувалися в Інституті цифровізації освіти НАПН України про це зазначено на сайті установи: «Методика використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності педагогічних досліджень», «Методика використання відкритих електронних науково-освітніх систем для розвитку інформаційно-дослідницької компетентності наукових і науково-педагогічних працівників». Також, у ряді наукових досліджень, що виконувалися у Державній науковій установі «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації», теж було розглянуто питання вдосконалення системи оцінювання наукових досліджень та інноваційних проєктів на основі зарубіжного та вітчизняного досвіду, і про це безпосередньо чи опосередковано описано у таких дослідженнях: «Дослідження стану розвитку науково-технічної та інноваційної сфери і механізмів його оцінювання», «Науково-методологічні та технологічні засади формування інформаційних ресурсів та супроводження доступу до інформації в науково-технічній сфері», «Комплексне дослідження наукових засад розвитку відкритої науки та підтримка ефективного функціонування Національного репозитарію академічних текстів», «Організація та проведення наукової та науково-технічної експертизи, моніторинг досвіду європейських країн у сфері експертної оцінки науково-технічних та інноваційних проектів та аналіз правових та наукових основ до застосування цього досвіду в Україні», «Інформаційно-аналітичне та науково-методичне забезпечення розвитку наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності на досягнення Цілей сталого розвитку».

Різні аспекти вдосконалення методології оцінювання наукових досліджень та діяльності вченого розглянуто у роботах [4, 7, 8, 12, 16, 17, 19, 25, 27, 8, 29].

По-друге застосування бібліометричних інструментів та наукометричних платформ для оцінювання наукових досліджень та вчених, зокрема застосування методів з наукометрії та вебометрії. У [8] вказано, що наукометричні дослідження розділяють на певні напрями, а саме:
1) дослідження, спрямовані на вдосконалення методик наукометрії;
2) наукометрія як інструмент дослідження (вивчення) конкретної галузі науки;
3) наукометрія як засіб управління наукою та формування наукової політики і перспективних напрямів наукових досліджень.

Особливості застосування бібліометричних інструментів для оцінювання результативності наукових досліджень розглянуто у роботах [9, 24, 33]; використання наукометричних методів та спеціалізованих платформ описано у публікаціях: [2, 11, 18, 31] та ін.; застосування інструментів відкритої науки для оцінювання дослідницької діяльності закладів вищої освіти проаналізовано у дослідженнях [3, 13, 14, 21, 23, 3030, 32] та ін.

По-третє про важливість розроблення національних індексів наукового цитування, національних баз даних, рейтингових платформ для створення сприятливих умов для об’єктивного оцінювання закладів вищої освіти, наукових установ, чи окремих вчених описано у публікаціях [1, 10, 15, 20] та ін.

По-четверте не існує єдиного світового підходу до оцінювання наукової діяльності, багато схожих критеріїв, проте різні країни застосовують свої показники. Відмінності у критеріях і показниках щодо оцінювання результатів наукових досліджень та інноваційних розробках спонукало до утворення міжнародних організації та асоціацій, діяльність яких спрямована на врегулювання та визначення єдиних підходів, критеріїв і показників для оцінювання результатів наукових досліджень та визначення їх впливів на суспільство.

У рекомендація ЮНЕСКО [5] відкрита наука визначається, як «рамкова концепція, що об'єднує різні рухи та форми діяльності, спрямовані на те, щоб зробити наукові знання різними мовами відкритими, загальнодоступними та придатними для загального багаторазового використання, розширити наукове співробітництво та обмін інформацією на благо науки і суспільства і відкрити процеси створення, оцінки та поширення наукових знань для соціальних суб'єктів, що не входять до традиційного наукового співтовариства». Також, у документі Європейської комісії «Open innovation, open science, open to the world – a vision for Europe» («Відкриті інновації, Відкрита наука, Відкритість до світу – візія для Європи») поняття «відкрита наука» описано, як «новий підхід до наукового процесу, заснований на спільній роботі та нових способах розповсюдження знань за допомогою цифрових технологій та нових інструментів спільної роботи. Відкритість науки як важливої складової відкритого суспільства дозволяє забезпечити створення середовища для взаємодії громадянського суспільства та наукової спільноти» [13].

У монографії [13] запропоновано визначення поняття «відкрита наука», як «нова парадигма організації, проведення досліджень та розповсюдження інформації про їх результати, що дозволяє: покращити використання та обмін ресурсами; підвищити прозорість результатів досліджень; пришвидшити перехід від досліджень до інновацій; сприяти залученню громадян до досліджень».

У публікації [2] описано низку переваг відкритої науки для вищої освіти, а саме: доступність знань, зокрема, через відкриті освітні ресурси та журнали відкритого доступу; спільне використання ресурсів, зокрема здійснення складних обчислень з використанням штучного інтелекту та машинного навчання задля проведення досліджень та підготовки наукових кадрів; потенціал у подоланні міждисциплінарних бар'єрів з метою вирішення глобальних проблем.

Колективом вчених вказано, що «проблема оцінювання торкається удосконалення якості університетської освітньо-дослідницької діяльності. Це

найбільш точно (за принципом максимальної диференціації) забезпечують рейтинги, менш точно (групова диференціація) класифікаційні та асоціаційні механізми, і найменш точно – акредитація» [29].

Сімірновою В.А. у дисертації [31] досліджено теоретичні основи моніторингу дослідницької діяльності науково-педагогічних працівників в умовах переходу до відкритої науки. Цифрове суспільство продукує великі обсяги наукової інформації та відкрито її поширює, тому вагомим є розроблення комплексного підходу до оцінювання якості дослідницької діяльності, зокрема шляхом унормування показників результативності наукових досліджень. Водночас оцінювання результативності наукової діяльності працівників університетів сприяє визначенню наукового внеску кожного окремого вченого та вплив результатів їх досліджень на суспільство.

Регейло І.Ю. у [3, 32] зазначає, що в умовах відкритої науки оцінювання наукових результатів – це процес оперування (систематизація, аналіз, узагальнення тощо) даними, що здобуті та формулювання висновків на основі збалансованої інтеграції якісної та кількісної оцінки з урахуванням принципів відкритої науки задля визначення ефективності наукової діяльності. Відмінність між поняттями та полягає у поставлених цілях: «оцінювання» (evaluation) – це дотримання вимог стандартів, а ціль «рейтингування» – визначення найкращих.

Асєєв Г. наголошує, що розглядаючи науку як інформаційний процес, варто простежити за науковими публікаціями у часі, вважаючи їх носіями інформації. У певних галузях знань під час дослідження інформаційних потоків можна вивчати зростання не лише числа наукових публікацій, а й окремих показників, що характеризують безпосередні результати різноманітних досліджень. А також здійснювати формальний статистичний аналіз змісту публікацій. Отримані дані можливо використати при управлінні процесом розвитку науки, до наприкладу під час добору найперспективніших напрямів досліджень [8].

Повністю погоджуємося з думкою висловленою у колективному дослідженні [18], про те, що для наукових і науково-педагогічних працівників ключовим завданням сьогодення є набуття знань, вмінь та навичок щодо роботи з цифровими технологіями, бібліометричними, вебометричними і наукометричними базами даних. Важливим є створення персональних профілів та ідентифікаторів вчених. Насамперед, вагомим є розвиток компетентності щодо роботи з міжнародними наукометричними (Scopus, WoS та ін.) та інформаційно-аналітичними базами даних. Водночас важливим є розвиток навичок у вчених щодо застосування цих цифрових платформ для оцінювання результативності наукових досліджень.

Наразі система оцінювання наукових досліджень потребує модернізації і розроблення таких критеріїв оцінки рівня дослідницьких робіт, що уможливлять їх зіставляння з міжнародними. А тому, спочатку окреслимо показники ефективності наукової діяльності вчених: 1) кількість публікацій; 2) індекс цитування; 3) кількість монографій (підручників, посібників); 4) участь у наукових заходах (конференціях, семінарах, круглих столах тощо); 5) керівництво здобувачами освіти. Наступним кроком є опис основних критеріїв та показників для оцінювання наукової діяльності дослідницьких інститутів та закладів вищої освіти: підсумкова бальна оцінка щодо кількості наукових публікацій за кілька останніх років; кількість захищених дисертацій тощо) [24].

Застосування наукометричних методів як інструменту дослідження науки сприяє появі нових можливостей для аналізу наукових даних та дослідницької діяльності. Також, наголошено на тому, що «сучасний тип рефлексивного вивчення науки має спиратися на результати об’єктивного аналізу наукового знання та пізнавальних процесів, що відображені у масивах наукової інформації, та їхню семантичну інтерпретацію (разом з іншими методами)», наголошено у публікації [8].

Наразі ще однією проблемою в оцінюванні дослідницької діяльності закладів вищої освіти є оптимізація кількісних та якісних показників.

Оцінювання здійснюється з використанням двох підходів – кількісного (на основі міжнародних показників – бібліометричних індикаторів, альтметрики, вебометрики) та експертного, що включає в себе визначення якості досліджень. Вчених, які виконують роль експертів зобов'язані незалежно, справедливо і неупереджено здійснювати оцінку та демонструвати високі професійні якості, етичність і дотримання моральних норм та принципів академічної доброчесності. Висновок експертів впливає на прийняття інституційних рішень про фінансування установи, кадрове забезпечення, кар'єрне зростання вчених та ін. [32].

Павлюк К.В. та Камінська О.С. вказують на те, що найефективнішим для оцінювання дослідницьких програм є експертний метод. Водночас важливим є організація і проведення професійної, кваліфікованої експертизи. Наукова експертиза має здійснюватися колегіально, з урахуванням інтересів як замовника, кваліфікованих наукових експертів, так і представників сфери управління наукою. До прикладу, цікавим є зарубіжний досвід організації наукової експертизи Німецькою науковою радою, яка є однією з відомих міжнародних структур, що консультує федеральний уряд із питань вищої освіти і наукових досліджень. Ця рада рекомендує орієнтуватися на власні академічні системи оцінювання та ранжування результатів наукових досліджень ґрунтуючись на альтернативних веборієнтованих методиках і схемах індексування наукових публікацій у відкритих системах глобальної мережі Google, а також врахування оцінки від колективів вчених визнаних у певних галузях знань [29].

Колективом вчених у [18] зазначено, що застосування факторів впливу для оцінювання результативності діяльності науковців має низку недоліків. Перш за все вони пов'язані з їх формальним характером та можливістю маніпуляцій. З метою унеможливлення окремих із цих недоліків варто використати методи експертного оцінювання та рецензуванню. Однак стрімке збільшення кількості наукових досліджень у соціо-гуманітарній та освітній галузях знань нівелюють таких підхід.

У багатьох зарубіжних раїнах, для оцінювання діяльності вченого та дослідницьких колективів застосовують кількісну оцінку, що базується на бібліометричних індикаторах і вираховується через кількість опублікованих праць вченого у журналах, що індексуються Scopus чи Web of Science, та через кількість цитувань (індекс Хірша). Ці показники є важливими і для наукового колективу, і наукової діяльності університету та фінансового забезпечення дослідницьких проєктів, водночас такі показники можуть бути підставою для кар'єрного просування вченого і отримання винагород [32].

Підтримуємо думку висловлену у [18], про те, що використання при оцінюванні результатів наукової діяльності вчених виключно показників цитування має ряд недоліків. Опишемо їх детальніше: 1) колективні статті, цитування яких не дає змогу відобразити внесок кожного автора; 2) використання основних метрик лише для англомовних статей, що зумовлює некоректне визначення цитувань для публікацій іншою мовою, наприклад українською; 3) вимоги до високого рівня цитувань, що призводять до маніпуляцій зі сторони авторів штучно генерувати посилання на колег, здійснювати самоцитування; 4) публікації результатів вузько спеціалізованих робіт можуть мати низький рівень цитування, незважаючи на значущість проведених досліджень.

Медведєва А.С. у дисертації «Бібліометричні дослідження в бібліотеках як інструментарій моніторингу наукової діяльності» [24] наголошує, що «…розвиток науки завжди знаходиться у центрі уваги вчених. Бібліометричні методи активно застосовуються для моніторингу наукової результативності дослідників і наукових установ. Водночас, досліджуючи результати наукової діяльності у різних країнах необхідно враховувати специфіку конкретної галузі знань та науковий статус країни, оскільки вони відіграють важливу роль при оцінюванні. Також доцільно активно заохочувати і залучати молоді до наукових досліджень, адже це сприятиме інтенсивнішому розвитку науки».

Баланчук І.С. та Михальченкова О.Є. [9], також пишуть про бібліометрію, яку вже багато років використовують для оцінювання та аналізу окремих

галузей знань. «…дотепер чітко не сформульована структура, за якою, послуговуючись бібліометричними методами, здійснюється оцінювання результатів наукової роботи окремих дослідників. Наразі найбільш максимально зручним способом визначення ступеня результативності наукових пошуків окремих дослідників є кількість їх публікацій і цитувань. Проте вони далеко не повною мірою відображають ті результати, які мають дослідники з протилежних галузей знань (до прикладу, фізика та лінгвістика)» [9].

У колективній публікації [4] наголошено на важливості комплексного підходу до оцінювання діяльності вченого, виокремлено критерії та показники для оцінювання, а саме:

1) *науково-публікаційний критерій* (показник різних публікації: у журналах, що індексуються Web of Science, Scopus; у матеріалах конференцій, що індексуються Web of Science, Scopus у наукових фахових виданнях України; у зарубіжних періодичних виданнях та публікації у матеріалах зарубіжних конференцій; у наукових виданнях України, що не входять до переліку фахових видань та у матеріалах вітчизняних конференцій; видання монографій в Україні / у зарубіжних виданнях; видання навчального посібника чи підручника; керівництво студентами, що публікують результати досліджень у різних виданнях);

2) *наукометричний критерій* (показники: індексування у Scopus; індексування у Web of Science; індексування у Google Scholar; цитування у Scopus; цитування у Web of Science; цитування у Google Scholar);

3) *проєктно-конкурсний критерій* (підготовка на конкурси проєктів; участь у проєктах; підготовка студентів до участі в конкурсах студентських наукових робіт);

4) *альтметричний критерій* (розміщення матеріалів у електронних бібліотеках, репозиторію; електронне портфоліо; кількість завантажень; кількість переглядів; поширення у соціальних мережах);

5) *представничо-науковий критерій* (захист дисертації; отримання вченого звання; отримання почесного звання; отримання нагород / відзнак /

премій / стипендій; керівництво аспірантом, який захистив дисертацію; участь у міжнародному стажуванні; володіння іноземною мовою на рівні В2);

6) *експертний критерій* (виконання функцій рецензента / експерта / опонента дисертації; участь у роботі різних комісій, експертних рад при МОН, НАПН, НФДУ тощо; головний редактор/заступник головного редактора/член редакційної колегії фахового журналу; участь в організації конференцій).

Також, в останнє десятиліття широкої популярності набула альтернативна метрика (Altmetric) – метод вимірювання на основі кількісних показників згадувань про результати наукових досліджень у новинах, соціальних мережах (Twitter, Facebook, Sina Weibo тощо), ЗМІ, Wikipedia, вебсайтах рецензувань, Linkedin, Youtube тощо. Альтметрична метрика – це автоматично розрахований алгоритм, заснований на трьох складниках: обсяг (зростання оцінки відповідно до збільшення кількості згадувань), джерело (кожне джерело має свій відповідний бал), автор (видавець, політик, вчений) [32].

В результаті проведеного аналізу наукової літератури [1, 4, 9, 18, 23, 24, 25, 29-32] та власного досвіду [26] було укладено таблицю 1, в якій представлено авторське бачення критеріїв і показників, що доцільно застосовувати для оцінювання діяльності окремого вченого чи дослідницьких колективів. Також вказано кілька інструментів відкритої науки, які можна використати для перевірки достовірності і правдивості даних, які будуть вказувати вчені. Наведені критерії охоплюють такі напрями: оприлюднення наукових результатів, розповсюдження та використання наукових результатів, вплив результатів наукових досліджень на академічну спільноту та суспільство.

Таблиця 1

Критерії, показники та інструменти, що доцільно застосовувати для оцінювання діяльності окремого вченого чи дослідницьких колективів

Критерії	Показники	Інструменти
Публікаційний	публікації у журналах, що індексуються Web of Science, Scopus	Web of Science, Scopus, SpringerLink, DOAJ

	публікації у матеріалах конференцій, що індексуються Web of Science, Scopus	Web of Science, Scopus
	кількість статей, опублікованих у журналах із квартилем Q1- Q2	
	публікації у наукових фахових виданнях України	ІАС «Українська наукова періодика», Національний репозитарій академічних текстів
	публікації у зарубіжних періодичних виданнях та публікації у матеріалах зарубіжних конференцій	
	публікації у наукових виданнях України, що не входять до переліку фахових видань та у матеріалах вітчизняних конференцій;	-
	видання монографій у зарубіжних виданнях	-
	видання монографій в Україні	-
	видання посібника / підручника	-
	керівництво студентами, що публікують результати досліджень у різних виданнях	-
Наукометричний	цитування у Scopus	Scopus
	індекс Хірша у Scopus	Scopus
	цитування у Web of Science	Web of Science
	індекс Хірша у Web of Science	Web of Science
	цитування у Google Scholar	Google Scholar
	індекс Хірша у Google Scholar	Google Scholar
	цитування ResearchGate	ResearchGate
	індекс Хірша у ResearchGate	ResearchGate
Альтметричний	кількість розміщених матеріалів у електронних бібліотеках, репозиторію	arXiv, PubMed Central, ResearchGate, Zotero, Google Scholar, інституційні репозитарії
	кількість завантажень розміщених матеріалів у електронних бібліотеках, репозиторію	Google Analytic, статистичні сервіси репозитаріїв
	кількість переглядів розміщених матеріалів у електронних бібліотеках, репозиторію	Google Analytic, статистичні сервіси репозитаріїв
	поширення матеріалів у соціальних	Фейсбук

	мережах	
	кількість переглядів розміщених матеріалів у соціальних мережах	Фейсбук (статистичні сервіси)
	електронне портфоліо	Sites.google.com
Представничий	захист дисертації	-
	отримання вченого звання	-
	отримання почесного звання	-
	отримання нагород/відзнак/премій/стипендій	-
	отримання патентів	patents.google.com
	отримання свідоцтв	-
	керівництво аспірантом, який захистив дисертацію	-
	проходження стажування, підвищення кваліфікації	-
	міжнародне стажування	-
	громадська діяльність, участь у наукових чи професійних об'єднаннях	-
Експертний	виконання функцій рецензента/експерта/опонента дисертації	Національний репозитарій академічних текстів
	участь у роботі різних комісій, експертних рад при МОН, НФДУ, НАЗЯВО тощо	-
	головний редактор/заступник головного редактора/член редакційної колегії наукового видання	OJS
	проведення наукової і науково-технічної експертизи	
	рецензування статей у зарубіжних наукових виданнях	PeerJ, ReviewerCredits, Peerage of Science, PubPeer, Hypothes.is, Disqus
	рецензування статей у наукових фахових виданнях України	OJS
	рецензування монографій, посібників, методичних рекомендації тощо	Open Monograph Press
	участь в організації Міжнародних конференцій/семінарів/ симпозіумів	OpenConf, EasyChair, Open Conference

	тощо	System
	участь в організації Всеукраїнських форумів/конференцій/семінарів тощо	Open Conference System
Проєктно-конкурсний	підготовка заявок на конкурси проєктів/грантів	OpenGrants, Research Professional, Pivot, GrantForward
	участь у проєктах/грантах	ORCID
	підготовка здобувачів освіти до участі у конкурсах наукових робіт	-
Впливовий	акти виконаних робіт, акти/довідки про впровадження наукових результатів, договори, контракти	-
	посилання на результати впливу (нормативні документи, стандарти, тощо)	-
	публікації на офіційних сайтах об'єктів впливу	-
	підтвердження широкого використання результатів науковою спільнотою	Altmetric, Google Scholar Metrics

Розглядаючи вплив відкритої науки на оцінювання результатів наукових досліджень, варто описати досвід міжнародних і вітчизняних організації, асоціацій і проєктів, діяльність яких безпосередньо стосуються просування принципів відкритої науки та унормування критеріїв і показників оцінювання діяльності вчених, наукових колективів, університетів, науково-дослідних інститутів.

1. *Організація економічного співробітництва та розвитку (OECD)*, займається сприянню сталому економічному розвитку, покращенню рівня життя та підтримці глобальної економічної стабільності, а також, просуванню принципів відкритої науки й розробкою підходів до оцінювання інновацій та наукових досліджень.

2. *cOAlition S* (міжнародний консорціум дослідницьких організацій). У 2018 році за підтримки Європейської Комісії (European Commission) та Європейської дослідницької ради (European Research Council – ERC) було оголошено про запуск ініціативи cOAlition S (https://www.coalition-s.org), яка спрямована забезпечити

повний, необмежений та відкритий доступу до наукових публікацій, і пов’язана з «Plan S». План S вимагає, щоб з 2021 року наукові публікації та інші наукові розробки, що фінансуються за рахунок державних грантів, повинні публікуватися у відповідних журналах або платформах з відкритим доступом [23].

3. *OpenAIRE*. Головними принципами стратегії OpenAIRE є забезпечення якості даних, відповідальне дослідження та оцінювання наукової кар’єри на принципах відкритої науки, моніторинг впровадження політик відкритої науки [32].

4. *COST* (Європейське співробітництво в галузі науки і технологій) – є загальноєвропейською міжурядовою структурою, яка опікується впровадженням стратегії стійкого розвитку та відкритої науки. Місіє COST полягає у забезпеченні прориву наукових і технологічних розробок, що веде до нових концепцій та продуктів, що сприяє зміцненню європейських науково-дослідних та інноваційних розробок. «European Network for Research Evaluation in the Social Sciences and the Humanities» – «Європейська мережа оцінювання досліджень в соціальних та гуманітарних науках» – це ініціатива COST з 2016 року. ENRESSH своєю метою вважає розробку критеріїв і показників для оцінювання наукових досліджень у галузі соціальних та гуманітарних наук [32].

5. *Leiden Ranking (CWTS)*, розроблений Центром досліджень науки і технологій (Centre for Science and Technology Studies, CWTS) при Лейденському університеті в Нідерландах, є міжнародним інструментом для оцінювання наукової діяльності. Цей рейтинг базується на бібліометричних даних і визначає: науковий вплив (аналіз публікацій, що входять до найцитованіших у світі, використовуючи середній показник цитування та пропорцію публікацій у топ-10%); наукову співпрацю (вимірювання рівня співпраці між університетами та організаціями на національному й міжнародному рівнях); відкритий доступ (врахування доступності публікацій у відкритому доступі, що сприяє прозорості й поширенню наукових знань); відповідальне використання даних (використання відкритих даних для забезпечення прозорості, відтворюваності та інновацій). На сайті даного

рейтингу вказано, що він пропонує важливу інформацію про наукову діяльність понад 1500 великих університетів у всьому світі. Потрібно лише обрати бажані показники і згенерувати результати та дослідити ефективність університетів.

6. *Європейська асоціація університетів (EUA)*, підтримує розвиток вищої освіти в Європі, просуває політики у сфері освіти й досліджень, а також сприяє обміну досвідом між університетами. Здійснює оцінювання наукових досліджень у межах ініціативи Institutional Evaluation Programme, акцентуючи увагу на впливі досліджень на суспільство. Організація займається широким спектром тем, включаючи управління університетами, забезпечення якості, цифрову трансформацію, стійкість, а також впровадження принципів відкритої науки.

7. *National Science Foundation (NSF)* є незалежною федеральною агенцією для сприяння прогресу науки та інновацій. Її основна місія полягає у підтримці фундаментальних досліджень і освіти в галузях науки, технологій, інженерії та математики. Також, підтримує освітні програми для залучення різноманітних груп населення до STEM-освіти, підтримує вчителів та вчених. Використовує критерії інноваційного потенціалу та економічного ефекту від наукових досліджень.

8. *Science Europe* є асоціацією, яка представляє великі державні організації Європи, що займаються фінансуванням або проведенням наукових досліджень. Її місія полягає у зміцненні Європейського дослідницького простору (ERA) шляхом сприяння транскордонній співпраці, науковій досконалості та формуванню політик, що підтримують наукову спільноту. Асоціація просуває принципи відкритої науки в оцінюванні наукової діяльності. До головних напрямків діяльності відносяться: адвокація відкритої науки (активно підтримує практики відкритої науки, заохочуючи своїх членів до впровадження принципів відкритого доступу, обміну дослідницькими даними та стандартів FAIR); розробка політик; наукова комунікація; міждисциплінарна співпраця; зелені та цифрові переходи.

Отже, з проаналізованого вище зрозуміло, що на оновлення методології оцінювання наукової діяльності значний вплив здійснила впроваджена концепція відкритої науки та уніфікація підходів до оцінювання наукової діяльності через об'єднання в асоціації/організації дослідницьких організацій та університетів. Що безумовно позитивно впливає до напрацювання єдиних підходів (критеріїв, індикаторів) до оцінювання наукової діяльності та окремих вчених.

Також, варто описати українські проекти, що спрямовані на впровадження відкритої науки та вдосконалення оцінювання наукових результатів.

1. *OPTIMA* («Open Practices, Transparency and Integrity for Modern Academia») Проєкт OPTIMA (https://lpnu.ua/optima) створено в Україні, він передбачає впровадження ідей та практик відкритої науки з метою покращення якості освітніх послуг, тобто «Відкриті практики, прозорість та доброчесність для сучасної вищої школи» [26].

2. *Open4UA.* Основними цілями проєкту Open4UA є: 1) сприяння національній реформі у сфері відкритої науки для модернізації системи вищої освіти та євроінтеграції шляхом підтримки змін до законодавства на основі організованого національного консенсусу; 2) впровадження існуючих передових підходів та розроблення рекомендацій і механізмів для реформування оцінювання наукової діяльності для пріоритезації відкритої науки на національному рівні під час державної атестації закладів вищої освіти та оцінювання наукових проєктів; 3) сприяння інституційній реформі у сфері відкритої науки та вдосконалення оцінювання наукової діяльності, шляхом розроблення та пілотування відповідного інструментарію. Також, статус-кво відкритої науки та реформування оцінювання наукової діяльності в Україні було відображено на основі аналізу ситуації в організаціях-партнерах проєкту Open4UA. З метою систематизації та порівняння було розроблено анкету, яка відображає існуючі практики та правила на всіх трьох рівнях – національному, інституційному та індивідуальному [1].

3. *Open Review Hub*. В Україні започатковано проєкт «Open Review Hub», що спрямований на забезпечення відкритого та прозорого рецензування наукових матеріалів різного спрямування згідно принципів Open Peer Review та Open Science. Цей проєкт реалізується за ініціативи Наукового товариства студентів, аспірантів, докторантів та молодих вчених Національного університету «Львівська політехніка» і за підтримки Ради молодих вчених при Міністерстві освіти і науки України [26].

Важливим аспектом впровадження принципів відкритої науки є реформування системи оцінювання наукових результатів в Україні. Саме відкрита наука та її інструменти здійснили глобальний вплив та змінили світові підходи до оцінювання результативності наукової діяльності, зокрема: забезпечено відкритий і безкоштовний доступ до наукових публікацій та даних; запроваджується відкрите рецензування наукових результатів; зміни у методології проведення наукових досліджень; стимулювання дослідників до постійного вдосконалення своїх навичок, і зокрема щодо відкритої науки; застосування нових методів та інструментів для аналітики та оцінювання наукових результатів та ін.

Для оцінювання наукових результатів доцільно, також, застосовувати і альтметричні показники та здійснювати це у поєднанні з експертним оцінюванням.

Наразі в різних країнах визначено різні критерії і показники для оцінювання наукових досліджень, переважно це кількість цитувань, також є інші показники статистичні чи альтметричні. Водночас, ці показники не є найкращим засобом для визначення впливовості наукових досліджень адже вони мають низку обмежень. Варто наголосити на досвіді міжнародних і вітчизняних організації, асоціацій і проєктів (cOAlition S, OpenAIRE, COST, OPTIMA, Open4UA), діяльність яких безпосередньо стосуються просування принципів відкритої науки та унормування критеріїв і показників оцінювання діяльності вчених, наукових колективів, університетів, науково-дослідних інститутів. Саме ці організації і проєкти охоплюючи різні країни і галузі знань

та сприяють розробленню єдиних критерії і показників для оцінювання результативності наукових досліджень і окремих вчених.

Вважаємо, що впровадження відкритої науки здійснило колосальний вплив на оцінювання професійної вчених: 1) прозорість та відкритість наукових результатів (забезпечує безкоштовний доступ до наукових публікацій, даних та інструментів. Прозорість та відкритий доступ до наукових публікаціях дозволяє більш ефективно оцінювати якість і значущість наукових робіт); 2) підвищення якості рецензування (відкрита наука впроваджує нові форми рецензування, що залучають ширше коло експертів. Також, це сприяє об'єктивності під час оцінювання наукових результатів); 3) вдосконалення форм і засобів оцінювання (відкриті данні дозволяють застосовувати нові методи для аналітики (бібліометричні показники, індекси цитування тощо) і оцінювання результатів наукової діяльності); 4) зміни в методології проведення наукових досліджень (відкрита наука вплинула на систему оцінювання та підвищення кваліфікації наукових і науково-педагогічних працівників, вона стимулює вчених до постійного вдосконалення своїх навичок, і зокрема щодо відкритої науки).

Отже, впровадження відкритої науки має значний позитивний вплив на оцінювання вчених. У подальших дослідженнях варто проаналізувати та розглянути критерії і показники для оцінювання наукової діяльності закладів вищої освіти й наукових установ.

Список використаних джерел

1. Dahle, S., Berezko, O. (2024). Recommendations for the Open Science and Research Assessment reforms in Ukraine (1.1.5). Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.11203590.
2. Pence H. Will Open Science Succeed in Higher Education? Journal of Educational Technology Systems 2023, Vol. 51(3) 261–270. URL: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/00472395231153957.
3. Reheilo, I. (2020). Academic staff research performance evaluation: the foreign experience. Continuing Professional Education: Theory and Practice, (4), 96–102. https://doi.org/10.28925/1609-8595.2020.4.12.
4. Semerikov, S.O., Spirin, O.M., Vakaliuk, T.A., Mintii, I.S., Ivanova, S.M. and Shymon, O.M., 2023. Assessing the effectiveness of research and academic staff's scientific

activity: definition of criteria and indicators. Educational Dimension [Online], 9, pp.215–227. Available from: https://doi.org/10.31812/ed.605.

5. UNESCO Recommendation on Open Science. 2021. URL: https://en.unesco.org/science-sustainable-future/openscience/recommendation.
6. UNESCO, 2023. Engaging societal actors in open science. URL: https://doi.org/10.54677/NIWD9521.
7. Андрашко Ю. В. Інформаційна технологія оцінювання результатів наукової діяльності на основі проєктно-векторних моделей : автореферат дис. канд. техн. наук : Київський нац. ун-т буд-ва і архітектури. К., 2018. 24 с.
8. Асєєв Г. Структура метричних досліджень у сучасному наукознавстві // Вісн. Кн. палати. – 2016. – № 1. – С. 6–9.
9. Баланчук І.С., Михальченкова О.Є. Критерії та системи індивідуального оцінювання вченого: міжнародний досвід. Наука, технології, інновації. №4(28). 2023, 93-99 с. http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-4-09.
10. Березко О. (2022). Відкрита наука – другий шанс для української наукової системи? https://zn.ua/ukr/science/vidkrita-nauka-druhij-shans-dlja-ukrajinskoji-naukovoji-sistemi.html.
11. Биков В.Ю. та ін. Відкриті цифрові системи в оцінюванні результатів науково-педагогічних досліджень / В. Ю. Биков та ін. Інформаційні технології і засоби навчання. 2020. Вип. 1 (75). С. 294-315. URL: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3589.
12. Дзьоба О. (2019). Теоретико-методичні аспекти рейтингового оцінювання науково-педагогічних працівників: ринковий підхід. Науковий вісник ІФНТУНГ. Серія: Економіка та управління в нафтовій і газовій промисловості, (№ 1(19)), 84-95. https://eung.nung.edu.ua/index.php/ecom/article/view/229/223.
13. Драч І. Політика і процедури імплементації концепції «Відкрита наука» в університетах / Теоретичні основи підвищення дослідницької спроможності університетів України в контексті імплементації концепції «Відкрита наука»: / Луговий, В., Драч, І., Петроє, О., Зінченко, В., Мєлков, Ю., Жиляєв, І., Регейло, І., Базелюк, Н. & Камишин, В. (2021). С. 18-32.
14. Драч І., Литвинова С., Слободянюк О. Аналіз досвіду реалізації інституційних політик щодо Відкритої науки в європейських університетах. Інформаційні технології і засоби навчання. 2022. Том 90, № 4. С. 173-190. URL: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/issue/view/119.
15. Дубровіна Л. А., Лобузіна К. В. Створення національної системи наукометричної інформації та Українського національного індексу цитування: перспективи консолідації ресурсів. Бібліотечний вісник. 2019. № 6. С. 3–9
16. Єгоров І. Ю. Система комплексних індикаторів оцінки науково-технічної та інноваційної діяльності в контексті процесів євроінтеграції. Наука та інновації. 2016. № 12 (4). С. 21–23.
17. Засанська С.В. Європейський досвід експертизи наукових проєктів і прийняття рішень щодо їх фінансування. http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-3-05.

18. Інформаційно-цифрові технології у педагогічних дослідженнях: методичний посібник / за наук. ред. проф. О. М. Спіріна. Київ: ІЦО НАПН України. 2023. 190 с.
19. Карпенко А. В., Будицька Ю. О. Теоретико-методичні основи оцінювання результативності наукової діяльності в Україні. Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки: зб. наук. пр. Кропивницький: ЦНТУ, 2017. Вип. 31. 300 с. URL: http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/6883/1/6.pdf.
20. Копанєва Є. О. Національні індекси наукового цитування. Бібл. вісн. 2012. № 4. С. 29–35.
21. Кремень В. Г., Луговий В. І., Регейло І. Ю., Базелюк Н. В., Базелюк О. В. Відкритість, цифровізація й оцінювання в науці: загальне і особливе для соціогуманітарного знання. Інформаційні технології і засоби навчання, 2020, Том 80, N6. 2020. С. 243-266.
22. Луговий В., Слюсаренко О., Таланова Ж. Дві стратегії розвитку вищої освіти: якої бракує Україні? Міжнародний науковий журнал «Університети і лідерство». 2021. № 2 (12). С. 35–52. DOI: https://doi.org/10.31874/2520-6702-2021-12-2-35-52.
23. Луговий, В., Драч, І., Петроє, О., Зінченко, В., Мєлков, Ю., Жиляєв, І., Регейло, І., Базелюк, Н. & Камишин, В. (2021) Теоретичні основи підвищення дослідницької спроможності університетів України в контексті імплементації концепції «Відкрита наука»: препринт (аналітичні матеріали). Дослідження за темою. Інститут вищої освіти НАПН України, м. Київ, Україна. https://lib.iitta.gov.ua/731330.
24. Медведєва А. С. Бібліометричні дослідження в бібліотеках як інструментарій моніторингу наукової діяльності: дис … кандидата наук із соціальних комунікацій; 27.00.03 «Книгознавство, бібліотекознавство, бібліографознавство». – Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського, Київ, 2020. 204 с. http://www.nbuv.gov.ua/sites/default/files/disser/dis_29.pdf.
25. Методи оцінювання результатів наукової діяльності // Наукова періодика України та бібліометричні дослідження : монографія / Л. Й. Костенко, О. І. Жабін, Є. О. Копанєва, Т. В. Симоненко ; НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського. – К., 2014. – С. 70–78.
26. Методологія використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти: монографія / За ред. М. П. Шишкіної. Київ : ІЦО НАПН України, 2023. 197 с.
27. Назаровець С. Експериментальні засоби аналізу та оцінки наукової продуктивності. Наукові праці НБУВ. 2013. Вип. 35. С. 76–88.
28. Одотюк І.В. Оцінка результатів наукової діяльності в Україні: нормативно-правовий аспект. Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку. 2011. № 3. С. 38–42.
29. Павлюк К.В., Камінська О.С. Зарубіжний досвід оцінки якості наукової діяльності. Наукові праці НДФІ 2019. № 3 (88). doi: https://doi.org/10.33763/npndfi2019.03.025.
30. Регейло І.Ю., Базелюк, Н.В. (2022) Оцінювання дослідницької діяльності в умовах Відкритої науки // Актуальні проблеми та перспективи розвитку фундаментальних, прикладних, загальнотехнічних та безпекових наук: Матеріали Всеукраїнської

науково-практичної конференції, Київ, 29 червня 2022 р. НПУ імені М.П. Драгоманова, м. Київ, Україна, стор. 55-57.

31. Смірнова В.А. Проєктування інформаційно-аналітичної системи моніторингу дослідницької діяльності науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти: дис. … доктора філософії; 01 Освіта/Педагогіка. – Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, 2024. 296 с.
32. Теоретичні та методичні основи модернізації механізмів підвищення дослідницької спроможності університетів України у контексті імплементації концепції «Відкрита наука» та повоєнного відновлення України як сильної європейської країни: монографія / за ред. В. Лугового, І. Драч, О. Петроє. Київ : Інститут вищої освіти НАПН України, 2023. 173 с.
33. Штовба С. Д., Штовба О. В. Аналіз наукометричних індикаторів для оцінювання здобутків вченого. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2016. № 1. С. 115-123. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi_2016_1_20.

Розділ XV. Аналіз тенденцій досліджень з освітніх технологій, опублікованих у Educational Technology Quarterly (2021-2023)

Семеріков С.О., Вакалюк Т.А., Нечипуренко П.П.,
Мінтій І.С., Бондаренко О.В.

Освітні технології охоплюють широкий спектр тем, пов'язаних з використанням технологічних інструментів та інновацій для полегшення та покращення викладання та навчання. У міру появи нових технологій і розвитку педагогічних парадигм фокусні точки та пріоритети цієї сфери постійно зміщуються. Відстеження та аналіз цих тенденцій мають вирішальне значення для розуміння стану галузі та напрямку майбутніх дослідницьких зусиль.

Науковий журнал *Educational Technology Quarterly* (ETQ) пропонує окремий погляд на сучасні розробки та дискусії в рамках досліджень освітніх технологій [1]. Журнал видається *Академією когнітивних і природничих наук* (ACNS) [2]. Створений за ініціативою Ольги Павлівни Пінчук як виключно англомовний журнал, що не обмежується тематикою ІКТ в освіті та EdTech у його вузькому розумінні, він зарекомендував себе як платформа для розповсюдження високоякісних досліджень. Його широка сфера охоплює різноманітні технологічні контексти та рівні освіти, від дошкільної до вищої освіти та навчання впродовж життя. Таким чином, масив літератури, опублікованої в ETQ, являє собою багатий набір даних для дослідження еволюції пріоритетів і тем у цій динамічній галузі.

Ця робота представляє бібліометричний аналіз статей ETQ, опублікованих протягом останніх трьох років (2021-2023). Вивчення закономірностей і змін тем, які охоплюються протягом цього вікна, має на меті з'ясувати поточний ландшафт і траєкторії досліджень освітніх технологій. ETQ був обраний як основний журнал з кількох ключових причин:

1. Його довговічність забезпечує достатньо великий набір даних для

лонгітюдного аналізу протягом декількох років.

2. Як усталений рецензований журнал, контент ETQ представляє найсучасніші результати досліджень у цій галузі.

3. Водночас контент ETQ не індексується провідними наукометричними базами даних, такими як Scopus та Web of Science.

Таким чином, ETQ є ідеальним прикладом для систематичного відображення тенденцій і розробок у галузі досліджень освітніх технологій за допомогою бібліометричних методів. Отримані результати проллють світло на переважаючі теми досліджень сьогодні і на те, як пріоритети змінюються з часом.

Методика дослідження. Набір даних для цього бібліометричного дослідження містив 72 дослідницькі статті, опубліковані в Educational Technology Quarterly (ETQ) з 2021 по 2023 рік [3-74]. Метадані статей, включаючи назви, анотації, ключові слова та дати публікації, були отримані з використанням вебсайту журналу у форматі BibTex.

Повні тексти анотацій для кожної статті були видобуті з файлів BibTeX. Тексти анотацій були попередньо оброблені шляхом перетворення всього тексту в нижній регістр, видалення стоп-слів і пунктуації, лематизації та стемінгу. Це дало корпус очищеного тексту анотацій, готового для бібліометричного аналізу.

Для проведення бібліометричного аналізу реферативного корпусу було використано програмний засіб VOSViewer. Зокрема, VOSViewer використовувався для вилучення авторських ключових слів, а також створення та візуалізації карт співпоявів ключових слів у тексті. Анотації були введені до VOSViewer для ідентифікації частих термінів і фільтрації термінів, які зустрічалися рідше десяти разів. У результаті було виділено 2134 терміни, з яких 29 відповідали мінімальному порогу в 10 входжень.

Для аналізу цього набору найчастіше вживаних ключових слів застосовувалися різні бібліометричні методи:

- аналіз ключових слів для визначення частоти тем;

- часовий аналіз дат публікації та тем;

- мережевий аналіз взаємозв'язків між ключовими словами;

- географічний аналіз місцезнаходження авторів.

Ці методи дозволили отримати кількісні показники та візуальні відображення для з’ясування визначальних тем і тенденцій у наборі даних.

1. Аналіз ключових слів

Мережева карта, згенерована в VOSViewer, візуалізувала взаємозв’язки і кластери між найчастіше вживаними ключовими словами в наборі даних ETQ. Як показано на рис. 1, з’явилося п’ять окремих кластерів.

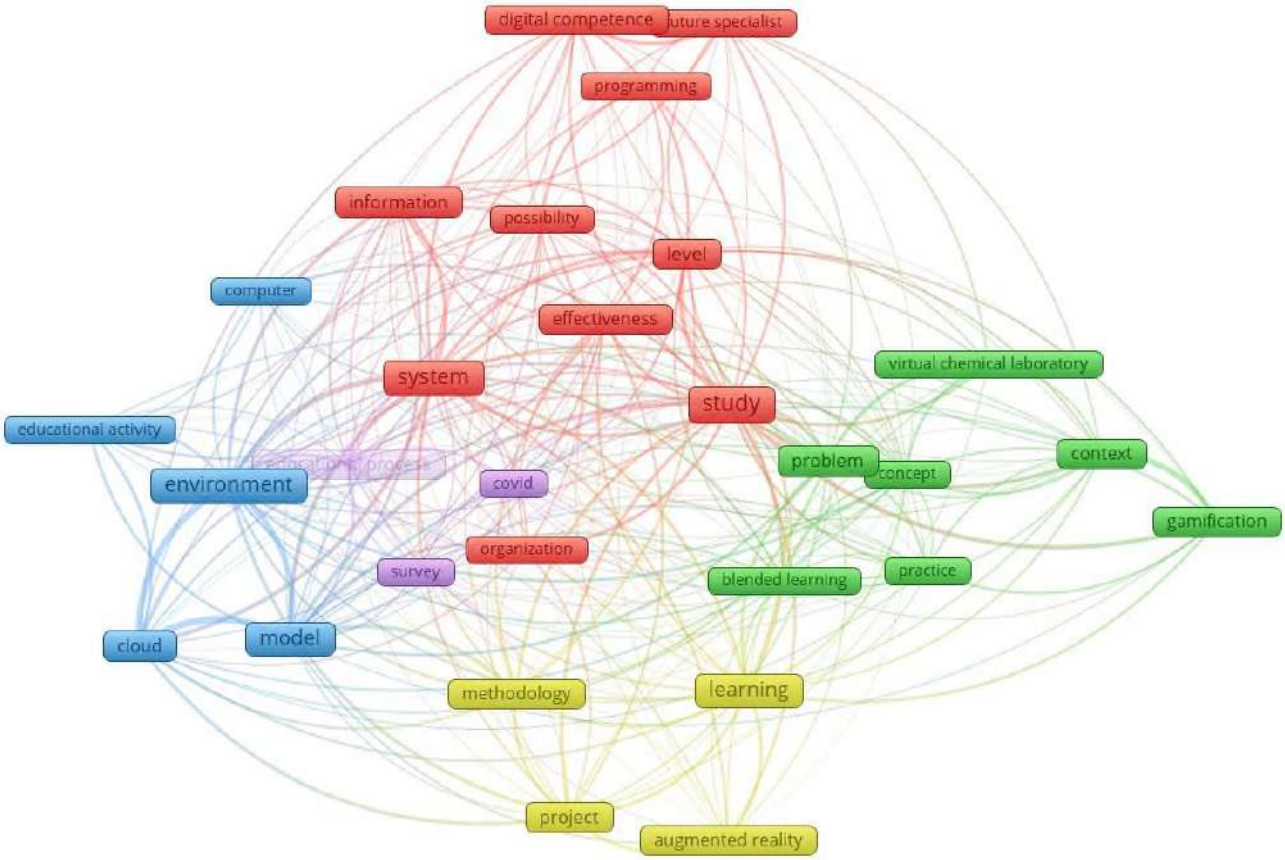


Рис. 1. Мережа ключових слів.

Кластер 1 зосереджується на таких ключових словах, як «цифрова компетентність», «інформація» та «система», що вказує на фокус на розвиток цифрових навичок та використання технологічних систем.

Кластер 2 містить такі ключові слова, як «комбіноване навчання», «концепція» і «практика», що відображають дослідження педагогічних моделей і освітніх практик.

Кластер 3 включає такі ключові слова, як «хмара», «середовище» та «модель», що стосуються технологічної інфраструктури та фреймворків.

Кластер 4 містить такі ключові слова, як «методологія», «проект» та «дослідження», що потенційно вказують на методи та процеси дослідження.

Нарешті, кластер 5 містить такі ключові слова, як «ковід», «освітній процес» та «опитування», що вказують на дослідження, проведені у відповідь на пандемію COVID-19.

Примітно, що ключові слова «навчання», «рівень», «проблема» і «ефективність» займають центральні позиції, охоплюючи кілька кластерів. Це свідчить про те, що вони представляють міждисциплінарні теми, які пов’язують ці дослідницькі сфери.

Розсіяні периферійні ключові слова «майбутній фахівець», «програмування» та «віртуальна хімічна лабораторія» вказують на більш нішеві напрямки дослідження.

2. Часовий аналіз

Відображення ключових слів за датами їх публікації виявляє кілька цікавих часових закономірностей і змін у напрямках досліджень з часом (рис. 2).

Терміни, пов’язані з пандемією COVID-19, включаючи «covid», «опитування» та «освітній процес», з’явились в 2021 році та залишалися частими протягом усього набору даних, відображаючи сплеск досліджень, зумовлених пандемією.

«Хмара» набула популярності у 2021 році, вказуючи на зростаючу увагу до хмарних технологій і дистанційного навчання під час початку пандемії. Цей термін продовжував тенденцію до зростання, сигналізуючи про стійкий фокус у цій сфері.

На відміну від вказаних, такі ключові слова, як «гейміфікація» та «віртуальна хімічна лабораторія»", набули популярності лише в 2022 і 2023 рр. відповідно, що вказує на те, що це були нові зростаючі теми дослідження.

Такі терміни, як «модель», «практика» та «організація», досягли піку в 2021 році, а потім знизилися впродовж 2022-2023 рр. Це свідчить про те, що певні дослідницькі пріоритети були більш приурочені до ранніх стадій пандемії.

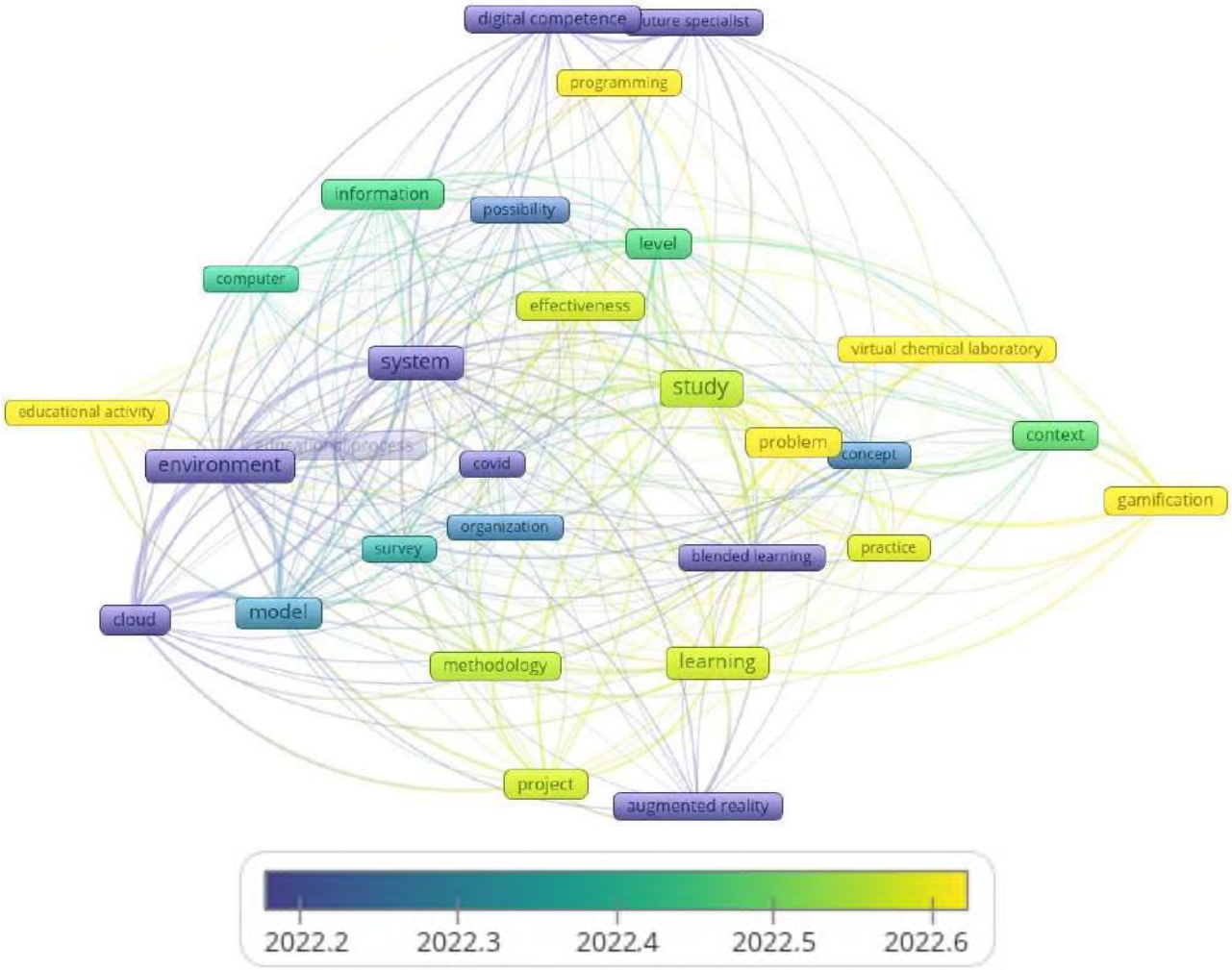


Рис. 2. Часова візуалізація

У 2023 році такі ключові слова, як «методологія», «проблема» та «програмування», за частотою випередили деякі попередні теми, вказуючи на повернення до більш фундаментальних досліджень освітніх технологій у міру відступу гострого періоду пандемії.

Примітно, що «цифрова компетентність» вперше суттєво зросла в 2022 р., і її висхідна траєкторія тривала до 2023 р., вказуючи на швидко зростаючий стійкий інтерес до розвитку цифрових умінь і грамотності.

Часове відображення дає розуміння того, як дослідницькі пріоритети змінювалися у відповідь на нові проблеми, такі як пандемія, на відміну від більш стійких, постійно зростаючих тем, таких як розвиток цифрової компетентності. Переважання недавніх середніх років публікації (з 2022 р.) для більшості ключових слів свідчить про актуальність цих дослідницьких напрямків протягом останніх двох років.

3. Мережевий аналіз

Мережа співпоявів (рис. 1) виявляє кілька помітних закономірностей у зв'язках між ключовими словами, які дають додаткове розуміння взаємозв'язків між дослідницькими темами:

- існує сильний зв'язок між ключовими словами «навчання» та «рівень», що вказує на тісний взаємозв'язок між дослідженнями, які вивчають процеси та результати навчання;

- так само «хмара» та «середовище» тісно пов'язані, підкреслюючи спільну увагу до хмарних технологій та онлайн-середовищ;

- «модель» утворює зв'язки в кількох кластерах, що свідчить про те, що це міждисциплінарна тема, що охоплює концептуальні рамки, технології та методи дослідження;

- периферійні ключові слова, такі як «майбутній спеціаліст» і «віртуальна хімічна лабораторія», мають менше зв'язків, що вказує на їхню більш вузько специфічну доменну природу;

- «цифрова компетентність» з'єднує кластери, пов'язані з технологіями та концептуальними моделями, показуючи, що вона пов'язує ці домени;

- «проблема» також пов'язує кластери, вказуючи на те, що дослідження, спрямовані на вирішення проблем, об'єднують теми від підходів до навчання до хмарних інструментів;

- певні зв’язки, такі як «змішане навчання» – «практика», є слабшими, незважаючи на те, що вони знаходяться в одному кластері, розкриваючи нюанси в асоціаціях між пов'язаними ключовими словами.

Мережевий аналіз виявляє тісно пов’язані тематичні спільноти та ключові слова, що слугують мостами між кластерами. Він висвітлює наскрізні ідеї, які можуть пов’язувати розрізнені сфери досліджень у галузі освітніх технологій. Аналіз цих зв’язків проливає світло на склад і взаємозв'язки дослідницьких тем, об’єднаних у кластери на основі їхньої частоти.

Найпоширеніші теми, висвітлені в статтях журналу, показані на рис. 3 (за даними Scilit).

Subject	Publications
Social Justice & Reform	46
Education & Pedagogy	39
Remote Learning & Research	34
Risk Management & Assessment	32
Human-Machine Interaction	15
Sociology	13
Communication Studies	9
Psychiatry & Psychology	4
Linguistics & Language Studies	3
Operations Management	3

Рисунок 3: Найпоширеніші теми, висвітлені в статтях ETQ у 2021-2023 роках (https://www.scilit.net/sources/123485)

4. Географічний аналіз

Аналіз афілійованості авторів дає цінну інформацію про географічний розподіл досліджень, опублікованих в ETQ у 2021-2023 роках (рис. 4).

Country	Publications
Ukraine	62
Poland	5
United States	4
Israel	3
Tanzania	2
Japan	1
Nigeria	1
Turkey	1
United Kingdom	1

Рис. 4. Розподіл публікацій за країнами.

Приналежність авторів охоплювала 9 країн на чолі з Україною (78%). У 2023 році частка статей з України знизилася до 63%, а частка внесків з країн Близького Сходу та Африки зросла з 0% у 2021 році до 15% у 2023 році. Це вказує на зростаючу глобальну диверсифікацію, хоча Україна все ще у середньому домінує. (Попри те, що 2024 рік виходив за часові межі дослідження, саме 2024 року ситуація докорінно змінилась: 6 статей із Танзанії, 4 - з України, по 3 з Нігерії та Південно-Африканської Республіки, по 2 - з Китаю та Сполучених Штатів Америки, по одній з Бангладешу, Есватіні, Пакістану та Саудівської Аравії).

Польща є лідером за кількістю публікацій серед європейських країн, що відображає ширшу співпрацю польських та українських університетів у дослідженні освітніх технологій.

Проведений бібліометричний аналіз дослідницьких статей, опублікованих у Educational Technology Quarterly з 2021 по 2023 рік, надає кількісні докази щодо останніх тенденцій і еволюційного ландшафту

дослідження освітніх технологій:

1. Аналіз ключових слів виявив такі важливі теми, як комбіноване навчання, хмарні обчислення, вплив COVID-19, розвиток цифрової компетентності та навчальні середовища. Мережевий аналіз виявив зв'язки між наскрізними ідеями, такими як розв'язання проблем, процес навчання, концептуальні моделі та хмарні інструменти, що виходять за межі кластерів.

2. Часовий аналіз висвітлив стійкі траєкторії, як-от постійне зростання цифрової компетентності, на відміну від швидкоплинних піків пріоритетів, зумовлених пандемією. Географічні патерни підкреслили зміщення традиційних дослідницьких держав на тлі зростаючої глобальної участі у бік країн Глобального Півдня.

Разом ці результати показують, що дослідницька сфера адаптується до поточних потрясінь, таких як COVID-19, розширюючи сферу своєї діяльності та приділяючи більше уваги довгостроковим пріоритетам, таким як розвиток цифрової компетентності. Вони демонструють широке охоплення ETQ, який знаходиться на передньому краї цих подій.

Зауважимо, що це дослідження являє собою лише попередній бібліометричний аналіз свіжих публікацій у ETQ. Подальша робота може передбачати проведення більш складного статистичного аналізу тематичних кореляцій і розподілів. Крім того, пов'язання спостережуваних закономірностей з більш широкими технологічними та освітніми контекстами може додати більшу пояснювальність та доказовість, а порівняльний аналіз з іншими журналами про освітні технології може дати додаткову інформацію про охоплення та внесок ETQ у більш широкому контексті.

Ця робота пропонує заснований на даних погляд на основні напрямки і тенденції, що формують сучасні дослідження освітніх технологій, як показують нещодавні публікації ETQ. Отримані результати створюють основу для більш просунутих і контекстуалізованих бібліометричних досліджень, які можуть розкрити рушійні сили та наслідки виробництва знань у цій динамічній сфері.

Список використаних джерел

1. Semerikov S. Educational Technology Quarterly: in the beginning. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 1-50. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.13
2. Academy of Cognitive and Natural Sciences. 2024. URL: https://acnsci.org/
3. Trubavina I., Vorozhbit-Gorbatyuk V., Shtefan M., Kalina K., Dzhus O. From the experience of organizing artistic and productive activities of older preschool children by means of distance education in the conditions of quarantine measures for the spread of COVID-19. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 51-72. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.56
4. Vakaliuk T., Spirin O., Kontsedailo V. Criteria for selecting open web-oriented technologies for teaching the basics of programming to future software engineers. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 73-86. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.16
5. Budianskii D., Drushlyak M., Semenikhina O. Analysis of e-resources for the specialist's rhetorical culture development. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 87-102. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.15
6. Khyzhniak I., Vlasenko K., Viktorenko I., Velychko V. Training of future primary school teacher for use digital educational resources in their professional activities. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 103-117. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.23
7. Hrynevych L., Morze N., Vember V., Boiko M. Use of digital tools as a component of STEM education ecosystem. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 118-139. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.24
8. Kiv A., Semerikov S., Soloviev V. XII International Conference on Mathematics, Science and Technology Education: conference report. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 140-256. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.54
9. Vakaliuk T. Structural model of a cloud-based learning environment for bachelors in software engineering. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 257-273. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.17
10. Volkova N., Tarnopolsky O., Lebid O., Vlasenko K. Students' computer-based workshops in mandatory classes of English for students majoring in psychology and linguistics: A comparative experimental study. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 274-292. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.55
11. Sych T., Khrykov Y., Ptakhina O. Digital transformation as the main condition for the development of modern higher education. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 293-309. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.27
12. Shekhavtsova S., Koknova T., Shekhavtsov M. Using web technologies in the process of development of students' critical thinking. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 310-330. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.28
13. Lovianova I., Krasnoschok A., Kaluhin R., Kozhukhar O., Dmytriyev D. Methodical preparation as a means of developing prospective mathematics teachers' ICT competency. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 331-346. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.14
14. Martyniuk O. O., Martyniuk O. S., Pankevych S., Muzyka I. Educational direction of STEM in the system of realization of blended teaching of physics. Educational

Technology Quarterly. 2021. P. 347-359. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.39
15. Semerikov S., Kiianovska N., Rashevska N. The early history of computer-assisted mathematics instruction for engineering students in the United States: 1965-1989. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 360-374. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.18
16. Vakaliuk T., Spirin O., Kontsedailo V. Formation of digital competence of CS bachelors in the use of cloud-based learning environments. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 388-401. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.26
17. Kuzminska O. Selecting tools to enhance scholarly communication through the life cycle of scientific research. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 402-414. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.19
18. Bilousova L., Gryzun L., Zhytienova N. Interactive methods in blended learning of the fundamentals of UI/UX design by pre-service specialists. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 415-428. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.34
19. Semerikov S., Osadchyi V., Kuzminska O. 1st Symposium on Advances in Educational Technology: Outlook. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 429-604. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.53
20. Oleksiuk V., Oleksiuk O. The practice of developing the academic cloud using the Proxmox VE platform. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 605-616. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.36
21. Nechypurenko P., Semerikov S., Selivanova T., Shenayeva T. Selection of ICT tools for the development of high school students' research competencies in specialized chemistry training. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 617-661. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.22
22. Velychko V., Fedorenko E., Kaidan N., Kaidan V. Application of cloud computing in the process of professional training of physics teachers. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 662-672. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.38
23. Panchenko L. Digital storytelling in adult education: barriers and ways to overcome them. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 673-688. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.41
24. Burov O. Design features of the synthetic learning environment. Educational Technology Quarterly. 2021. P. 689-700. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.43
25. Kukharenko V., Shunevych B., Kravtsov H. Distance course examination. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 1-19. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.4
26. Seidametova Z., Abduramanov Z., Seydametov G. Hackathons in computer science education: monitoring and evaluation of programming projects. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 20-34. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.5
27. Bondarchuk O., Balakhtar V., Gorova O., Lytvynenko N., Pinchuk N., Shmanko O., Kiv A., Oleksiuk V. Features of responsibility of future specialists of the socionomic professions as an indicator of their digital competence. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 35-55. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.12
28. Zhorova I., Kokhanovska O., Khudenko O., Osypova N., Kuzminska O. Teachers' training for the use of digital tools of the formative assessment in the implementation of

the concept of the New Ukrainian School. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 56-72. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.11
29. Kuchyn Y., Naumenko O., Vlasenko O., Lytvynova S., Burov O., Kucherenko I., Mykytenko P. The experience of designing a single information and educational environment of the university "NMU Digital". Educational Technology Quarterly. 2022. P. 73-87. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.10
30. Kuts M., Lavrentieva O. Ergonomic aspects of computer-oriented pedagogical technologies implementation in teaching foreign languages to students of higher education institutions. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 88-104. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.9
31. Gayevska O., Kravtsov H. Approaches on the augmented reality application in Japanese language learning for future language teachers. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 105-114. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.7
32. Kalashnikova L., Hrabovets I., Chernous L., Chorna V., Kiv A. Gamification as a trend in organizing professional education of sociologists in the context of distance learning: analysis of practices. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 115-128. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.2
33. Pinchuk N., Pinchuk O., Bondarchuk O., Balakhtar V., Balakhtar K., Onopriienko-Kapustina N., Shyshkina M., Kuzminska O. Personal indicators of occupational stress of employees working remotely in a pandemic quarantine. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 129-142. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.8
34. Vakaliuk T., Pilkevych I., Fedorchuk D., Osadchyi V., Tokar A., Naumchak O. Methodology of monitoring negative psychological influences in online media. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 143-151. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.1
35. Morze N., Buinytska O., Varchenko-Trotsenko L., Vasylenko S., Nastas D., Tiutiunnyk A., Lytvynova S. System for digital professional development of university teachers. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 152-168. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.6
36. Shapovalov Y., Shapovalov V., Shapovalov B., Antonenko P. Synchronization competencies provided by traditional educational system with real-life required competencies in conditions of digital sociality. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 169-181. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.3
37. Semerikov S. O. Retraction of published article due to the author's proposal, Vol. 2021, Iss. 3, pp. 375-387. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 182. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.52
38. Kovtoniuk M., Kosovets O., Soia O., Tyutyun L. Virtual learning environments: major trends in the use of modern digital technologies in higher education institutions. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 183-202. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.35
39. Tarasenko R., Amelina S., Semerikov S., Shen L. Creating a cloud-based translator training environment using Memsource. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 203-215. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.33
40. Shapovalov Y., Shapovalov V., Tarasenko R., Bilyk Z., Shapovalova I., Paschke A., Andruszkiewicz F. Practical application of systemizing expedition research results in the

form of taxonomy. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 216-231. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.40

41. Vakaliuk T., Spirin O., Korotun O., Antoniuk D., Medvedieva M., Novitska I. The current level of competence of schoolteachers on how to use cloud technologies in the educational process during COVID-19. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 232-250. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.32
42. Miller A. L. Adapting to teaching restrictions during the COVID-19 pandemic in Japanese universities. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 251-262. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.21
43. Amelina S. M., Tarasenko R. O., Semerikov S. O., Shen L. Using mobile applications with augmented reality elements in the self-study process of prospective translators. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 263-275. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.51
44. Klochko O. V., Fedorets V. M. Using immersive reality technologies to increase a physical education teacher's health-preserving competency. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 276-306. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.431
45. Oleksiuk V. P., Oleksiuk O. R. Examining the potential of augmented reality in the study of Computer Science at school. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 307-327. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.432
46. Bilyk Z. I., Shapovalov Y. B., Shapovalov V. B., Megalinska A. P., Zhadan S. O., Andruszkiewicz F., Dołhańczuk-Śródka A., Antonenko P. D. Comparison of Google Lens recognition performance with other plant recognition systems. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 328-346. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.433
47. Kanivets O. V., Kanivets I. M., Gorda T. M. Development of an augmented reality mobile physics application to study electric circuits. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 347-365. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.429
48. Prokhorov O. V., Lisovichenko V. O., Mazorchuk M. S., Kuzminska O. H. Implementation of digital technology for student involvement based on a 3D quest game for career guidance and assessing students' digital competences. Educational Technology Quarterly. 2022. P. 366-387. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.430
49. Kovalchuk V. I., Maslich S. V., Movchan L. H. Digitalization of vocational education under crisis conditions. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 1-17. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.49
50. Iyer S. S., Gernal L., Subramanian R., Mehrotra A. Impact of digital disruption influencing business continuity in UAE higher education. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 18-57. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.29
51. Burov O. Y., Pinchuk O. P. A meta-analysis of the most influential factors of the virtual reality in education for the health and efficiency of students' activity. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 58-68. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.435
52. Nechypurenko P. P., Semerikov S. O., Pokhliestova O. Y. Cloud technologies of augmented reality as a means of supporting educational and research activities in chemistry for 11th grade students. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 69-91. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.44

53. Marchuk G. V., Levkivskyi V. V., Graf M. S., Dombrovska Y. A., Panarina I. V. Mobile application for advertising faculty educational services. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 92-105. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.30
54. Vakaliuk T. A., Chyzhmotria O. V., Chyzhmotria O. H., Didkivska S. O., Kontsedailo V. V. The use of massive open online courses in teaching the fundamentals of programming to software engineers. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 106-120. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.37
55. Kalinga T., Ndibalema P. Teachers' technological competencies in enhancing teaching and learning in secondary schools in Tanzania. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 121-140. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.434
56. Pinchuk O. P., Luparenko L. A. Web-oriented encyclopedic edition as a tool for dissemination of verified knowledge in the field of education. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 141-156. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.582
57. Panchenko L. F., Velychko V. Y. Unveiling the potential of structural equation modelling in educational research: a comparative analysis of Ukrainian teachers' self-efficacy. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 157-172. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.601
58. Vlasenko K. V., Volkov S. V., Lovianova I. V., Sitak I. V., Chumak O. O., Bohdanova N. H. Exploring usability principles for educational online courses: a case study on an open platform for online education. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 173-187. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.602
59. Nechypurenko P. P., Chernova M. P., Evangelist O. O., Selivanova T. V. Enhancing student research activities through virtual chemical laboratories: a case study on the topic of Solutions. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 188-209. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.603
60. Shapovalov Y. B., Bilyk Z. I., Usenko S. A., Shapovalov V. B., Postova K. H., Zhadan S. O., Antonenko P. D. Harnessing personal smart tools for enhanced STEM education: exploring IoT integration. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 210-232. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.604
61. Glazunova O. G., Korolchuk V. I., Parhomenko O. V., Voloshyna T. V., Morze N. V., Smyrnova-Trybulska E. M. A methodology for flipped learning in a cloud-oriented environment: enhancing future IT specialists' training. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 233-255. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.629
62. Bilousova L. I., Kolgatin O. H., Kolgatina L. S. Computer-oriented management of students' educational activity in informatics practicum. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 256-276. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.628
63. Striuk M. I., Striuk A. M., Semerikov S. O. Mobility in the information society: a holistic model. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 277-301. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.619
64. Akpan U. Approaches to mass communication educational researches in universities and polytechnics of Nigeria. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 302-318. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.580
65. Fadieieva L. O. Adaptive learning: a cluster-based literature review (2011-2022).

Educational Technology Quarterly. 2023. P. 319-366. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.613
66. Polat E. Gamification implementation for educational purposes: a scoping review (2013-2018). Educational Technology Quarterly. 2023. P. 367-400. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.589
67. Semerikov S. O., Vakaliuk T. A., Mintii I. S., Didkivska S. O. Challenges facing distance learning during martial law: results of a survey of Ukrainian students. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 401-421. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.637
68. Carambas J. R., Espique F. P. Lived experiences of teachers and students in distance education: shift from traditional to online learning. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 422-435. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.606
69. Sitak I. V., Vlasenko K. V., Kondratyeva O. M., Lovianova I. V., Chumak O. O. Methodological approach for developing online courses: a case study. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 436-457. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.624
70. Yadav M. Mining student coding behaviors in a programming MOOC: there are no actionable learner stereotypes. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 458-480. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.611
71. Derkach T. M., Bilianska M. M., Yaroshenko O. G. Project-based learning as an approach to enhance ecological component in professional education. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 481-497. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.638
72. Hamad A. J., Ndibalema P. M., Matalu K. Y. Enhancing descriptive writing of secondary school students through digital lesson contents in Zanzibar. Educational Technology Quarterly. 2023. P. 498-512. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.635
73. Duzhyi R. V., Derkach T. M. Learning styles of the Armed Forces of Ukraine personnel undergoing English language courses. Educational Technology Quarterly. 2024. P. 97-119. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.659
74. Riabko A. V., Vakaliuk T. A. Physics on autopilot: exploring the use of an AI assistant for independent problem-solving practice. Educational Technology Quarterly. 2024. P. 56-75. DOI: https://doi.org/10.55056/etq.671

Авторський колектив

Бондаренко Ольга Володимирівна – завідувач навчально-методичного відділу, доцент кафедри географії та методики її навчання Криворізького державного педагогічного університету, кандидат педагогічних наук, доцент.

Буров Олександр Юрійович – провідний науковий співробітник відділу технологій відкритого навчального середовища Інституту цифровізації освіти НАПН України, доктор технічних наук, старший дослідник.

Вакалюк Тетяна Анатоліївна – завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення Державного університету "Житомирська політехніка", провідний науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем Інституту цифровізації освіти НАПН України, доктор педагогічних наук, професор.

Іванова Світлана Миколаївна – завідувач відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем, Інституту цифровізації освіти НАПН України, кандидат педагогічних наук, старший дослідник.

Карнішина Діана Андріївна – учитель хімії Криворізької гімназії №15 імені М. Решетняка Криворізької міської ради.

Кондратова Людмила Григорівна – завідувач відділу цифрової трансформації НАПН України Інституту цифровізації освіти НАПН України, кандидат педагогічних наук, доцент.

Литвинова Світлана Григорівна – заступник директора з наукової роботи Інституту цифровізації освіти НАПН України, доктор педагогічних наук, професор.

Лупаренко Лілія Анатоліївна – провідний науковий співробітник відділу цифрової трансформації НАПН України Інституту цифровізації освіти НАПН України, кандидат педагогічних наук, старший дослідник.

Мар'єнко Майя Володимирівна – провідний науковий співробітник відділу хмаро орієнтованих систем і штучного інтелекту в освіті Інституту цифровізації освіти НАПН України, доктор педагогічних наук, старший дослідник.

Мінтій Ірина Сергіївна – провідний науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем Інституту цифровізації освіти НАПН України, кандидат педагогічних наук, доцент, старший дослідник.

Нечипуренко Павло Павлович – декан природничого факультету, доцент кафедри хімії і безпеки життєдіяльності Криворізького державного педагогічного університету, кандидат педагогічних наук, доцент.

Новицька Тетяна Леонідівна – науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем, Інституту цифровізації освіти НАПН України

Овчарук Оксана Василівна – завідувач відділу компаративістики інформаційно-освітніх інновацій Інституту цифровізації освіти НАПН України, доктор педагогічних наук, професор.

Олексюк Василь Петрович – професор кафедри інформатики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, провідний науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем Інституту цифровізації освіти НАПН України, доктор педагогічних наук, професор, старший дослідник.

Пінчук Ольга Павлівна – заступник директора з науково-експериментальної роботи Інституту цифровізації освіти НАПН України, кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник.

Придача Тетяна Василівна – вчитель математики Криворізького ліцею №24 Криворізької міської ради Дніпропетровської області, кандидат педагогічних наук.

Селіванова Тетяна Валеріївна – доцент кафедри хімії і безпеки життєдіяльності Криворізького державного педагогічного університету, кандидат педагогічних наук, доцент.

Семеріков Сергій Олексійович – професор кафедри інформатики та прикладної математики Криворізького державного педагогічного університету, провідний науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем Інституту цифровізації освіти НАПН України, доктор педагогічних наук, професор, старший дослідник.

Сороко Наталія Володимирівна – провідний науковий співробітник відділу компаративістики інформаційно-освітніх інновацій Інституту цифровізації освіти НАПН України, кандидат педагогічних наук.

Спірін Олег Михайлович – директор Інституту цифровізації освіти НАПН України, доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України.

Старова Тетяна Валеріївна – завідувач кафедри хімії і безпеки життєдіяльності Криворізького державного педагогічного університету, кандидат педагогічних наук, доцент.

Фадєєва Лілія Олександрівна – асистент кафедри фізики та методики її навчання Криворізького державного педагогічного університету, доктор філософії.

Франчук Наталія Петрівна – старший науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем Інституту цифровізації освіти НАПН України, кандидат педагогічних наук, старший дослідник.

Шишкіна Марія Павлівна – завідувач відділу хмаро орієнтованих систем і штучного інтелекту в освіті Інституту цифровізації освіти НАПН України, доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник

Яцишин Анна Володимирівна – завідувач сектору моніторингу наукової діяльності, Державна наукова установа «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації», провідний науковий співробітник відділу хмаро орієнтованих систем і штучного інтелекту в освіті Інституту цифровізації освіти НАПН України, доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ВІДКРИТИХ НАУКОВО-ОСВІТНІХ СЕРЕДОВИЩ

монографія

Редактори:
Спірін О.,
Пінчук О.

Автори:

Бондаренко О., Буров О., Вакалюк Т., Іванова С.,
Карнішина Д., Кондратова Л., Литвинова С.
Лупаренко Л., Мар'єнко М., Мінтій І., Нечипуренко П.,
Новицька Т., Овчарук О., Олексюк В. Пінчук О.,
Придача Т., Селіванова Т., Семеріков С., Сороко Н.,
Спірін О., Старова Т., Фадєєва Л., Франчук Н.,
Шишкіна М., Яцишин А.

Комп'ютерна верстка: Пінчук О.

Формат: PDF. Об'єм даних 10,4 Мб

Інститут цифровізації освіти
Національної академії педагогічних наук України
м. Київ, вул. Максима Берлінського, 9
Свідоцтво про державну реєстрацію:
ДК №7609 від 23.02.2022 р.
Електронна пошта (E-mail) : iitlt@iitlt.gov.ua

This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-Share Alike 4.0 International License.