

DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-55-66>

УДК 37.091.3:004.946

Гнедіна Катерина Володимирівнакандидат економічних наук, доцент,
Національний університет «Чернігівська політехніка»
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9471-0932>**Kateryna Hnedina**

Chernihiv Polytechnic National University

**ІМЕРСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИЩІЙ ОСВІТІ:
ХАРАКТЕРИСТИКА, ПОТЕНЦІАЛ ЗАСТОСУВАННЯ
ТА РОЛЬ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЯКОСТІ¹****IMMERSIVE TECHNOLOGIES IN HIGHER EDUCATION:
CHARACTERISTICS, APPLICATION POTENTIAL,
AND ROLE IN QUALITY ASSURANCE**

Анотація. Стаття присвячена визначенню особливостей застосування імерсивних технологій у сфері вищої освіти, потенціалу їх використання та ролі у забезпеченні якості освітнього процесу у закладах вищої освіти України. Досліджено сутність поняття «імерсивні технології» та наведено характеристику різних типів XR-технологій: віртуальної, доповненої та змішаної реальності. Розглянуто досвід використання імерсивних технологій у зарубіжних закладах освіти та визначено потенціал їх застосування у закладах вищої освіти України. Наведено переваги, обмеження та ризики впровадження імерсивних технологій в освітнє середовище. Обґрунтовано важливість впровадження імерсивних технологій у закладах вищої освіти задля забезпечення якості освітнього процесу. Окрема увага приділена етичним аспектам та інструментам забезпечення дотримання принципів академічної доброчесності при використанні імерсивних технологій в навчальному процесі.

Ключові слова: імерсивні технології, XR-технології, віртуальна реальність (VR), доповнена реальність (AR), змішана реальність (MR), вища освіта, заклад вищої освіти, інновації, забезпечення якості, академічна доброчесність.

Summary. The article is devoted to identifying the specific features of applying immersive technologies in higher education, exploring their potential, and determining their role in ensuring the quality of the educational process in higher education institutions of Ukraine. The relevance of the research lies in the need to introduce immersive technologies into Ukraine's higher education system to improve the quality of student training, bridge the gap between theoretical knowledge and practical skills, and enhance graduates' competitiveness in both national and global labor markets. The research employed the following methods: analysis of scientific literature, synthesis, comparative analysis, abstraction, tabular method, inductive and deductive methods. The study examines the essence of the concept of "immersive technologies" and provides a characterization of different types of XR-technologies, including virtual reality (VR), augmented reality (AR), and mixed reality (MR). The experience of using immersive technologies in foreign higher education institutions is reviewed, revealing that these technologies are a significant factor in shaping new approaches to the implementation of the educational process, enhancing the acquisition of theoretical knowledge, and developing practical skills critical for real-world conditions. Their implementation also contributes to improving the overall quality of education. The potential of applying XR-technologies in Ukrainian higher educational institutions is disclosed, along with the advantages, limitations, and risks of integrating immersive technologies into the educational environment. It is established that when developing educational content using XR-technologies, it is necessary to consider the risks of excessive cognitive load and emotional exhaustion that may result from prolonged or intensive immersion in virtual environments. Special attention is given to ethical aspects and tools for ensuring compliance with the principles of academic integrity when using immersive technologies in the learning process. The importance of implementing immersive technologies in Ukrainian higher educational institutions to ensure the quality of the educational process is substantiated. It is concluded that the creation of immersive educational and research environments in national higher educational institutions is an important factor in stimulating the development of innovative ecosystems at the local, regional, and national levels.

Keywords: immersive technologies, XR-technologies, virtual reality (VR), augmented reality (AR), mixed reality (MR), higher education, higher educational institution, innovations, quality assurance, academic integrity.

¹ Дослідження проведено в рамках проєкту «Розвиток науково-інноваційної екосистеми як основи сталої трансформації університету», що фінансується за рахунок зовнішнього інструменту допомоги Європейського Союзу для виконання зобов'язань України у Рамковій програмі Європейського Союзу з наукових досліджень та інновацій "Горизонт 2020" (наказ Міністерства освіти і науки України від 05.08.2024 № 1103 «Про затвердження остаточних пропозицій щодо переліку наукових робіт, науково-технічних та інфраструктурних проєктів, рекомендованих для фінансування»).

Постановка проблеми. Процеси трансформації освітнього сектору та глобальної цифровізації зумовлюють необхідність розробки та впровадження інноваційних рішень в освітній процес. Серед таких рішень все більшої уваги та поширення набувають імерсивні технології – віртуальна (VR), доповнена (AR) та змішана реальності (MR), використання яких сприяє імплементації сучасних цифрових інновацій в освітній процес, формуючи нові можливості для учасників освітнього процесу та забезпечуючи створення інтерактивного, інклюзивного, практико-орієнтованого, персоналізованого навчального середовища.

На сьогодні традиційні підходи до організації навчального процесу та проведення навчальних занять у закладах вищої освіти України не повною мірою відповідають вимогам ринку праці та очікуванням ключових стейкхолдерів – здобувачів вищої освіти, які віддають перевагу взаємодії з цифровим світом та розвитку цифрових навичок. Високотехнологічне середовище, впровадження цифрових інновацій в різні сфери економічної діяльності зумовлюють необхідність формування у здобувачів вищої освіти низки навичок, набуття яких неможливо забезпечити без переходу від традиційних підходів до організації навчального процесу (для якого характерним є пасивне сприйняття інформації) до сучасних (з використанням передових технологій). Імерсивні технології дозволяють створити умови, що максимально наближені до реальних, забезпечуючи більш комплексну підготовку здобувачів вищої освіти до майбутньої професійної діяльності.

Доцільність впровадження імерсивних технологій у закладах вищої освіти України зумовлена низкою факторів. Зокрема, такі інноваційні технології розширюють можливості візуалізації складних процесів, що особливо важливо для певних галузей знань, дозволяють здобувачам вищої освіти проводити експерименти, тренування в безпечних умовах, використовуючи симулятори та взаємодіючи з моделями, що в реальному середовищі є ризикованим або недоступним. Імерсивні технології сприяють зануренню у навчальний процес, що забезпечує високий рівень залученості здобувачів вищої освіти під час отримання нових знань та розвитку важливих навичок. При цьому активізуються когнітивні процеси учасників навчального процесу, підвищується мотивація та зростає якість засвоєння знань. В таких умовах здобувач вищої освіти вже не є пасивним слухачем, а виступає активним учасником навчання через практичний досвід. Крім того, завдяки використанню інноваційних імерсивних технологій безпосередньо зростає зацікавленість здобувачів вищої освіти до певних курсів та навчального процесу в цілому. В умовах ризику, зумовленого різними форс-мажорними

обставинами, та з урахуванням глобальних трендів переходу до змішаного та дистанційного навчання, імерсивні технології можуть забезпечити альтернативу фізичній присутності учасників освітнього процесу в освітньому середовищі, створюючи новий формат взаємодії між ними та дозволяючи відвідувати навчальні аудиторії і лабораторії у цифровому форматі (в імерсивному середовищі). Імерсивні технології сприяють підвищенню якості освітнього процесу в цілому та його загальної результативності, оскільки через платформи віртуальної, доповненої та змішаної реальності забезпечується моделювання реальних ситуацій, через що навчання набуває практичного характеру, а під час навчального процесу формуються не лише ключові компетентності, а й м'які навички (цифрові навички та технологічна грамотність, критичне мислення, робота в команді, навички прийняття рішень та інші).

Розробка та впровадження освітнього контенту з використанням імерсивних технологій у закладах вищої освіти України є критично важливим та ключовим аспектом у забезпеченні конкурентоспроможності майбутніх фахівців на вітчизняному та глобальному ринках праці. Такий підхід зможе суттєво зменшити розрив між академічною підготовкою та практичними вимогами професійного середовища, що зумовлює актуальність та своєчасність визначення перспектив впровадження імерсивних технологій в навчальний процес у вітчизняних закладах вищої освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню сутності та особливостей імерсивних технологій, їх класифікації та характеристики, а також визначенню специфіки застосування цих технологій, в тому числі в освітній сфері, присвячені праці широкого кола зарубіжних та вітчизняних вчених, серед них: П. Мілграм [4], Ф. Кішино [4], Р. Азума [5], А. Крейг [6], М. Шпайхер [8], Б. Голл [8], М. Небелінг [8], Д. Джеральд [9], О. Буров [19], О. Пінчук [19], С. Литвинова [19] та інші. Попри стрімкий розвиток імерсивних технологій та великий фокус уваги науковців до проблематики їх впровадження у сфері освіти, недостатньо дослідженими є специфіка та перспективи їх застосування у закладах вищої освіти України в умовах сучасної цифрової трансформації та з урахуванням поточних викликів. Крім того, особливої уваги потребує визначення потенціалу використання імерсивних технологій задля забезпечення якості освітнього процесу через впровадження інноваційних рішень в контексті зростання вимог до якості вищої освіти в цілому.

Метою статті є дослідження особливостей застосування імерсивних технологій у сфері вищої освіти, визначення потенціалу їх використання та ролі у забезпеченні якості освітнього процесу у закладах вищої освіти України.

Методи дослідження. Під час проведення дослідження було використано такі методи, як: аналіз наукової літератури (для комплексного огляду останніх досліджень та публікацій, присвячених різним аспектам використання імерсивних технологій в освіті); метод синтезу (для формування цілісного уявлення про імерсивні технології, визначення особливостей та потенціалу їх впровадження у закладах вищої освіти України); порівняльний аналіз (для порівняння різних підходів і практик застосування імерсивних технологій у зарубіжних та вітчизняних закладах вищої освіти); метод абстрагування (для загальної характеристики XR-технологій та узагальнення переваг та обмежень при їх використанні у навчальному процесі); табличний метод (для систематизації даних та логічної структуризації інформації); індуктивний та дедуктивний методи (для формування висновків на основі аналізу досвіду розробки та застосування освітнього XR-контенту, узагальнення теоретичних положень та висвітлення перспектив формування імерсивних середовищ у закладах вищої освіти України).

Виклад основного матеріалу дослідження. Імерсивні технології – це інструменти, які забезпечують інтеграцію віртуального контенту та фізичного середовища таким чином, щоб підтримувати взаємодію користувача з отриманою змішаною реальністю. Вони охоплюють такі форми розширеної реальності, як віртуальна (VR – virtual reality), доповнена (AR – augmented reality) та змішана (об'єднана) реальність (MR – mixed reality), які дозволяють поєднувати віртуальні та фізичні компоненти, створюючи інтерактивне середовище для користувача [1]. Розширена реальність (XR – extended reality) є узагальнюючим терміном для будь-якої технології, яка змінює реальність шляхом додавання цифрових елементів до фізичного або реального світу, включаючи, але не обмежуючись, AR, MR та VR [2]. Розширена

реальність (XR) об'єднує VR, AR та MR для створення інтерактивних середовищ та належить до технологій, що забезпечують формування метавсесвіту (англ. *metaverse*), який є віртуальним тривимірним простором, де люди взаємодіють як аватари один з одним та з програмними агентами, використовуючи метафору реального світу, але без його фізичних обмежень [3].

Концепція «континуум віртуальності», представлена дослідниками Полом Мілграмом та Фуміо Кішино у 1994 році, які зробили вагомий внесок у формування сучасного розуміння змішаної реальності, визначає змішану реальність (MR) як таку, що охоплює всі візуальні середовища, які поєднують елементи реального та віртуального світів [4]. Ця концепція допомагає класифікувати різні технології на основі їх впливу на реальне середовище та залежно від рівня інтеграції цифрових елементів. Вона описує, як цифрові елементи можуть доповнювати чи замінювати фізичний світ і складається з кількох рівнів, що варіюються від реального середовища до повністю віртуального [4]. Відповідно до новаторської концепції авторів «континуум віртуальності» (*«virtuality continuum»*) – це уявна шкала, на якій один край представляє повністю реальні середовища, а інший – повністю віртуальні, тобто шкала від повністю реального середовища (без жодних віртуальних елементів), через змішані реальності (MR, включаючи AR і AV), до повністю віртуального середовища (VR). Автори підкреслюють, що просте протиставлення «реального» і «віртуального» є недостатнім, тому вони вводять тривимірну таксономію, яка описує різні аспекти змішаних середовищ. Віртуальність як континуум охоплює такі середовища, як: реальне середовище, доповнена реальність (AR), змішана реальність (MR), доповнена віртуальність (AV), повністю віртуальне середовище (VR) (таблиця 1) [4].

**Таблиця 1 – Види реальностей згідно з концепцією «континуум віртуальності»
П. Мілграма та Ф. Кішино**

Вид реальності/ технології	Характеристика
Реальне середовище (реальний світ)	Оточення без цифрових елементів, повністю фізичне середовище.
Доповнена реальність (AR)	Реальне середовище, доповнене віртуальними об'єктами. Цифрові елементи додаються до реального світу, але не замінюють його. Взаємодія з реальним середовищем зберігається.
Змішана реальність (MR)	Будь-яка точка між повністю реальним і повністю віртуальним середовищем. Інтерактивне середовище, де цифрові елементи взаємодіють з фізичними об'єктами реального світу.
Доповнена віртуальність (AR)	Переважно віртуальне середовище, в яке вбудовано реальні елементи.
Віртуальна реальність (VR)	Повністю синтетичний світ. Повністю віртуальне середовище, яке замінює фізичний світ.

Джерело: сформовано на основі [4]

У науковій літературі розглядаються різні типи XR-технологій, наводиться їх характеристика, висвітлюється специфіка розробки та застосування. Віртуальна реальність (VR) – це технологія, що повністю занурює користувача в комп’ютерно згенероване середовище, яке не має фізичного еквіваленту, і замінює сприйняття реального світу цифровим [4]. Зазвичай для цього використовуються VR-гарнітури – пристрої, які застосовуються для повного занурення у віртуальне середовище, серед них: Oculus Rift, HTC Vive, Meta Quest, Valve Index та інші. Для віртуальної реальності характерний високий рівень «імерсії» (від лат. *immersio* – «занурення»), тобто повного занурення з максимальним відчуттям присутності. Доповнена реальність (AR) накладає цифрову інформацію (зображення, звуки, текст) на реальний світ, при цьому користувач продовжує бачити й взаємодіяти з реальним середовищем [5; 6]. Змішана реальність (MR) поєднує елементи VR та AR: фізичні й цифрові об’єкти взаємодіють у реальному часі; це середовище, де віртуальні об’єкти «вбудовуються» у реальний світ з урахуванням просторових координат [7; 8]. Незважаючи на тип технології, її проектування має відбуватися з урахуванням потреб користувача та особливостей його взаємодії з певним типом середовища [9]. Порівняльна характеристика різних типів XR-технологій наведена в Таблиці 2.

Використання імерсивних технологій у навчальному процесі стає все більш популярним у глобальному освітньому просторі, про що свідчить широке впровадження таких технологій у зарубіжних закладах освіти (таблиця 3).

Огляд досвіду зарубіжних закладів освіти [10-18] свідчить про те, що імерсивні технології виступають вагомим чинником у формуванні нових підходів до реалізації навчального процесу, що посилює не лише отримання теоретичних знань, а й забезпечує розвиток практичних навичок, критично важливих в реальних умовах.

Так, провідні університети світу активно впроваджують імерсивні технології задля покращення якості навчального процесу. Ці технології

застосовуються як для створення інтерактивних навчальних курсів, так і для розвитку нових форм дистанційного навчання в умовах сучасних викликів. Зокрема, у зарубіжних закладах освіти створюються віртуальні лабораторії, які дозволяють навчатися та отримувати практичний досвід в певних сферах без необхідності фізичної присутності здобувачів вищої освіти в лабораторії. Технології віртуальної реальності використовуються для створення симуляцій різноманітних складних експериментів, моделювання архітектурних проєктів в реальному часі тощо. Формування реалістичних та симульованих середовищ з використанням імерсивних технологій у закладах вищої освіти США, Європи, Азії дозволяють здобувачам вищої освіти поглиблено вивчати різноманітні складні дисципліни, оскільки VR та AR забезпечують не лише візуалізацію абстрактних концепцій, але й допомагають створювати симуляції складних процесів [10-18]. Крім того, у зарубіжних університетах набувають поширення курси з розробки та використання імерсивних технологій в освіті та науці.

Для закладів вищої освіти України доцільним є врахування кращих світових практик в сфері застосування XR-технологій в освіті. Розробка освітнього контенту з використанням таких технологій є надзвичайно важливою з огляду на необхідність інтеграції інноваційних підходів до організації навчання та адаптації до глобальних трендів.

Застосування імерсивних технологій у закладах вищої освіти України має значний потенціал. Інтеграція імерсивних технологій в контексті формальної вищої освіти може стати важливим етапом у модернізації підходів до викладання, забезпечення інноваційності навчального процесу та реалізації концепції активного навчання здобувачів вищої освіти, що позитивно позначиться на якості освіти в цілому. Впровадження імерсивних технологій в навчальний процес також є стратегічно важливим рішенням в умовах розвитку дистанційного навчання, забезпечення якості якого виступає пріоритетною та актуаль-

Таблиця 2 – Характеристика XR-технологій (VR, AR, MR)

Характеристика	Віртуальна реальність (VR)	Доповнена реальність (AR)	Змішана реальність (MR)
Визначення	Повністю штучне середовище, яке замінює реальний світ	Реальний світ із накладеними цифровими елементами	Інтеграція віртуальних об’єктів у реальний світ із взаємодією
Рівень занурення	Повне занурення	Часткове	Часткове, з високим рівнем інтеграції
Взаємодія з реальним світом	Відсутня	Присутня (обмежена)	Активна та двостороння
Типові пристрої	VR-гарнітури (Oculus Rift, HTC Vive)	Смартфони, планшети, AR-окуляри	MR-гарнітури (Microsoft HoloLens, Magic Leap)

Джерело: сформовано на основі [4-9]

Таблиця 3 – Досвід використання імерсивних технологій у зарубіжних закладах освіти

Освітні заклади	Приклади застосування
Stanford School of Medicine	Віртуальні симуляції операцій, анатомічні моделі, практика діагностики, моделювання складних розмов з пацієнтами та їх родичами.
MIT (Massachusetts Institute of Technology)	Дослідження та впровадження імерсивних технологій, віртуальні лабораторії, інтерактивні симуляції, функціонування MIT Media Lab-дослідницького центру, що займається розробкою імерсивних технологій.
KIT (Karlsruhe Institute of Technology)	Практичний курс з віртуальної реальності для здобувачів вищої освіти, розробка безбар'єрних VR-технологій, віртуальна екскурсія експериментом KATRIN.
University of Tokyo	Застосування AR/VR у цифровому проектуванні міст і будівель, створення віртуального кампусу у метавсесвіті, інноваційні AR-інтерфейси, дослідження щодо впровадження MR у навчання.
Harvard University	VR-курси з педагогічного моделювання, сценарії викладання, розвиток міжособистісних та педагогічних навичок в імерсивному середовищі до початку реальних занять, використання VR для створення інклюзивних навчальних середовищ, розвитку стартапів та інноваційних проєктів.
University of Maryland	Віртуальні екскурсії у музеї, використання імерсивних технологій для збереження цифрової спадщини, створення інтерактивних навчальних проєктів та розвитку нових медіа, таких як віртуальні світи, архіви та цифрові тексти.
University College London (VR Language Learning Lab)	Імерсивні мовні середовища для практики розмов у контексті різних культур, віртуальні екскурсії для вивчення англійської, VR-ігри для вивчення мов.
University of Barcelona	Використання імерсивних технологій для досліджень у галузі нейронаук, вивчення поведінкових реакцій в змодельованих соціальних ситуаціях.
INSEAD Business School	Одна з найбільших у світі бібліотек VR-навчальних кейсів для бізнес-освіти, віртуальні бізнес-симуляції, тренінги з прийняття рішень, симуляції для прийняття рішень у кризових ситуаціях.

Джерело: сформовано на основі [10-18]

ною задачею з урахуванням викликів сьогодення. Віртуальні лабораторії, симуляції, інтерактивні курси з повним зануренням в навчальний процес допоможуть створити більш сприятливі умови для забезпечення якості навчального процесу в умовах, коли фізична присутність здобувачів вищої освіти в аудиторії є неможливою. Навчальний процес в умовах інтерактивних навчальних середовищ сприяє кращому засвоєнню здобувачами вищої освіти матеріалу курсу, розвитку низки м'яких навичок, підвищенню мотивації до навчання, досягненню результатів навчання в цілому.

В умовах стрімкого розвитку цифрових інновацій та технологічних нововведень, глобалізації та інтернаціоналізації освітнього сектору, освітній процес має бути адаптованим до динамічних змін зовнішнього середовища, в тому числі змін в інформаційній сфері. Розробка, покрокове впровадження, системне використання освітнього контенту на основі XR-технологій зробить процес навчання більш гнучким, безпечним в умовах сучасних викликів, доступним та персоналізованим для кожного здобувача вищої освіти. Саме тому впровадження імерсивних технологій у навчальний процес у закладах вищої освіти України, а також в подальшому їх широке використання в освітньо-науковому середовищі виступають важливими чинниками модернізації освітнього сектору з фокусом на якість освітнього

процесу, його трансформації та адаптації до вимог сьогодення.

Не менш перспективним є використання імерсивних технологій у рамках неформальної освіти. На сьогодні існує низка глобальних освітніх платформ з курсами, що дають змогу учасникам отримувати нові знання поза межами традиційного навчального процесу. Розробка та впровадження курсів неформальної освіти з використанням імерсивних технологій забезпечують формування практико-орієнтованого середовища, роблять процес навчання інтерактивним, доступним, безпечним що сприяє конкурентоздатності та популярності таких курсів серед різних груп користувачів, які прагнуть здобути та вдосконалити певні навички.

Отже, впровадження імерсивних технологій в освітнє середовище, в тому числі в навчальний процес, має низку переваг. Водночас існують певні обмеження та ризики. Так, для інтеграції імерсивних технологій необхідним є фінансування цих процесів задля забезпечення закладів вищої освіти технічним обладнанням, а також розробки освітнього контенту та підготовки викладачів, що може бути обмежено браком фінансових ресурсів та наявністю пріоритетних задач з відбудови та модернізації освітніх установ в сучасних умовах. Тому для успішного впровадження імерсивних технологій важливо стратегічно передбачити обсяги необхідних фінансових ресурсів,

визначити джерела фінансування, розробити план фінансування розвитку інфраструктури, підготовки кадрів, створення освітнього контенту, проведення технічної експертизи та тестування тощо.

Разом з тим, що впровадження AR, VR, MR – контенту у навчальний процес має значний потенціал, потребує глибокого вивчення питання впливу імерсивних технологій на психофізіологічний стан учасників освітнього процесу. Дослідники Буров О.Ю., Пінчук О.П., Литвинова С.Г. [19] вказують на ризики кіберхвороб, пов'язані з інтенсивною імерсивною взаємодією, а також підкреслюють важливість контролю нейрофізіологічних параметрів під час навчання. Авторами запропоновано методику оцінювання таких ризиків з використанням коротких тестів та фізіологічного моніторингу, що може стати основою для подальших досліджень ефективності та безпечності навчання у синтетичних середовищах. Зокрема, пропонується оцінювати ризики впливу AR/VR/MR-середовищ на користувачів шляхом порівняння результатів коротких когнітивних та перцептивних тестів, що виконуються за 3 хвилини до та після занурення в імерсивне середовище. Одночасно з тестами фіксуються інформативні фізіологічні показники (наприклад, тиск, напруга міокарда), що дозволяє виявити зміни, зумовлені впливом синтетичного простору. Контроль і обробка даних здійснюється за допомогою спеціально адаптованих ІКТ у режимах «online» або «offline», що забезпечує об'єктивність і повторюваність оцінки [19]. Вплив імерсивних технологій на психофізіологічний стан учасників освітнього процесу обов'язково має враховуватися при розробці та використанні XR-освітнього контенту задля забезпечення безпеки та ефективності використання таких технологій. При цьому слід звернути увагу на різну чутливість користувачів до імерсивних технологій, що також має бути враховано при плануванні змісту та тривалості XR-сесій в рамках навчального заняття.

Отже, розробка та впровадження освітнього контенту з використанням імерсивних технологій сприятиме підвищенню рівня залученості здобувачів вищої освіти до навчального процесу, що позитивно вплине на результати навчання. Створення імерсивного середовища забезпечує рівний доступ до освіти, формуючи альтернативу за неможливості фізичної присутності та/чи фізичної активності учасників навчального процесу. Навчальні симуляції з використанням XR-технологій надають можливість проводити такі практичні заняття, які складно або неможливо реалізувати в реальних умовах через обмеження в інфраструктурі, ресурсах чи наявні ризики. Імерсивні технології сприяють інтеграції вітчизняного освітнього сектору в міжнародний освітній простір, об'єднуючи учасників освітнього процесу

з різних країн в межах спільного XR-середовища. Розробка та впровадження освітнього контенту з використанням імерсивних технологій та урахуванням певних обмежень щодо їх використання є надзвичайно важливим кроком задля забезпечення конкурентоспроможності закладів вищої освіти України на міжнародному рівні.

Слід зазначити, що впровадження XR-технологій висуває нові виклики щодо забезпечення дотримання принципів академічної доброчесності учасниками навчального процесу. Додаткові ризики зумовлені низкою чинників, серед яких: анонімність користувача та можливість підміни учасників під час тестування або виконання завдань; складність моніторингу; маскування недоброчесної співпраці; недостатня прозорість результатів; використання AI-помічників, коли їх застосування не передбачено [20]. Тому для забезпечення етичної поведінки учасників та дотримання ними концепції академічної доброчесності при використанні імерсивних технологій в навчальному процесі важливо використовувати засоби аутентифікація користувача (в тому числі через біометрію та аналітику поведінки); застосовувати вбудовані системи моніторингу; впроваджувати блокчейн-технології для фіксації результатів навчання; розвивати етичну культуру шляхом включення модулів з академічної доброчесності у VR-контент, створення сценаріїв з етичними дилемами тощо [20]. Також актуальним напрямом є формування локальних етичних політик для XR-середовищ, які б чітко регламентували етичну поведінку всіх учасників навчального процесу, що може бути передбачено шляхом розробки та впровадження Кодексу доброчесності для користувачів імерсивного середовища.

Висновки. Формування XR-середовища у закладах вищої освіти через впровадження імерсивних технологій у навчальний процес та наукові дослідження відповідає глобальним трендам цифрової трансформації, потребам формування нової генерації здобувачів вищої освіти з розвиненими цифровими навичками, а також виступає важливим напрямом інноваційної трансформації та розвитку освітньої і наукової систем. Інтеграція імерсивних технологій у навчальний процес потребує стратегічного та міждисциплінарного підходу, що включає оновлення змісту освітніх компонент, створення адаптивного, інклюзивного та безпечного віртуального навчального середовища, поєднання теоретичного і практичного контексту, розробку внутрішніх політик та забезпечення етичного використання імерсивних технологій. Ефективність впровадження імерсивних технологій у навчальний процес полягає у створенні такого досвіду користувача, який сприяє глибокому засвоєнню навчального матеріалу, розвитку критичного та креативного мислення,

візуалізації складних процесів, підвищенню мотивації здобувачів вищої освіти. Створення імерсивних навчальних та наукових середовищ у закладах вищої освіти України виступає важливим чинником стимулювання розвитку інноваційних екосистем (локальної, регіональних, національної).

Попри низку переваг, які отримують заклади вищої освіти, учасники освітнього процесу та науковці від впровадження імерсивних технологій, при їх використанні зростає необхідність врахування ризиків, пов'язаних з надмірним когнітивним навантаженням, емоційним виснаженням,

що можуть виникати внаслідок тривалого або інтенсивного занурення у віртуальне середовище. Ці чинники мають бути враховані при розробці освітнього контенту з використанням XR-технологій. Крім того, окрему увагу слід приділяти новим формам порушень академічної доброчесності, які можуть виникати в цифровому освітньому просторі через анонімність, віртуальну присутність і складність контролю, що потребує розробки нових стратегій забезпечення доброчесності задля збереження довіри до результатів навчання та забезпечення якості освіти в цілому.

Список використаних джерел:

1. ISO/IEC TR 23844:2023(en): Information technology for learning, education, and training - Immersive content and technology. *Online Browsing Platform (OBP)*. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:tr:23844:ed-1:v1:en>
2. Extended Reality (XR). *Interaction Design Foundation*. URL: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/extended-reality-xr>
3. Metaverse. *Merriam-Webster*. URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/metaverse>
4. Milgram P., Kishino F. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*. 1994. Vol. E77-D. № 12 (12). P. 1321-1329. URL: https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays
5. 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>
6. Alan B. Craig. Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications. Amsterdam: Morgan Kaufmann, 2013. 296 p. ISBN: 978-0-240-82109-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2011-0-07249-6>
7. What is Mixed Reality? *Microsoft*. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>
8. Speicher M., Hall B. D., Nebeling M. What is Mixed Reality? *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2019. P. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1145/3290605.3300767>
9. Jerald J. The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality. San Rafael: Morgan & Claypool, 2015. 523 p. - ISBN 978-1-970001-02-2.
10. Stanford School of Medicine. URL: <https://med.stanford.edu>
11. Massachusetts Institute of Technology. URL: <https://web.mit.edu>
12. Karlsruhe Institute of Technology. URL: <https://www.kit.edu/english/>
13. University of Tokyo. URL: <https://www.u-tokyo.ac.jp>
14. Harvard University. URL: <https://www.harvard.edu>
15. University of Maryland. URL: <https://mith.umd.edu>
16. University College London. URL: <https://www.ucl.ac.uk>
17. University of Barcelona. URL: <https://www.event-lab.org>
18. INSEAD Business School. URL: <https://www.insead.edu>
19. Буров О.Ю., Пінчук О.П., Литвинова С.Г. Імерсивні технології та цифрове навчання: вплив, можливості та пом'якшення ризику. Цифрова трансформація відкритих науково-освітніх середовищ: монографія. Київ : Ін-т цифровізації освіти НАПН України. 2024. С.35-53.
20. Ensuring Academic Integrity in Metaverse Learning Environments. *The Swiss Quality Consulting*. URL: <https://theswissquality.ch/ensuring-academic-integrity-in-metaverse-learning-environments/>

References:

1. ISO/IEC TR 23844:2023(en) Information technology for learning, education, and training – Immersive content and technology. *Online Browsing Platform (OBP)*. Available at: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:tr:23844:ed-1:v1:en> (in English)
2. Extended Reality (XR). *Interaction Design Foundation*. Available at: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/extended-reality-xr> (in English)
3. Metaverse. *Merriam-Webster*. Available at: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/metaverse> (in English)
4. Milgram P., Kishino F. (1994) A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, vol. E77-D, no. 12, pp. 1321–1329. Available at: https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays (in English)
5. Azuma R.T. (1997) A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, no. 4, pp. 355–385. DOI: <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355> (in English)
6. Craig A. B. (2013) Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications. Amsterdam: Morgan Kaufmann, 296 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2011-0-07249-6> (in English)

7. What is Mixed Reality? Microsoft. Available at: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality> (in English)
8. Speicher M., Hall B. D., Nebeling M. (2019) What is Mixed Reality? Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1145/3290605.3300767> (in English)
9. Jerald J. (2015) The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality. San Rafael: Morgan & Claypool, p. 523. (in English)
10. Stanford School of Medicine. Available at: <https://med.stanford.edu> (in English)
11. Massachusetts Institute of Technology. Available at: <https://web.mit.edu> (in English)
12. Karlsruhe Institute of Technology. Available at: <https://www.kit.edu/english/> (in English)
13. University of Tokyo. Available at: <https://www.u-tokyo.ac.jp> (in English)
14. Harvard University. Available at: <https://www.harvard.edu> (in English)
15. University of Maryland. Available at: <https://mith.umd.edu> (in English)
16. University College London. Available at: <https://www.ucl.ac.uk> (in English)
17. University of Barcelona. Available at: <https://www.event-lab.org> (in English)
18. INSEAD Business School. Available at: <https://www.insead.edu> (in English)
19. Burov O. Yu., Pinchuk O. P., Lytvynova S. H. (2024) Imersevni tekhnolohii ta tsyfrove navchannia: vplyv, mozhlyvosti ta pom'yakshennia ryzyku [Immersive technologies and digital learning: impact, opportunities, and risk mitigation]. Tsyfrova transformatsiia vidkrytykh naukovo-osvitnikh seredovishch: monohrafiya. Kyiv: Instytut tsyfroizatsii osvity NAPN Ukrainy, pp. 35–53. (in Ukrainian)
20. Ensuring Academic Integrity in Metaverse Learning Environments. The Swiss Quality Consulting. Available at: <https://theswissquality.ch/ensuring-academic-integrity-in-metaverse-learning-environments/> (in English)

Стаття надійшла до редакції 10.08.2025