

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ОСВІТИ

УДК 378:37.01/.09

<https://doi.org/10.28925/2312-5829/2025.1.1>

Вячеслав ОСАДЧИЙ,

декан Факультету економіки та управління
Київського столичного університету
імені Бориса Грінченка,
провідний науковий співробітник
Інституту цифровізації освіти НАПН України,
член-кореспондент НАПН України,
доктор педагогічних наук, професор,
вул. Левка Лук'яненка, 13-Б,
м. Київ, Україна

<https://orcid.org/0000-0001-5659-4774>
v.osadchyi@kubg.edu.ua

Катерина ОСАДЧА,

професорка кафедри інформатики і кібернетики
Мелітопольського державного педагогічного університету,
докторка педагогічних наук, професорка,
вул. Наукового містечка, 59,
м. Запоріжжя, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-0653-6423>
okp@mdpu.org.ua

СУТНІСТЬ ТРИБРИДНОЇ МОДЕЛІ НАВЧАННЯ НА ОСНОВІ METAVERSE: ПРИКЛАДИ УСПІШНОГО ВИКОРИСТАННЯ У ВИЩІЙ ОСВІТІ

У дослідженні автори, ґрунтуючись на прогресі у сфері технологій віртуальної реальності й Metaverse та зростанні зацікавленості науковців тематикою впровадження їх у вищу освіту, представили сучасне розуміння Metaverse, його структуру (обладнання вендорів, програмне забезпечення, технології ігрової індустрії, технології соціальних мереж, платформи Metaverse, фінансові платформи, ринок активів для токенів та платформи блокчейну, кінцеві користувачі) та опис чотирьох його типів (доповнена реальність, віртуальна реальність, дзеркальний світ, лайфлогінг). На основі аналізу наукової літератури авторами обґрунтовується поява нової після гібридної моделі навчання — трибридної, яка, на думку авторів, поєднує традиційне особисте навчання, онлайн-навчання та віртуальне середовище (модельоване середовище, іммерсивне середовище чи Metaverse). Не заглиблюючись у теоретичне обґрунтування, автори також вводять новий темін — «чотирибридна модель навчання», маючи на увазі, що до всіх елементів трибридної моделі навчання додаються технології штучного інтелекту (інтелектуальні агенти, ШІ-чати, ШІ-тьютори тощо). Аналіз системних оглядів наукових публікацій щодо використання технології Metaverse у вищій освіті свідчать, що Metaverse має значний потенціал для трансформації вищої освіти завдяки можливості моделювати іммерсивні та інтерактивні середовища, реальні сценарії (наприклад, у медицині, архітектурі, будівництві), зокрема за допомогою цифрових двійників, підвищуючи залученість студентів у навчальний процес, покращуючи їх досвід і ефективність навчання. На основі аналізу наукових публікацій щодо використання Metaverse у вищій освіті авторами проаналізовано приклади успішного використання Metaverse у вищій освіті, що можуть слугувати підґрунтям для наслідування в українських університетах. Зокрема, віртуальні симуляції й екскурсії допомагають студентам вивчити складні концепції та реальні ситуації більш захоплююче та інтерактивно; детально розроблені навчальні сценарії дозволяють ставити студента в центр навчання, пропонуючи можливості персоналізованого та адаптивного навчання; доцільно продумані конфігурації аудиторій у Metaverse, реалістичні аватари, використання віртуальних персонажів як співучнів для співпраці та обміну знаннями допомагають у створенні більшого ефекту занурення, що у свою чергу впливає на покращення навчального досвіду студентів. Незважаючи на обмежені докази ефективності, Metaverse

визнається перспективним інструментом для інновацій у вищій освіті. Він може стати ключовим елементом освіти майбутнього, але його впровадження вимагає подолання технічних, правових та педагогічних викликів.

Ключові слова: віртуальні технології, освіта, Metaverse.

© Осадчий В., Осадча К., 2025

Вступ. В історії розвитку інформаційних технологій завжди з'являлися нові відкриття і винаходи, які освітяни часто намагалися впровадити в освітній процес, сподіваючись на вирішення численних проблем навчання та виховання підростаючого покоління. Технології віртуальної реальності (ВР), що з'явилася у 70-ті роки минулого століття, а згодом технології Metaverse, що почали розвиватися на початку 2000-х років (Ludlow, & Wallace, 2007), також були використані педагогами в освітніх цілях (Осадчий, & Варіна, 2022).

Найбільша зацікавленість технологією ВР у сегменті українського Інтернету згідно з даними у Google Trends спостерігалась у жовтні 2006 року (рис. 1). Згодом вона зникла та відновилася у 2016 році. І з того часу повільно зростала, але вже не піково. Це свідчить про стабільний інтерес загалом до цієї технології.

У сегменті англomовного Інтернету найбільша зацікавленість технологією віртуальної реальності спостерігається у листопаді 2016 року, а технологією Metaverse — у січні 2022 року (рис. 2).

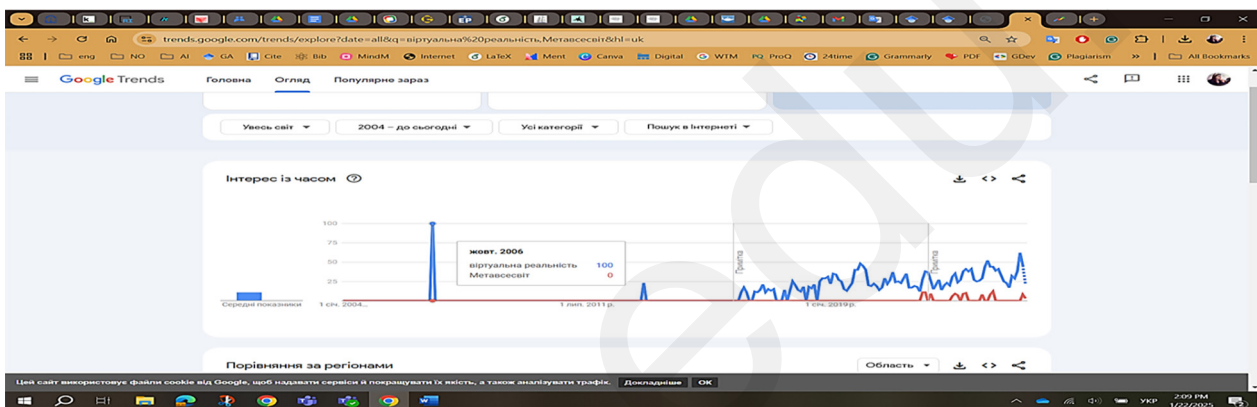


Рис. 1. Зміни інтересу до технологій віртуальної реальності та Метавесвіту з 2004 року у сегменті українського Інтернету

Джерело: <https://trends.google.com/trends/xplore?date=all&q=віртуальна%20реальність,Метавесвіт&hl=uk>

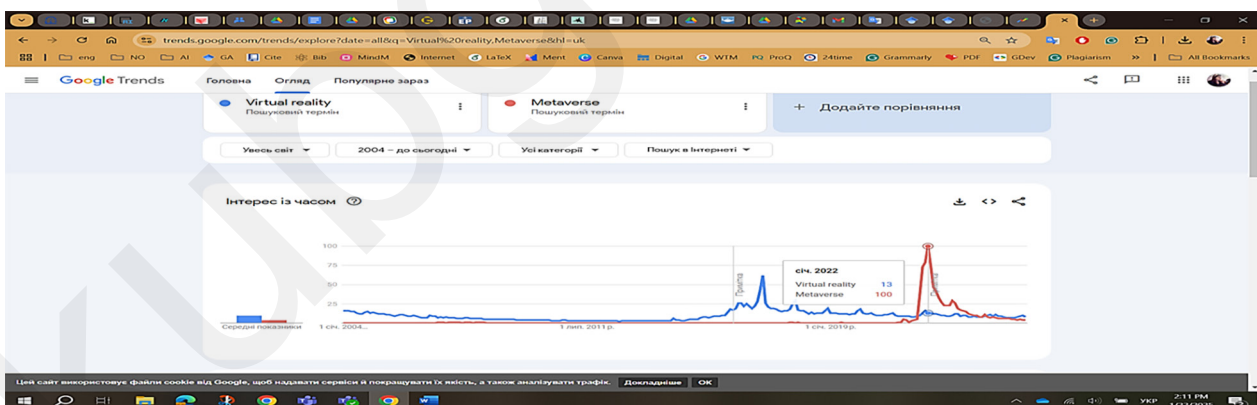


Рис. 2. Зміни інтересу до технологій віртуальної реальності та Метавесвіту з 2004 року в сегменті англomовного Інтернету

Джерело: <https://trends.google.com/trends/explore?date=all&q=Virtual%20reality,Metaverse&hl=uk>

Згодом вона набагато зменшилася, поступившись технології генеративного штучного інтелекту (ШІ), який почав завойовувати позиції з 2022 року.

Водночас прогрес у сфері технологій віртуальної реальності (ВР) та Metaverse зокрема продовжує зростати. За прогнозами, споживчий ринок ВР до кінця 2025 року зросте з менш ніж 16 мільярдів доларів до понад 100 мільярдів доларів.

льярдів доларів США у 2024 році до понад 18 мільярдів доларів США. Крім цього очікується, що постійний розвиток ігрової індустрії ВР сприятиме зростанню як у споживчому, так і в корпоративному сегментах ринку, а підприємства й надалі звертатимуть увагу на ВР для оптимізації таких процесів, як взаємодія з клієнтами, віддалена співпраця та навчання. Охорона здоров'я, розвиток робочої сили та виробництво стають тими секторами, на які найбільше вплинули ВР технології, включаючи використання навчальних симуляцій та досвід імерсивного навчання в класі (Alsop, 2024).

Звіт про ринок Metaverse (Metaverse Industry Report 2024: Market Data & Outlook, 2024) показує, що цей сектор також щорічно зростає на 13,93 %, має понад 27 000 патентів, демонструючи сильні інновації та створення інтелектуальної власності. Крім того він отримав понад 2 500 грантів, що також підкреслює підтримку досліджень і розробок. Інвестиційна активність залишається високою, що також засвідчує розвиток цієї технології.

Отже, розвиток технологій, таких як ВР реальність, зокрема Metaverse, вимагає їх осмислення з метою з'ясування таких питань:

1. Яке сучасне розуміння Metaverse в науковій літературі?
2. Яке його місце в існуючих моделях навчання?
3. Які є приклади успішного використання Metaverse у вищій освіті, що можуть слугувати підґрунтям для наслідування?

Метою цієї статті є дослідження сутності поняття «Metaverse» та досвіду його використання

у вищій освіті для аналізу прикладів успішного використання Metaverse у вищій освіті.

Методологія. Основними методами дослідження для досягнення поставленої мети ми обрали якісні, зокрема аналіз наукових публікацій з використанням бази даних наукових праць і цитувань Scopus та вивчення звітів та інших документів, що стосуються впровадження Metaverse у освітній процес.

У Scopus було здійснено пошук за таким запитом:

(«metaverse» OR «virtual reality» OR «augmented reality» OR «mixed reality») AND («higher education» OR «learning» OR «teaching» OR «training») AND («engagement» OR «interaction» OR «collaboration» OR «immersion») AND («simulation» OR «environment» OR «platform» OR «experience») AND («assessment» OR «evaluation» OR «feedback» OR «outcomes»)

Після використання критеріїв *включення* (статті, що опубліковані за 2020–2024 роки, що входять до таких предметних сфер, як Computer Science та Social Sciences; статті з відкритим доступом, написані англійською мовою; статті, в яких описано досвід використання Metaverse в освіті) та *виключення* (статті, що опубліковані до 2020 року, що не входять до таких предметних сфер, як Computer Science та Social Sciences; статті з закритим доступом, написані не англійською мовою) для аналізу було обрано 751 стаття. Розподіл цих статей за роками (рис. 3) свідчить про постійне зростання зацікавленості науковців тематикою впровадження технологій ВР, зокрема Metaverse в освіту.

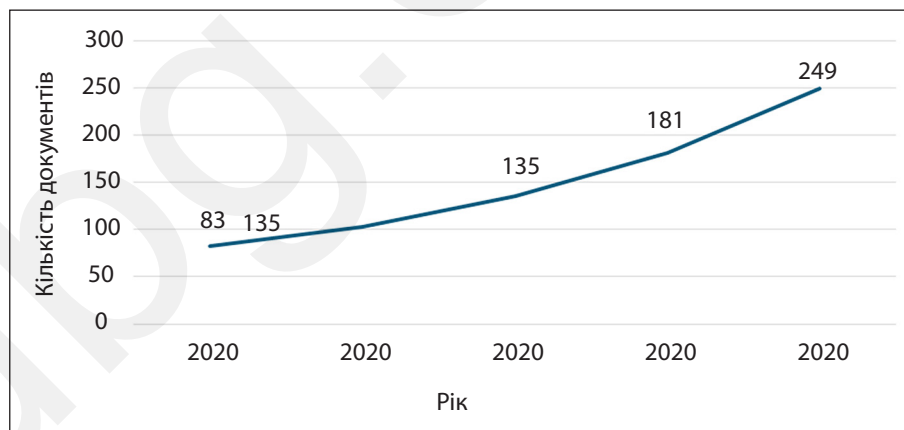


Рис. 3. Кількість документів у Scopus згідно років публікації

Після застосування критеріїв включення / виключення було проведено тематичний аналіз, що дозволив структурувати інформацію та виявити ключові аспекти досліджуваної теми, та кейс-стаді, що дозволило детально вивчити конкретні випадки використання Metaverse в освіті, зрозуміти контекст та специфіку кожного випадку й виявити успішні практики в різних освітніх закладах (школах, університетах). У результаті для аналізу

було використано 31 наукову публікацію (статті, тези конференцій, розділи книг). Під час тематичного аналізу з нього були видалені статті, що не стосуються вищої освіти та не мають вагомого практичного внеску, тобто не мають ніякої теоретично вагомої інформації та опису практичного досвіду застосування Metaverse у вищій освіті. Також у дослідженні було використано описовий метод, що дозволив отримати глибоке розуміння

досліджуваних питань, та описати, як педагоги використовують Metaverse у навчанні, які інструменти та/чи платформи вони застосовують, які методи викладання при цьому використовуються.

Розуміння Metaverse в науковій літературі.

Стандартне визначення поняття “Metaverse” у науковій думці ще формується. Сам термін походить від роману 1992 року під назвою «Снігова катастрофа», у якому користувачі з’єднуються в тривимірному світі. Це поєднання термінів «мета» (Meta) та «всесвіт» (Universe). Описи Metaverse змінювалися з розвитком технологій. Його описують таким чином:

1) захоплюючий тривимірний віртуальний світ, у якому користувачі можуть взаємодіяти з іншими людьми та об’єктами через Інтернет у вигляді цифрових відтворень самих себе або аватарів (Brawley, 2024);

2) інтеграція фізичного світу, де об’єкти (цифрові близнюки) та їх властивості у фізичному світі можна представляти та маніпулювати ними в реальному часі (Brawley, 2024);

3) наступний крок Інтернету або Web 3.0, де технології блокчейну та ІІІ є основоположними технологіями, що використовуються для демонстрації підтвердження права власності на цифрові предмети, куплені в Metaverse (Belk et al, 2022);

4) мережа взаємопов’язаних віртуальних світів (Floridi, 2022), що є частиною переходу до більш узагальненого використання 3D-середовищ, доступ до яких здійснюється через розширені інтерфейси користувача, як-от гарнітури VR, і вимагають кількох технічних блоків для плавної інтеграції цифрових і реальних об’єктів у режимі реального часу, таких як доповнена реальність (ДР), блокчейн, невзаємозамінні токени (NFT)

і обчислення, що забезпечує більш персоналізований і привабливий досвід користувачів (European Commission, 2023).

За інформацією від платформи конкурентної розвідки та дослідження ринку “Markets and Markets” (*Metaverse Market Size & Share Analysis, Industry Research Report, Growth Trends — 2023, n.d.*), екосистема Metaverse складається з (рис. 4):

1) обладнання вендорів, наприклад, таких як Meta, Microsoft, Google, HP та ін.,

2) програмного забезпечення (Unity, Autodesk, Nvidia тощо);

3) технологій, що розроблені компаніями ігрової індустрії (EA Games, Activision, Nexon та ін.);

4) технологій соціальних мереж таких компаній, як Google, Meta тощо;

5) платформ Metaverse (Roblox, Mine Ceaft, Sanbox та ін.);

6) фінансових платформ (Metamask, Forte тощо);

7) ринку активів для токенів та платформи блокчейну (OpenSea, Dmarket, Venly та ін.);

8) кінцевих користувачів, які використовують Metaverse у різних сферах (ігри, спорт, подорожі та ін.).

Науковці (Alfiras et al, 2023), (Yu, 2022) виділяють 4 типи Metaverse: 1) доповнена реальність — середовище, що створене за допомогою технологій і мереж, що базуються на локації; 2) віртуальна реальність — Metaverse, яка імітує внутрішній світ; 3) дзеркальний світ — відображає реальний світ таким, яким він є, але інтегрує та надає інформацію про зовнішнє середовище; 4) лайфлогінг — технологія для захоплення, зберігання та обміну повсякденним досвідом та інформацією про предмети та людей.



Рис. 4. Екосистема Metaverse
(Metaverse Market Size & Share Analysis, Industry Research Report, Growth Trends — 2023, n.d.)

Отже, Metaverse являє собою значний революційний прорив у сфері цифрової взаємодії, інтегруючи різні технології для створення захоплюючих та реалістичних віртуальних середовищ. Науковці продовжують досліджувати та вдосконалювати цю концепцію, прагнучи повністю розкрити її потенціал і розглянути її наслідки для суспільства та сфери інформаційних технологій.

Місце Metaverse серед існуючих моделей навчання. Поява нової моделі навчання — трибридної. З появою імерсивних технологій, а згодом технології Metaverse, у наукових працях не досить сміливо, проте почав з'являтися новий термін — *«трибридна модель навчання»* (tribrid model). Гібридна модель, що використовує як віртуальне, так і особисте відвідування, або онлайн- та очне навчання, тобто поєднання 2-х форм навчання, стало вже звичайною практикою. Трибридна модель поєднує 3 форми. Зокрема, S. Boutelier, Leal C. and N.(L.) Ubik (Boutelier, Leal, & Ubik, 2022) описують трибридну модель як поєднання таких трьох елементів навчального дизайну для одного курсу, як: 1) традиційне середовище для особистого навчання; 2) асинхронний онлайн-дизайн; 3) онлайн-дизайн, синхронний під час очних сесій. Науковцями Технологічного університету Хемніца (Hernandez, Birke, & Bullinger, 2023) було розроблено систему Tribrid-Meeting-Setup (TMS), що включає Telepresence-Robot (TPR) і відеокамеру 360°. Завдяки цьому вони впровадили трибридну модель зустрічей співробітників, в яких беруть участь віддалені й локальні співробітники та робот телеприсутності. Трибридна модель британських дослідників (Case et al, 2024) складається з таких трьох частин: 1) попередньо записані віртуальні лекції з гнучким доступом; 2) живий онлайн-курс (повністю віртуальний); 3) особисте навчання. Ґрунтуючись на цих дослідженнях, ми можемо визначити поняття трибридної моделі навчання з використанням імерсивних технологій, зокрема технології Metaverse.

Трибридна модель навчання поєднує такі форми: 1) традиційне особисте навчання; 2) онлайн-навчання; 3) віртуальне середовище (модельоване середовище, імерсивне середовище чи Metaverse).

Отже, ми можемо говорити про освіту на основі Metaverse, тобто поєднання Metaverse та освіти, яке визначається як використання Metaverse в освіті. Налаштовуючи віртуальний світ за допомогою різних інструментів, користувачі будують власні онлайн-майданчики. Zepeto, Fortnite, Gather.town і Roblox є прикладами типових платформ Metaverse, які підпадають під визначення «віртуальних світів». У них створюються цифрові ідентичності для вчителів, студентів, адміністраторів та інших зацікавлених

сторін, формальні та неформальні місця викладання та навчання, що дозволяє студентам та викладачам співпрацювати у віртуальному середовищі (Chen, 2022).

З поширенням випадків використання технологій III в імерсивних технологіях (Balushi et al, 2024) та Metaverse (Guo et al, 2022) ми можемо піти далі й запропонувати визначення поняття *«чотирибридна модель навчання»*, в якій учасником стають інтелектуальні агенти, III-чати, III-тьютори тощо, тобто різні технології III, які стають підґрунтям для III-навчання як четвертого компонента моделі.

Гібридна, трибридна та чотирибридна моделі здатні забезпечити гнучкість у навчанні. Власне трибридна модель забезпечує додатковий рівень взаємодії завдяки імерсивним технологіям, таким чином покращуючи поєднання традиційного та онлайн-навчання за допомогою ефекту занурення, роблячи його потенційно більш привабливим та інтерактивним. Проте порівняно з гібридною моделлю трибридна потребує більш розвиненої технологічної інфраструктури (гарнітури VR чи додатки DR), якісного інтернет-зв'язку та потужних персональних пристроїв (комп'ютерів, смартфонів, планшетів тощо).

Отже, теоретична база використання імерсивних технологій в освіті, зокрема Metaverse, продовжує розвиватися. А науковці та педагоги-практики вже апробовують ці технології в освітньому процесі. Зупинимося на аналізі успішного використання Metaverse у вищій освіті.

Аналіз досвіду використання Metaverse у вищій освіті. На основі аналізу публікацій, в яких описано дослідження щодо використання Metaverse в освіті, можна говорити про потенціал використання цієї технології для трансформації досвіду навчання за допомогою імерсивного та інтерактивного середовища. Зупинимося докладніше на деяких дослідженнях, що являють собою системний огляд наукових публікацій щодо використання технології Metaverse у вищій освіті. Науковці Hwang G.-J. та Chien S.-Y. (Hwang, & Chien, 2022) визначили причини для прийняття Metaverse для освітніх цілей. Louca S. та Chavan S. пішли далі, визначивши плюси та мінуси інтеграції Metaverse в освіту (Louca, & Chavan, 2024). Ці дослідження свідчать про те, що існує багато можливих застосувань Metaverse в освіті. Цей список не є вичерпним, він зростатиме залежно від цілей навчання та розвитку цієї технології. Водночас є проблеми інтеграції Metaverse в освіту, наприклад, щодо розробки правил, управління Metaverse, авторського права, механізмів контролю, етичних стандартів, прав людини, свободи слова, збільшення «цифрового розриву», кіберзалежності тощо. Крім того, не всьому можна навчити онлайн, зокрема

такі дисципліни, як складна хірургія та цивільне будівництво, стикаються з проблемами всебічного навчання через практичні обмеження та складності реального світу.

S. A. Mubin та Thiruchelvam V. (Mubin, & Thiruchelvam, 2023) стверджують, що Metaverse буде перспективним активом та інструментом в освіті, крім звичайного методу, адже він надає простір, де реальні специфікації можуть бути відтворені за допомогою технології цифрового двійника. Це дозволяє розумніше вирішувати проблеми в таких галузях, як будівництво, архітектура, охорона здоров'я, науки про життя тощо. Незважаючи на те, що оглядові дослідження ефективності цих технологій для освіти виявили помірні докази того, що Metaverse допомагає студентам у повсякденному навчанні, застосування Metaverse в освіті було широко визнано як привабливий та ефективний метод надання навчально-го досвіду.

Як засвідчує системний огляд емпіричних досліджень щодо освіти на основі Metaverse, зроблений G. Asiksoy (Asiksoy, 2023), більшість досліджень проводилися зі студентами університетів, зосереджуючись насамперед на такому типі Metaverse, як VR, а також підкреслюючи необхідність більшої емпіричної роботи з використанням технології змішаної реальності в освітньому Metaverse. В іншому системному огляді літератури (Latino et al, (2024) досліджено останні розробки технології Metaverse в освіті, визначено, що використання технологій Metaverse значно покращує навчальний процес, роблячи його більш захоплюючим та інтерактивним. Також у цьому огляді наведено перелік переваг і обмежень, отриманих з аналізованих кейс-стаді. Огляд, зроблений K. Oulahyane, M. Youssfi та N. Benmoussa (Oulahyane, Youssfi, & Benmoussa, 2024), зосереджено на технологічних досягненнях, які спричинили інтеграцію Metaverse в освіту, впливі на методи викладання та навчання та потенційних перевагах та перешкодах, з якими стикаються викладачі та студенти у процесі використання технологій Metaverse. У дослідженні M. A. Camilleri (Camilleri, 2024) також обговорюються можливості, проблеми та ризики, пов'язані з цією технологією. Крім того, у ньому автор показує, що більшість студентів приваблюють захоплюючі мультисенсорні тривимірні середовища, а також додатки віртуальної реальності, які можуть симулювати реальні життєві ситуації та забезпечувати захоплюючий досвід віртуальних зображень людей, місць й об'єктів. Отже, педагоги можуть продовжувати розвивати віртуальні простори Metaverse, щоб покращити мотивацію, здібності та результати навчання своїх учнів.

Одним із важливих результатів системного огляду літератури науковцями Mousa M., Soha A.

та Khalil A. (Mousa, Soha, & Khalil, 2024) є визначені ними фактори, що впливають на готовність користувачів прийняти та використовувати Metaverse в освіті, а саме: відчутна простота використання, передбачувана корисність, соціальний вплив, очікувана продуктивність, особиста інноваційність, усвідомлена складність, задоволеність користувачів, відчутна автономія та поведінковий намір.

Висновки одного з досліджень (Onu, Pradhan, & Mbohwa, 2024) ґрунтуються не лише на огляді літератури, а й на аналізі інтерв'ю про використання Metaverse для викладання та навчання. Вони засвідчують, що Metaverse допомагає створювати й використовувати захоплюючі та інтерактивні навчальні середовища та дозволяє освітянам розробляти та надавати віртуальний досвід, який справді залучає учнів і забезпечує відчуття присутності, що неможливо в традиційних умовах класу. Віртуальні симуляції і віртуальні екскурсії допомагають студентам вивчити складні концепції та реальні ситуації більш захоплююче та інтерактивно. Metaverse має потенціал для підтримки персоналізованого та адаптивного навчання та може надавати індивідуальний досвід навчання на основі індивідуальних потреб, уподобань і стилів навчання учнів, а також може адаптуватися до прогресу та зворотного зв'язку учнів у режимі реального часу.

Дослідники He, K. Ding та J.-B. Zhang (He, Ding, & Zhang, 2022) переконані, що у Metaverse можна розробляти сценарії, які дозволяють студентам швидко інтегруватися у віртуальне навчальне середовище за короткий проміжок часу, а також використовувати зручний підхід для організації ситуаційного моделювання навчання. Це ставить студента в центр навчання, надаючи якомога більше можливостей для симуляції навчання та експериментів, щоб вони мали достатній простір для зростання, а також мали наукові, повторювальні, економічні, практичні та швидкі функції прогресу. А віртуальний вчитель має бути схожим на новітню технологію ШІ — інструктором ШІ, здатним імітувати поведінку вчителів-людей, спочатку діагностуючи недоліки в знаннях кожного студента, а потім на основі цього здійснюючи персоналізоване навчання. Також значний потенціал Metaverse для освіти висвітлюють M. A. Islam Mozumder, A. Atha та ін. (Islam Mozumder et al, 2023), наголошуючи на тому, що розвиток Metaverse безпосередньо пов'язаний зі зрілістю технологій і можна використовувати різноманітні допоміжні технології для побудови освітньої основи Metaverse, яка забезпечує важливу підтримку для елементів як у реальному світі, так і в Metaverse. Іспанські науковці у своєму дослідженні доходять висновку, що використання Metaverse покращує оцінки студентів, що у свою

чергу підвищує намір його використання студентами (Castro-Lopez, Cervero, & Alvarez-Blanco, 2024).

Важливим внеском науковців (Ak, Şen Akbulut, Soydan, & Yildirim, 2024) у дослідження тематики проектування освітніх метавсесвітів є запропоновані практичні рекомендації для освітніх метавсесвітів для вирішення проблем дизайну, а саме: забезпечення активного навчання, ретельна інтеграція технологій XR, покращення кастомізації, сприяння співпраці, покращення взаємодії та комунікації, забезпечення технічної підтримки та зручності використання.

Одним із прикладів практичного застосування Metaverse в освіті є його запровадження у курсі психології, зокрема з використанням платформи для створення віртуальних середовищ Virbela (Liang et al, 2023). На основі аналізу отриманих під час дослідження цього процесу кількісних і якісних даних науковці зробили кілька висновків. По-перше, студенти мали хороший досвід навчання в Metaverse, проте їх результати навчання були менш задовільними. Це підкреслює необхідність подальших досліджень щодо ефективного дизайну курсу в Metaverse. По-друге, функції Metaverse отримали різні відгуки, а саме: більшість функцій взаємодії були добре сприйняті студентами, як і технологічні функції. По-третє, хоча студенти стикалися з різними технічними проблемами під час процесу навчання в Metaverse, проблема розриву зв'язку зустрічалася частіше й мала більший вплив на досвід навчання, тому що це безпосередньо призвело до того, що студенти були відключені від навчального середовища та їм потрібно було зробити дуже виснажливі операції, перш ніж вони могли повернутися до класу. Отже, сама технологія Metaverse добре була сприйнята студентами й не викликала великого дискомфорту. Водночас при використанні такої ресурсномісткої технології, як Metaverse, викладачам варто передбачати ризики відключення інтернет-зв'язку.

В іншому дослідженні (Uribe, Figueroa, & Gomez, 2024) описано досвід використання технологій Metaverse на чотирьох різних платформах (Meta Horizon Workrooms, Spatial, Mozilla Hubs і Arthur). Науковці оцінювали вплив таких факторів, як аватари, простір, мобільність і додаткові функції на концентрацію, зручність використання, присутність і навчання. На їх думку, істотних відмінностей у результатах навчання з використанням Metaverse не відбулося, проте були виявлені значні відмінності в якості досвіду в класі. Зокрема, спостерігався вищий рівень занурення, концентрації та присутності в Metaverse з обмеженим рухом і функціями. Крім того, у висновках дослідження підкреслю-

ється позитивний вплив аватарів із реалістичним виразом обличчя на покращення загального досвіду. Також автори пропонують рекомендації щодо конфігурації аудиторій у Metaverse на основі аналізу анкети, а саме: 1) для Meta Horizon Workrooms — використання дошки та декоративних елементів, пов'язаних з відеоіграми, зокрема зображення логотипів ігор на стінах; 2) для Spatial — створення різних кімнат зі слайдами на стінах і 3D-моделями, що ілюстрували зміст теоретичного матеріалу у класі; 3) для Mozilla Hubs — розміщення у просторі слайдів, зображень на стінах та ілюстративних 3D-моделей, розподілених по різних кімнатах; 4) для Arthur — використання функцій для додавання зображень і 3D-об'єктів, включаючи зображення та слайди про програми ВР для навчання та 3D-модель автомобіля. Важливими висновками з цього дослідження є: аватари з більш природною мімікою створюють менше дискомфорту та більше відчуття занурення; платформи, які пропонують можливість сидіти або залишатися у фіксованому місці, менше відволікають і дозволяють краще студентам зосередитися; забезпечення природності рухів є більш важливим, ніж обмеження рухливості, і водночас ефективність платформи залежить від того, наскільки її функціональні можливості відповідають цілям класу.

Науковцями Гонконгського політехнічного університету (Ng et al, 2023) було запропоновано структуру гейміфікованого конструктивістського викладання в Metaverse (Gamified Constructivist Teaching in the Metaverse — GCTM) для занять з інженерії. Вона була спрямована на підвищення залученості та задоволення у сфері освіти з інформатики. Завдяки унікальним поєднанням дизайну ігрового світу, дизайну правил, рольової гри, завдань місій та оцінки GCTM продемонструвала багатообіцяючі результати в покращенні взаємодії між студентом та викладачем та створенні міцнішого відчуття присутності серед студентів порівняно зі звичайними платформами, такими як ZOOM або MS Teams. Отримані результати підкреслюють потенціал GCTM у трансформації освітнього досвіду, свідчать про значний крок до більш інтерактивного та орієнтованого на студента підходу.

У дослідженні щодо удосконалення гуманітарного навчання за допомогою технології Metaverse (Pangsara et al, 2023) використовувалася програма Soqle Classlet з авторськими інструментами для створення реалістичних навчальних середовищ, що пропонує захоплюючий, адаптивний досвід навчання за допомогою настроюваних аватарів, неігрових персонажів та ВР. У результаті використання кількох віртуальних середовищ його автори дійшли висновку, що використання технології Metaverse покращує залучення студентів і результати навчання,

а більшість учасників вважали цю технологію цікавою та корисною, незважаючи на деякі технічні проблеми. Слід зазначити, що це дослідження підкреслює позитивний вплив включення соціального навчання та колективного інтелекту в середовище Metaverse на залучення та успішність студентів. Його автори також зазначають, що використання групових заходів, презентацій і віртуальних персонажів як співучнів сприяло співпраці та обміну знаннями між учнями, що покращувало їхнє розуміння матеріалу та соціальні й комунікативні навички.

Науковці з 4-х різних країн (Польща, Португалія, Німеччина, Іспанія) (Rojas et al, 2023) для інженерних курсів використовували платформу WBS LearnSpace 3D, яка зосереджена на освітніх середовищах на основі гейміфікації. Для всього консорціуму проекту було розроблено віртуальний кампус з різноманітними конференц-залами, класами, офісами, зонами відпочинку та холлом (рис. 5).

Серед функцій в освітньому контексті можна виділити можливість демонстрації документів (слайди, зображення, командні рядки тощо) і 3D-об'єктів, реалізація опитування та підняття руки, використання меблів (сидінь, диванів тощо) та активів (лазерні указки або телефони), зменшення чи збільшення гучності звуку залежно від відстані між учасниками бесіди, а також рухи аватарів, включаючи такі жести, як махання руками, підняття великого пальця вгору або міміка. Кількісні результати опитування, проведеного після використання цієї платформи, засвідчили, що студентам надзвичайно легко використовувати подібний тип платформи Metaverse, вони позитивно оцінили рівень задоволення платформою, а заглибленість і реалізм оцінювалися як справедливі й достатні, хоча їхні думки щодо досвіду навчання та корисності менш однозначні. Студенти погодилися із тим, що інтерактивність залишається недостатньою в порівнянні з очним навчанням.

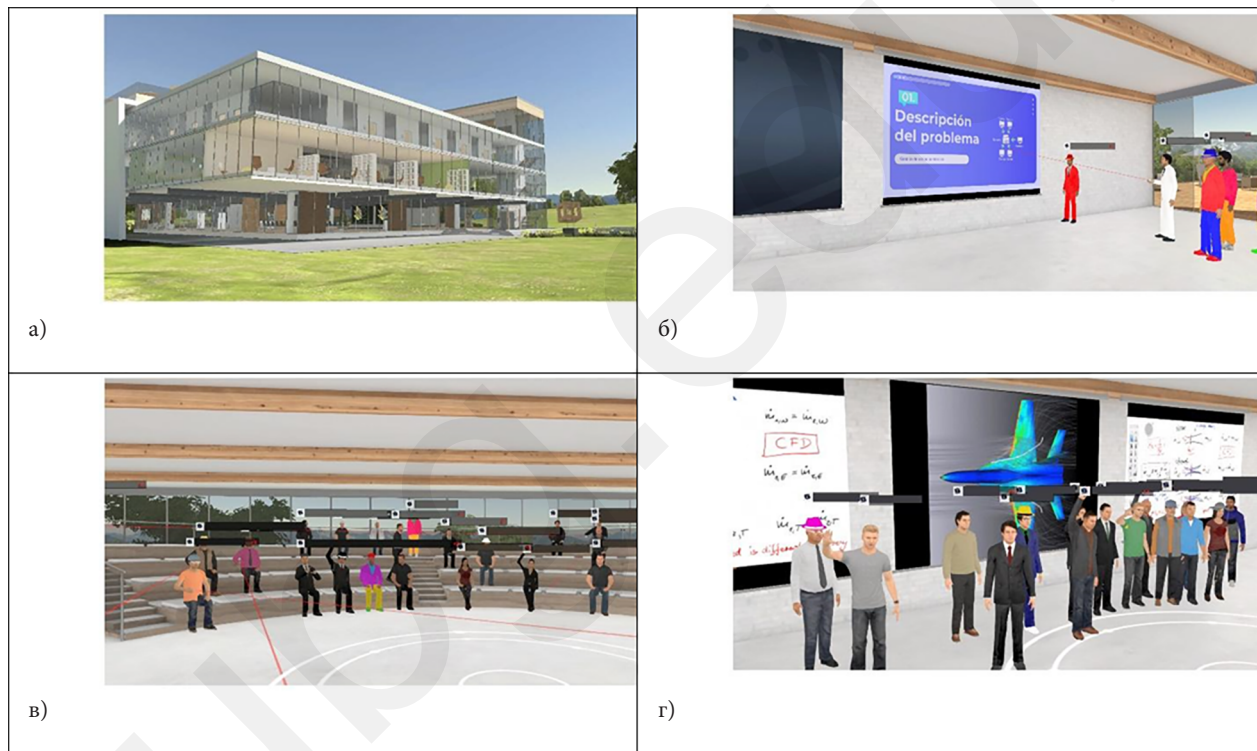


Рис. 5. Зображення у середовищі WBS LearnSpace 3D: а) віртуальний кампус проекту e-CLOSE; б) студенти використовують проектор і лазерну указку для презентації; в) студенти махають руками, аплодують і використовують лазерну указку; г) кінець уроку в LearnSpace із зображеннями та дошками позаду студентів

Отже, це дослідження показує, що Metaverse має потенціал для розвитку вищої освіти, пропонуючи нові способи навчання, співпраці та залучення мотиваційного навчального матеріалу. Однак автори виділили й кілька проблем, які необхідно подолати, щоб повністю реалізувати свій потенціал, а саме: необхідний доступ до інф-

раструктури (високошвидкісне підключення до Інтернету, потужні пристрої та гарнітури VR); переосмислення традиційних методів навчання, взаємодії та спілкування; складність створення вмісту для Metaverse для нефахівців; забезпечення доступності для всіх студентів, у тому числі для тих, хто має обмежені можливості; необхід-

ність перенавчання викладачів для розробки ефективних навчальних програм.

Цікавим є аналіз використання Metaverse у фізичному вихованні, зроблений південнокорейськими вченими (Yu, 2022). На основі аналізу можливостей чотирьох типів Metaverse (доповнена реальність, віртуальний світ, дзеркальний світ, лайфлогінг¹) вони підсумували, що існуючі технології дозволяють здійснювати викладацьку та навчальну діяльність, засновану на віртуальній або доповненій реальності. Наприклад, екранний гольф, теніс, бейсбол, настільний теніс, йога, танці тощо можна використовувати як засіб навчання фізичної культури. Лайфлогінг може широко використовуватися у фізіології фізичних вправ і тренуваннях, а дзеркальний світ також дозволяє професору та великій кількості студентів їздити на велосипедах разом і навчати правильних методів вправ на одному екрані. Отже, як зазначає автор дослідження, уроки фізичного виховання в епоху Metaverse будуть розвиватися, зберігаючи орієнтовану на постійну практику онлайн-платформу. Ролі викладачів на цьому етапі мають змінитися від лідерів і суддів до співавторів і помічників, а студента слід розглядати як керівника, який керує власним навчанням, занурюючись в уроки фізичного виховання та навчаючись самостійно.

Потенціал навчальних середовищ Metaverse для підвищення академічних досягнень, зокрема для вивчення англійської мови як іноземної, підкреслюють малайзійські вчені Y. Jiao, D. Dewitt та R. B. A. Razak (Jiao, Dewitt, & Razak, 2024), наголошуючи на їх інтеграції з традиційною освітою, ефективних педагогічних підходах, різноманітності типів Metaverse у вивченні англійської мови та проблемах, пов'язаних із платформами на основі Metaverse.

Грунтуючись на опитуванні студентів вищих навчальних закладів, які мають досвід роботи з інтерактивними технологіями (наприклад, AR, VR, XR) та віртуальними світами, автори дослідження (Al-Adwan, Li, Al-Adwan, A. et al, 2023) визначили фактори, які впливають на прийняття студентами навчальних платформ на основі Metaverse, а саме: відчуття корисності, особиста інноваційність у сфері IT та відчуття задоволеності. Основні висновки полягають у тому, що особиста інноваційність у сфері IT, самоефективність, сприйняття легкості використання, сприйняття корисності та сприйняття задоволення позитивно впливають на намір використовувати Metaverse у навчанні. З іншого боку, сприйняття кіберризиків негативно впливають на прийняття цієї технології. Дослідження підкреслює важливість створення безпечного, корисного та приємного досвіду навчання в Metaverse, щоб заохотити студентів до його

використання. Це може допомогти освітнім установам краще впроваджувати технології Metaverse в освітній процес.

Питання застосування технології Metaverse у професійній освіті торкається X. Li (Li, 2022). Він вважає, що освітній Metaverse відкриває нові можливості для професійної освіти, використовуючи технології ШІ, ДР, ВР, блокчейну та цифрових двійників, що дозволяє реалізовувати персоналізоване навчання, використовувати інтерактивні віртуальні середовища та цифрових викладачів. На його думку, використання Metaverse також знижує витрати на практичне навчання, сприяє справедливому розподілу освітніх ресурсів та покращує співпрацю між навчальними закладами та підприємствами, дозволяє реалізувати багатосценарне навчання, підвищує привабливість професійної освіти та допомагає студентам краще підготуватися до майбутньої кар'єри. Крім того, автор зазначає, що використання Metaverse може допомогти вирішити труднощі професійної освіти та сформувати нову екологію професійної освіти.

Отже, за останні 5 років дослідники в різних країнах здійснювали спроби впровадження технології Metaverse у вищій освіті, аналізуючи результати впровадження. Це дозволяє нам отримати уявлення про переваги, можливості, недоліки і ризики впровадження Metaverse у освітній процес університетів.

Висновки. Базуючись на аналізі наукових досліджень, нами було надано сучасне розуміння Metaverse як захоплюючого тривимірного віртуального світу для взаємодії користувачів через Інтернет, як інтеграції фізичного світу з цифровими об'єктами, якими можна маніпулювати в реальному часі, наступного етапу розвитку Інтернету, що базується на технологіях блокчейну та ШІ, а також як мережа взаємопов'язаних віртуальних світів з використанням 3D-середовищ та розширених інтерфейсів користувача. Metaverse має свою екосистему (обладнання, програмне забезпечення, ігрові технології, технології соціальних мереж, платформи Metaverse, фінансові платформи, ринок активів, користувачі) та поділяється на чотири типи: доповнена реальність, віртуальний світ, дзеркальний світ, лайфлогінг. Це дало нам підстави вважати Metaverse частиною «трибрідної» моделі навчання, яка включає традиційне особисте (офлайн) навчання, онлайн-навчання та віртуальне середовище (Metaverse). Ця модель забезпечує додатковий рівень взаємодії завдяки імерсивним технологіям, покращуючи поєднання традиційного та онлайн-навчання.

Проаналізовані приклади успішного використання Metaverse у вищій освіті зарубіжних

¹ Автоматичне фіксування повсякденного життя людини на цифровий носій.

університетів можуть слугувати підґрунтям для наслідування. Зокрема, Metaverse надає можливість створювати захоплюючі тривимірні віртуальні світи, де студенти можуть взаємодіяти з метою отримання навчального досвіду як з об'єктами вивчення, так і одне з одним, з викладачами, представниками галузі. Детально продумані сценарії організації ситуаційного моделювання навчання у Metaverse дозволяють реалізувати студентоцентроване та персоналізоване навчання, що у свою чергу покращує оцінки студентів, їх здібності та результати навчання, а також підвищує мотивацію до навчання. Науковці переконані, що для реалізації плюсів Metaverse потрібно дотримуватися певних практичних рекомендацій щодо дизайну віртуального середовища, передбачати ризики відключення інтернет-зв'язку і засоби зменшення негативного впливу на досвід навчання через технічні перешкоди, а також реалізовувати доцільні конфігурації аудиторій у Metaverse, приділити увагу більш реалістичним аватарам з більш природною мімікою та використовувати віртуальних персонажів як співучнів для співпраці та обміну знаннями. Важливо акцентувати увагу на тому, що ми розділяємо думку науковців щодо використання такого типу платформи Metaverse, яка

зосереджена на освітніх середовищах на основі гейміфікації, наприклад як WBS LearnSpace 3D. Також ми підтримуємо думку про те, що роль викладача змінюється на співавтора і помічника, а роль студента — на керівника власного навчання. Адже науковцями доведено, що особиста інноваційність студентів у сфері ІТ, самоефективність, відчуття легкості використання технології, її корисності та задоволеності нею позитивно впливають на намір використовувати Metaverse у навчанні. Вважається, що використання Metaverse знижує витрати на практичне навчання, сприяє справедливому розподілу освітніх ресурсів та покращує співпрацю між навчальними закладами та підприємствами, а також дозволяє реалізувати персоналізоване та багатосценарне навчання.

Однак варто зазначити, що інтеграція Metaverse в освіту стикається з певними викликами, такими як розробка правил, управління, авторське право, етичні стандарти та потенційне збільшення «цифрового розриву». Тому **майбутні дослідження** можуть бути зосереджені у цьому напрямі, включаючи практичне використання технології Metaverse в освітньому процесі на базі українських університетів та подальший його аналіз.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Осадчий В. В., Варіна Г. Б. Інтеграція технологій доповненої та віртуальної реальності в систему адаптивного навчання. Гуманітарний і інноваційний ракурс професійної майстерності: пошуки молодих вчених: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених, 18 листопада 2022 р., м. Одеса. Львів: Торунь: Liha-Pres, 2022. С. 376–380.
2. Ak O., Şen Akbulut M., Soydan S., Yildirim E. Designing Educational Metaverses: A literature review to determine guidelines. *Interactive Learning Environments*. 2024. Pp. 1–19. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2365956>
3. Al-Adwan A. S., Li N., Al-Adwan A. et al. Extending the Technology Acceptance Model (TAM) to Predict University Students' Intentions to Use Metaverse-Based Learning Platforms. *Education and Information Technologies*, 2023. Vol. 28, 15381–15413. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11816-3>
4. Alfiras M., Bojiah J., Mohammed M., Ibrahim F., Ahmed H., & Abdullah O. Powered Education Based on Metaverse: Pre- and post-COVID comprehensive review. *Open Engineering*. 2023. Vol. 13(1). <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0476>
5. Alsop T. *Virtual Reality (VR) – Statistics & Facts*. 2024. Statista. URL: <https://www.statista.com/topics/2532/virtual-reality-vr>
6. Asiksoy G. Empirical Studies on the Metaverse-Based Education: A Systematic Review. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*. 2023. Vol. 13(3). Pp. 120–133. <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i3.36227>
7. Balushi J. S. G. A., Jabri M. I. A. A., Palarimath S., Maran P., Thenmozhi K., & Balakumar C. Incorporating Artificial Intelligence Powered Immersive Realities to Improve Learning using Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) Technology: 2024 3rd International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC), 5–7 June 2024, Salem, India, 2024. Pp. 760–765. <https://doi.org/10.1109/ICAAIC60222.2024.10575046>
8. Belk R. et al. Money, Possessions, and Ownership in the Metaverse: NFTs, cryptocurrencies, Web3 and Wild Markets. *Journal of Business Research*. 2022. Vol. 153. Pp. 198–205.
9. Boutelier S., Leal C., Ubik N.(L.). Do Virtual Worklabs Still Work? Utilizing Digital Accountability and Micro Goals in Teacher Education. *A Retrospective of Teaching, Technology, and Teacher Education during the COVID-19 Pandemic*. Association for the Advancement of Computing in Education, 2022. Pp. 87–92. <https://www.learntechlib.org/primary/p/221522>
10. Brawley S. What is the metaverse and what impacts will it have for society? *Parliamentary Office of Science and Technology*. 2024. 28 p. <https://doi.org/10.58248/PB61>

11. Camilleri M. A. Metaverse Applications in Education: A systematic review and a cost-benefit analysis. *Interactive Technology and Smart Education*. 2024. Vol. 21(2). <https://doi.org/10.1108/ITSE-01-2023-0017>
12. Case A. N., King A. P., Evans R. M., Arif S., Rolles M., Crosby T., Potheary S., Biscoe C., & Button M. 2529: 'Tribrid' Teaching: The optimal model for 21st century clinical oncology education? *Radiotherapy and Oncology*. 2024. Vol. 194. Pp. S2707–S2709.
13. Castro-Lopez A., Cervero A., & Alvarez-Blanco L. Predictive Analysis of Metaverse Usage Intention in the Spanish University. *Journal of Computers in Education*. 2024. <https://doi.org/10.1007/s40692-024-00335-w>
14. Chen Z. Exploring the application scenarios and issues facing Metaverse technology in education. *Interactive Learning Environments*. 2022. Vol. 32(5), 1975–1987. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2133148>
15. European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on "An EU initiative on Web 4.0 and virtual worlds: a head start in the next technological transition". 2023. Part 1. 32 p. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2023:442:FIN>.
16. Floridi L. Metaverse: A Matter of eXperience. *Philosophy & Technology*. 2022. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4121411>
17. Guo Y., Yu T., Wu J., Wang Y., Wan S., Zheng J., & Dai Q. Artificial Intelligence for Metaverse: a Framework. *CAAI Artif. Intell. Res.* 2022. Vol. 1(1). Pp. 54–67. <https://doi.org/10.26599/AIR.2022.9150004>
18. He N., Ding K., Zhang J.-B. Exploration and Research on Digital Education Scenarios from the Perspective of Metaverse. *2022 10th International Conference on Orange Technology (ICOT)*, Shanghai, China, 2022. Pp. 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICOT56925.2022.10008167>
19. Hernandez F., Birke J., & Bullinger A.C. The Tribrid-Meeting-Setup – Improving Hybrid Meetings Using a Telepresence Robot. *Distributed, Ambient and Pervasive Interactions. HCII 2023. Lecture Notes in Computer Science*. 2023. Vol. 14037. Pp. 47–361. https://doi.org/10.1007/978-3-031-34609-5_26
20. Hwang G.-J., & Chien, S.-Y. Definition, Roles, and Potential Research Issues of the Metaverse in Education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2022. Vol. 3. № 100082. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100082>
21. Islam Mozumder M. A., Athar A., Theodore Armand T. P., Sheeraz M. M., Imtiyaz Uddin S. M., & Kim H.-C. Technological Roadmap of the Future Trend of Metaverse based on IoT, Blockchain, and AI Techniques in Metaverse Education. *2023 25th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, Pyeongchang, Korea, 2023. Pp. 1414–1423. <https://doi.org/10.23919/ICACT56868.2023.10079464>
22. Jiao Y., Dewitt D., & Razak R.B.A. Exploring the Potential of Metaverse-Based Platforms for Enhancing English as a Foreign Language (EFL) Learning: A Comprehensive Systematic Review. *International Journal of Information and Education Technology*. 2024. Vol. 14(2). Pp. 231–239.
23. Latino M., Chiara De Lorenzi M., Arcuti M., & Corallo A. Metaverse in Education: What Has Been Done so Far? A Systematic Literature Review to Map Benefits and Limitations and to Set Future Research and Application Directions. *Proceedings of the 16th International Conference on Computer Supported Education*. SciTePress, 2024. Vol. 1. Pp. 735–743. <https://doi.org/10.5220/0012753300003693>
24. Li X. Research on the Application and Risk Prevention of Metaverse in Vocational Education. *Metaverse – METAVERSE 2022 (METAVERSE 2022)*. *Lecture Notes in Computer Science*. 2022. Vol. 13737. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23518-4_4
25. Liang J., Li G., Zhang F., Fan D., & Luo H. Benefits and Challenges of the Educational Metaverse: Evidence from quantitative and qualitative data. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*. 2023. Vol. 16(1). Pp. 71–91. <https://doi.org/10.18785/jetde.1601.04>
26. Louca S., Chavan S. Pros and Cons of Integrating the Metaverse into Education: A Comprehensive Analysis. *Information Systems (EMCIS 2023)*. *Lecture Notes in Business Information Processing*. 2024. Vol. 501. https://doi.org/10.1007/978-3-031-56478-9_1
27. Ludlow P., & Wallace M. *The Second Life Herald: The Virtual Tabloid that Witnessed the Dawn of the Metaverse*. MIT Press, 2007. 295 p.
28. Metaverse Industry Report 2024: Market Data & Outlook. StartUs Insights. URL: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/metaverse-industry-report>
29. Metaverse Market Size & Share Analysis, Industry Research Report, Growth Trends – 2032. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/metaverse-market-166893905.html>
30. Mousa M., Soha A., & Khalil A. Factors impacting users' willingness to adopt and utilize the metaverse in education: A systematic review. *Computers in Human Behavior Reports*. 2024. Vol. 15. Art. 100459. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100459>
31. Mubin S. A., & Thiruchelvam V. Wonders of the World: Metaverse for Education Delivery. *Strategies and Opportunities for Technology in the Metaverse World*. IGI Global Scientific Publishing, 2023. Pp. 114–129. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5732-0.ch007>
32. Ng P. H. F. et al. From Classroom to Metaverse: A Study on Gamified Constructivist Teaching in Higher Education. *Advances in Web-Based Learning – ICWL 2023*. *ICWL 2023. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 14409. Springer, Singapore, 2023. https://doi.org/10.1007/978-981-99-8385-8_8

33. Onu P., Pradhan A., & Mbohwa C. Potential to Use Metaverse for Future Teaching and Learning. *Education and Information Technologies*, 29, 8893–8924. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12167-9>
34. Oulahyane K., Youssfi M., & Benmoussa N. Embracing Metaverse Education: Transforming the Landscape of Learning. *2024 IEEE 12th International Symposium on Signal, Image, Video and Communications (ISIVC)*, Marrakech, Morocco, 2024, Pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/ISIVC61350.2024.10577791>
35. Pangsap P., Yun Wong P. P., Wai Chung Wong G., Techanamurthy U., Wan Mohamad W. S., & Shen Jiandong D. Enhancing Humanities Learning with Metaverse Technology: A Study on Student Engagement and Performance. *2023 11th International Conference on Information and Education Technology (ICIET)*. Fujisawa, Japan, 2023. Pp. 251–255. <https://doi.org/10.1109/ICIET56899.2023.10111125>
36. Rojas E., Hülsmann X., Estriegana R., Rückert F., & Garcia-Esteban S. Students' Perception of Metaverses for Online Learning in Higher Education: Hype or Hope? *Electronics*. 2023. Vol. 12(8). 1867. <https://doi.org/10.3390/electronics12081867>
37. Uribe V., Figueroa P., & Gomez V. The Influence of Metaverse Environment Design on the Quality of Experience in Virtual Reality Classes: A comparative study. *Front. Educ.* 2024. Vol. 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1451859>
38. Yu J.-E. Exploration of Educational Possibilities by Four Metaverse Types in Physical Education. *Technologies*. 2022. Vol. 10(5), 104. <https://doi.org/10.3390/technologies10050104>

REFERENCES

- Ak, O., Şen Akbulut, M., Soydan, S., & Yildirim, E. (2024). Designing Educational Metaverses: A literature review to determine guidelines. *Interactive Learning Environments*, 1–19 [in English]. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2365956>
- Al-Adwan, A. S., Li, N., Al-Adwan, A. et al (2023). Extending the Technology Acceptance Model (TAM) to Predict University Students' Intentions to Use Metaverse-Based Learning Platforms. *Education and Information Technologies*, 28, 15381–15413 [in English]. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11816-3>
- Alfiras, M., Bojiah, J., Mohammed, M., Ibrahim, F., Ahmed, H., & Abdullah, O. (2023). Powered Education Based on Metaverse: Pre- and post-COVID comprehensive review. *Open Engineering*, 13(1), [in English]. <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0476>
- Alsop, T. (2024, December 12). *Virtual Reality (VR) – Statistics & Facts*. Statista [in English]. <https://www.statista.com/topics/2532/virtual-reality-vr>
- Asiksoy, G. (2023). Empirical Studies on the Metaverse-Based Education: A Systematic Review. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 13(3), 120–133 [in English]. <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i3.36227>
- Balushi, J. S. G. A., Jabri, M. I. A. A., Palarimath, S., Maran P., Thenmozhi, K., & Balakumar, C. (2024). Incorporating Artificial Intelligence Powered Immersive Realities to Improve Learning using Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) Technology. In *3rd International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing* (pp. 760–765) [in English]. <https://doi.org/10.1109/ICAAIC60222.2024.10575046>
- Belk, R. et al (2022). Money, Possessions, and Ownership in the Metaverse: NFTs, cryptocurrencies, Web3 and Wild Markets. *Journal of Business Research*, 153, 198–205 [in English].
- Boutelier, S., Leal, C., & Ubik, N. (L.) (2022). Do Virtual Worklabs Still Work? Utilizing Digital Accountability and Micro Goals in Teacher Education. In Baumgartner, E., Kaplan-Rakowski, R., Ferdig, R. E., Hartshorne, R., & Mouza, C. (Eds). *A Retrospective of Teaching, Technology, and Teacher Education during the COVID-19 Pandemic* (pp. 87–92), Association for the Advancement of Computing in Education [in English].
- Brawley, S. (2024). What is the metaverse and what impacts will it have for society? *Parliamentary Office of Science and Technology*, 28 p. [in English]. <https://doi.org/10.58248/PB61>
- Camilleri, M. A. (2024). Metaverse Applications in Education: A systematic review and a cost-benefit analysis. *Interactive Technology and Smart Education*, 21(2) [in English]. <https://doi.org/10.1108/ITSE-01-2023-0017>
- Case, A. N., King, A. P., Evans, R., Arif, S., Rolles, M., Crosby, T., Potheary, S., Biscoe, C., & Button, M. (2024). 2529: 'Tribrid' Teaching: The optimal model for 21st century clinical oncology education? *Radiotherapy and Oncology*, 194, S2707–S2709 [in English]. [https://doi.org/10.1016/s0167-8140\(24\)02715-4](https://doi.org/10.1016/s0167-8140(24)02715-4)
- Castro-Lopez, A., Cervero, A., & Alvarez-Blanco, L. (2024). Predictive Analysis of Metaverse Usage Intention in the Spanish University. *Journal of Computers in Education* [in English]. <https://doi.org/10.1007/s40692-024-00335-w>
- Chen, Z. (2022). Exploring the Application Scenarios and Issues Facing Metaverse Technology in Education. *Interactive Learning Environments*, 32(5), 1975–1987 [in English]. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2133148>

- European Commission (2023). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on “An EU initiative on Web 4.0 and virtual worlds: a head start in the next technological transition”*, SWD(2023) 250 final, Strasbourg, 11 July 2023, part 1, 32 p. [in English].
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2023:442:FIN>
- Floridi, L. (2022) Metaverse: A Matter of eXperience. *Philosophy & Technology* [in English].
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4121411>
- Guo, Y., Yu, T., Wu, J. et al (2022). Dai Artificial Intelligence for Metaverse: A Framework. *CAAI Artificial Intelligence Research*, 1(1), 54–67 [in English].
<https://doi.org/10.26599/AIR.2022.9150004>
- He, N., Ding, K., & Zhang, J.-B. (2022). Exploration and Research on Digital Education Scenarios from the Perspective of Metaverse. In *2022 10th International Conference on Orange Technology*, (1–4) [in English].
<https://doi.org/10.1109/ICOT56925.2022.10008167>
- Hernandez, F., Birke, J., & Bullinger, A. C. (2023). The Tribid-Meeting-Setup – improving hybrid meetings using a telepresence robot. In Streitz, N. A., Konomi, S. (Eds), *Lecture Notes in Computer Science* (pp. 347–361) [in English].
https://doi.org/10.1007/978-3-031-34609-5_26
- Hwang, G.-J., & Chien, S.-Y. (2022). Definition, Roles, and Potential Research Issues of the Metaverse in Education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, № 100082 [in English]. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100082>
- Islam Mozumder, M. A., Athar, A., Theodore Armand, T. P., Sheeraz, M. M., Imtiyaz Uddin, S. M., & H.-C. Kim (2023). Technological Roadmap of the Future Trend of Metaverse based on IoT, Blockchain, and AI Techniques in Metaverse Education. In *2023 25th International Conference on Advanced Communication Technology* (pp. 1414–1423) [in English]. <https://doi.org/10.23919/ICACT56868.2023.10079464>
- Jiao, Y., Dewitt, D., & Razak, R.B.A. (2024). Exploring the Potential of Metaverse-Based Platforms for Enhancing English as a Foreign Language (EFL) Learning: A Comprehensive Systematic Review. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(2), 231–239 [in English].
- Latino, M., Chiara De Lorenzi, M., Arcuti, M., & Corallo, A. (2024). Metaverse in Education: What Has Been Done so Far? A Systematic Literature Review to Map Benefits and Limitations and to Set Future Research and Application Directions. In *Proceedings of the 16th International Conference on Computer Supported Education* (pp. 735–743), SciTePress [in English].
<https://doi.org/10.5220/0012753300003693>
- Li, X. (2022). Research on the Application and Risk Prevention of Metaverse in Vocational Education. In Zhang, L.J. (Ed.), *Metaverse — METAVERSE 2022 (METAVERSE 2022)*. *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 13737, Springer [in English].
https://doi.org/10.1007/978-3-031-23518-4_4
- Liang, J., Li, G., Zhang, F., Fan, D., & Luo, H. (2023). Benefits and Challenges of the Educational Metaverse: Evidence from quantitative and qualitative data. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 16(1), 71–91 [in English].
<https://doi.org/10.18785/jetde.1601.04>
- Louca, S., & Chavan, S. (2024). Pros and Cons of Integrating the Metaverse into Education: A Comprehensive Analysis. In Papadaki, M., Themistocleous, M., Al Marri, K., Al Zarouni, M. (Eds). *Information Systems (EMCIS 2023)*, *Lecture Notes in Business Information Processing* (pp. 3–17), Vol. 501, Springer [in English].
https://doi.org/10.1007/978-3-031-56478-9_1
- Ludlow, P., & Wallace, M. (2007). *The Second Life Herald: The Virtual Tabloid that Witnessed the Dawn of the Metaverse*. MIT Press, 295 p. [in English].
- Metaverse Market Size & Share Analysis, Industry Research Report, Growth Trends — 2032*. (n.d.-b). MarketsandMarkets [in English].
<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/metaverse-market-166893905.html>
- Mousa, M., Soha, A., & Khalil, A. (2024). Factors impacting users' willingness to adopt and utilize the metaverse in education: A systematic review. *Computers in Human Behavior Reports*, 15, Art. 100479 [in English].
<https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100459>
- Mubin, S. A., & Thiruchelvam, V. (2023). Wonders of the World: Metaverse for Education Delivery. In P. Lai (Ed.). *Strategies and Opportunities for Technology in the Metaverse World* (pp. 114–129). IGI Global Scientific Publishing [in English].
<https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5732-0.ch007>
- Ng, P. H. F. et al (2023). From Classroom to Metaverse: A Study on Gamified Constructivist Teaching in Higher Education. In Xie, H., Lai, CL., Chen, W., Xu, G., Popescu, E. (Eds). *Advances in Web-Based Learning — ICWL 2023 (ICWL 2023)*, *Lecture Notes in Computer Science* (pp. 92–106), 14409, Springer [in English].
https://doi.org/10.1007/978-981-99-8385-8_8
- Onu, P., Pradhan, A., & Mbohwa, C. (2024). Potential to Use Metaverse for Future Teaching and Learning. *Education and Information Technologies*, 29, 8893–8924 [in English].
<https://doi.org/10.1007/s10639-023-12167-9>

Osadchyi, V. V., & Varina, H. B. (2022). Intehratsiia tekhnolohii dopovnenoi ta virtualnoi realnosti v systemu adaptivnoho navchannia [Integration of Augmented and Virtual Reality Technologies into the Adaptive Learning System]. *Humanitarnyi i innovatsiyni rakurs profesiinoi maisternosti: poshuky molodykh vchenykh [Humanitarian and innovative perspective of professional skills: the search for young scientists]*, Proceedings of the VIII All-Ukrainian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, Nowember 18, 2022, Odesa (pp. 376–380). Liha-Pres [in Ukrainian].

Oulahyane, K., Youssfi, M., & Benmoussa, N. (2024). Embracing Metaverse Education: Transforming the Landscape of Learning. In *2024 IEEE 12th International Symposium on Signal, Image, Video and Communications* (pp. 1–6) [in English].

<https://doi.org/10.1109/ISIVC61350.2024.10577791>

Pangsapa, P., Yun Wong, P. P. et al (2023). Enhancing Humanities Learning with Metaverse Technology: A Study on Student Engagement and Performance. In *2023 11th International Conference on Information and Education Technology* (pp. 251–255) [in English].

<https://doi.org/10.1109/ICIET56899.2023.10111125>

Rojas, E., Hülsmann, X., Estriegana, R., Rückert, F., & Garcia-Esteban, S. (2023). Students' Perception of Metaverses for Online Learning in Higher Education: Hype or Hope? *Electronics*, 12(8), 1867 [in English].

<https://doi.org/10.3390/electronics12081867>

StartUs Insights. (2025, January 29). *Metaverse Industry Report 2025: Market Data & Outlook* [in English].

<https://www.startus-insights.com/innovators-guide/metaverse-industry-report>

Uribe, V., Figueroa, P., & Gomez, V. (2024). The Influence of Metaverse Environment Design on the Quality of Experience in Virtual Reality Classes: A comparative study. *Front. Educ.*, 9, 1451859 [in English].

<https://doi.org/10.3389/educ.2024.1451859>

Yu, J.-E. (2022). Exploration of Educational Possibilities by Four Metaverse Types in Physical Education. *Technologies*, 10(5), 104 [in English].

<https://doi.org/10.3390/technologies10050104>

Viacheslav OSADCHYI,

Doctor of Sciences (Pedagogy), Professor,
Dean of the Faculty of Economics and Management,
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University;
Institute for Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine,
Corresponding Member of the NAES of Ukraine,
13-B Levka Lukianka,
Kyiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0001-5659-4774>
v.osadchyi@kubg.edu.ua

Kateryna OSADCHA,

Doctor of Science, Professor,
Professor at the Department of the Computer Science and Cybernetics,
Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University,
59 Naukovoho Mistechka,
Zaporizhzhia, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-0653-6423>
okp@mdpu.org.ua

THE CONCEPT OF A METAVERSE-BASED TRIBRID MODEL OF LEARNING: THE CASE STUDY OF SUCCESSFUL USE IN HIGHER EDUCATION

Abstract. In the study, the authors, based on the progress of virtual reality and Metaverse technologies and the growing interest of scientists in the topic of their implementation in higher education, presented a contemporary understanding of Metaverse, its structure (vendor equipment, software, gaming industry technologies, social networking technologies, Metaverse platforms, financial platforms, asset market for tokens and blockchain platforms, and users) and a description of its four types (augmented reality, virtual reality, mirror world, and lifelogging). Having analysed scientific literature, the authors substantiate the emergence of a new post-hybrid learning model — the tribrid model, which, according to the authors, combines traditional face-to-face learning, online learning, and a virtual environment (modelled environment, immersive environment, or Metaverse). Without delving into the theoretical justification, the authors also introduce a new topic — the “quadruple-loop learning model” meaning that artificial intelligence technologies (intelligent agents, AI chats, AI tutors, etc) are added to all elements of the tribrid model of learning.

The analysis of systematic reviews of scientific publications on the use of Metaverse technology in higher education shows that Metaverse has significant potential for transforming higher education due to the ability to model immersive and interactive environments, real-life scenarios (e.g., in medicine, architecture, construction), in particular with the help of digital twins, increasing student engagement in the learning process, improving their experience and learning efficiency.

Having analysed scientific publications on the use of Metaverse in higher education, the authors analyse examples of its successful use that can serve as a basis for imitation in Ukrainian universities. In particular, virtual simulations and excursions help students learn complex concepts and real-world situations in a more engaging and interactive way; well-designed learning scenarios allow students to be at the centre of learning, offering opportunities for personalized and adaptive learning; well-designed classroom configurations in the Metaverse, realistic avatars, and the use of virtual characters as co-learners for collaboration and knowledge sharing contribute to a greater immersion effect, which in turn improves the learning experience of the learners. Despite limited evidence of effectiveness, Metaverse is recognized as a promising tool for innovation in higher education. It can become a key element of the education of the future, but its implementation requires overcoming technical, legal, and pedagogical challenges.

Keywords: virtual technologies, education, Metaverse.

Стаття надійшла до редакції: 20.01.2025.

Прийнято до друку: 27.03.2025.