

УДК 004.946:37.091.3]-049.7](045)

DOI:10.31499/2307-4914.1(31).2025.333786

СУТНІСТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ДОПОВНЕНОЇ ТА ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Вадим Кібаленко, аспірант, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

ORCID: 0009-0007-2386-7634

E-mail: vadym.kibalenko@udpu.edu.ua

У статті досліджується сутність та особливості AR та VR як засобів удосконалення освітнього процесу, аналізуються основні переваги та виклики їх впровадження. Визначено ключові аспекти застосування AR/VR на різних рівнях освіти, окреслено можливості використання цих технологій для візуалізації складних концепцій, підвищення мотивації здобувачів освіти та створення безпечного середовища для експериментальної діяльності. Висвітлено питання інтеграції імерсивних технологій у навчальні програми, програми підготовки педагогічних кадрів та оцінювання ефективності їх використання.

Ключові слова: підприємницька компетентність, доповнена реальність, віртуальна реальність, імерсивні технології, цифрова освіта, освітній процес, інтерактивне навчання, цифрові інструменти, AR/VR у навчанні.

THE ESSENCE OF USING AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY TOOLS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Vadym Kibalenko, PhD Student, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University.

ORCID: 0009-0007-2386-7634

E-mail: vadym.kibalenko@udpu.edu.ua

The development of digital technologies is significantly changing the modern educational process, requiring new approaches to the development of key competencies of teachers. One of the most important components of professional development is entrepreneurial competence, which includes the ability to think innovatively, plan strategically, adapt to change, and use digital tools effectively in their professional activities. The introduction of immersive technologies, in particular augmented reality (AR) and virtual reality (VR), opens up new opportunities for the development of teachers' entrepreneurial skills. The article deals with the theoretical foundations of the use of AR/VR in the educational process, their impact on improving the educational environment and developing the entrepreneurial potential of teachers. The advantages of using AR and VR in modeling business environments, interactive study of economic and management processes, and creating realistic simulations of entrepreneurial activity are analyzed. The main methodological approaches to the integration of immersive technologies into curricula are identified, practical recommendations for their effective use for the formation of teachers' entrepreneurial competence are developed. Particular attention is paid to assessing the impact of AR/VR on increasing the level of motivation, improving resource management skills and decision-making in simulated conditions. Prospects for further research in this area are outlined, including the study of the long-term impact of immersive technologies on the development of teachers' professional competence, the development of adaptive learning platforms based on AR/VR.

Keywords: entrepreneurial competence, augmented reality, virtual reality, immersive technologies, digital education, educational process, interactive learning, digital tools, AR/VR in education.

Сучасний освітній процес зазнає значних змін у зв'язку з розвитком цифрових технологій. Одним із перспективних напрямів удосконалення освітнього середовища є використання технологій доповненої (AR) та віртуальної реальності (VR). Ці технології створюють нові можливості для інтерактивного навчання, підвищуючи рівень залученості здобувачів освіти, сприяючи візуалізації складних концепцій та надаючи можливість моделювання реальних ситуацій у віртуальному просторі. AR дозволяє інтегрувати цифровий контент у фізичний світ, що розширює можливості традиційного навчання, а VR створює повністю занурювальні середовища, які можуть імітувати реальні чи уявні сценарії. Використання цих технологій сприяє розвитку критичного мислення, креативності та практичних навичок, що є надзвичайно важливим у підготовці фахівців різних галузей.

Цифрова трансформація освіти є багатовимірним процесом, який охоплює використання новітніх технологій для покращення доступності, персоналізації та ефективності навчання. Серед ключових тенденцій можна виокремити:

- **Інтерактивне навчання** – перехід від пасивного засвоєння знань до активної навчальної діяльності здобувачів освіти через симуляції, тренажери, віртуальні лабораторії.

- **Індивідуалізація освітнього процесу** – адаптація освітнього контенту до потреб та рівня підготовки здобувачів освіти, зокрема завдяки штучному інтелекту та машинному навчанню.

- **Гейміфікація** – впровадження елементів ігрового процесу в навчання, що підвищує мотивацію та ефективність засвоєння знань.

- **Удосконалення дистанційного навчання** – використання VR-курсів та AR-застосунків для забезпечення доступу до якісної освіти незалежно від місцезнаходження здобувача освіти.

- **Рационалізація змішаного навчання** – поєднання традиційних методик із цифровими технологіями у процесі змішаного навчання дозволяє урізноманітнити навчальну діяльність здобувачів освіти та зробити її більш ефективною.

Ці тенденції свідчать про важливість впровадження AR і VR в освітній процес як інструментів, що сприяють глибшому розумінню навчального матеріалу, розвитку навичок майбутнього та підготовці здобувачів освіти до викликів сучасного технологічного суспільства.

Наукові дослідження останніх років підтверджують, що використання доповненої та віртуальної реальності в освіті є ефективним засобом для підвищення рівня засвоєння навчального матеріалу. У працях багатьох дослідників, таких як Джеремі Бейленсона [2], Марка Біллінгхерста [3], Олександра Бузова [15], Тамари Галицької-Дідух [17], Джеймса Пол Гі [4], Дмитра Єфімова [12], Світлани Литвинової [14, 15], Сергія Семерікова [15], Світлани Романюк [16], Любові Тарангул [16], Любові Тітової [9], Наталії Хміль [17], Ван Цяньці [17], Владислава Ямковенка [9], розглядаються теоретичні основи використання AR/VR в освітньому процесі, їхній вплив на когнітивні здібності здобувачів освіти, а також потенціал цих технологій у забезпеченні персоналізованого навчання.

Значна частина наукових досліджень присвячена впровадженню VR у медичну освіту. Зокрема, роботи Маріо Гутьєррес [5] та Медхата Акера [1] описують успішне застосування VR-симуляцій у підготовці лікарів-хірургів, що дозволяє здобувачам

освіти проводити віртуальні операції без ризику для пацієнтів. Аналогічні дослідження були проведені у сферах технічної та інженерної освіти, де VR використовується для моделювання роботи механічних систем та технологічних процесів. Низка праць вказує на педагогічну доцільність використання технологій віртуальної та доповненої реальності в освітньому процесі для навчання інформатичним дисциплінам у закладах вищої освіти [7, 11].

Щодо доповненої реальності, дослідження Роналда Азума [8] підтверджують ефективність AR у навчанні природничих дисциплін, зокрема фізики та хімії. AR-застосунки дозволяють здобувачам освіти взаємодіяти з 3D-моделями молекул, анатомічних структур, що значно покращує розуміння будови речовин [14]. Також дослідження підтверджують, що доцільно використовувати технології доповненої реальності для навчання природничим дисциплінам, зокрема у початковій школі [6]. Крім того, сучасні дослідження вказують на позитивний вплив використання AR на вивчення мов та гуманітарних наук, де інтерактивні візуальні елементи, віртуальні помічники сприяють кращому запам'ятовуванню інформації [13] та у бібліотечній справі [10].

Незважаючи на значну кількість досліджень, існує низка аспектів, що потребують подальшого вивчення, зокрема, методичні підходи до впровадження AR/VR у початковій, середній освіті та вищій освіті, вплив VR/AR на когнітивне навантаження та психофізіологічний стан здобувачів освіти, оптимізація витрат на впровадження AR/VR у заклади освіти, розробка змішаних освітніх моделей тощо.

Отже, сучасний рівень досліджень у сфері AR/VR дозволяє зробити висновок про їхню значущість в освітньому процесі. Водночас необхідність подальших наукових розвідок, зокрема щодо методичних аспектів, фінансування та довготривалих впливів на здоров'я здобувачів освіти, підкреслює важливість подальшого вивчення цієї проблематики. Вирішення зазначених питань сприятиме більш ефективному використанню AR і VR в освітньому процесі та створенню якісного цифрового освітнього середовища.

Метою статті є дослідження сутності технологій доповненої та віртуальної реальності в освітньому процесі, визначення їх основних можливостей та перспектив застосування на різних рівнях освіти.

Технології доповненої та віртуальної реальності відіграють ключову роль у модернізації освітнього процесу. Для глибшого розуміння їхнього впливу необхідно визначити основні поняття, що характеризують ці технології.

Доповнена реальність (Augmented Reality, AR) – технологія, що поєднує цифровий контент (графіку, текст, аудіо) з реальним світом у режимі реального часу. Вона забезпечує накладення цифрових елементів на фізичне середовище, що підвищує наочність навчального матеріалу та сприяє інтерактивному засвоєнню знань.

Віртуальна реальність (Virtual Reality, VR) – повністю цифрове середовище, створене за допомогою комп'ютерних технологій, яке імітує реальний світ або вигадані простори. Завдяки VR-контенту користувачі можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами, що відкриває нові можливості для навчання через симуляції та моделювання.

Змішана реальність (Mixed Reality, MR) – концепція, яка об'єднує елементи AR та VR, забезпечуючи можливість взаємодії фізичних та цифрових об'єктів у

реальному середовищі. MR дозволяє користувачам безперешкодно працювати з віртуальними об'єктами у реальному просторі, що є перспективним для практико орієнтованого навчання.

Ідея використання AR і VR у навчанні виникла ще в середині XX століття, коли почали розробляти перші комп'ютерні симуляції для військових тренувань та наукових експериментів. У 1968 році Айван Сазерленд створив перший шолом віртуальної реальності, що стало початком розвитку VR як окремої технології. Згодом, у 1990-х роках, концепція AR почала активно використовуватися в авіаційній та медичній освіті для тренування фахівців у безпечних цифрових умовах.

З початку XXI століття розвиток мобільних пристроїв та збільшення обчислювальних потужностей сучасних гаджетів дозволив інтегрувати AR та VR у сферу освіти. Сучасні технології, такі як Microsoft HoloLens, Oculus Rift та Google ARCore, сприяли поширенню AR/VR у закладах освіти по всьому світу.

Сьогодні використання AR та VR в освітньому процесі активно розвивається. Основними тенденціями є **впровадження VR-симуляторів** (використання віртуальних лабораторій у медичній, інженерній та військовій освіті), **AR-доповнення у навчальних посібниках та підручниках** (використання інтерактивного контенту, що дозволяє здобувачам освіти переглядати тривимірні моделі та взаємодіяти з ними через мобільні застосунки). Загальний розвиток технологій AR і VR вказує на їхню перспективність для підвищення якості освіти та формування нових підходів до навчання у цифрову епоху.

Проте, впровадження технологій доповненої та віртуальної реальності на різних рівнях освіти має свої особливості. Вони адаптуються відповідно до вікових особливостей здобувачів освіти та їхньої готовності до сприйняття цифрового контенту. AR і VR дозволяють покращити засвоєння навчального матеріалу через занурення в освітнє середовище, візуалізацію складних понять та моделювання реальних ситуацій. Розглянемо детально можливості використання AR і VR на різних освітніх освіті.

Використання AR і VR у *дошкільній та початковій освіті* допомагає формуванню базових навичок, розвитку уяви та підвищенню мотивації до навчання. AR-технології у вигляді мобільних застосунків або спеціальних пристроїв дозволяють здобувачам освіти взаємодіяти з тривимірними об'єктами, які накладаються на фізичне середовище. Наприклад, AR-картки для вивчення літер, цифр або тварин створюють інтерактивне середовище, що сприяє швидшому засвоєнню інформації через гру. VR-симуляції допомагають дітям освоювати навички комунікації, соціальної взаємодії та критичного мислення. Наприклад, віртуальні екскурсії дозволяють їм відвідувати музеї, природні заповідники чи космос, що сприяє розвитку їхньої допитливості та уяви.

На рівні *базової школи* AR та VR використовуються для більш глибокого розуміння складного навчального матеріалу, особливо для вивчення природничих наук. VR-лабораторії дозволяють здобувачам освіти проводити експерименти з фізики, хімії та біології у безпечному віртуальному середовищі без ризиків для життя та здоров'я. Наприклад, у VR можна змодельовати хімічні реакції або процеси, які неможливо відтворити у шкільній лабораторії через обмеженість ресурсів. Інтерактивні підручники, що використовують технології AR, дозволяють здобувачам освіти переглядати 3D-моделі, аналізувати біологічні структури або вивчати історичні події у

розширеній реальності. Наприклад, підручник з історії може містити AR-код, який відкриває анімовану реконструкцію історичних битв.

У закладах *вищої освіти* AR та VR використовуються для підготовки майбутніх фахівців у різних галузях. Ці технології дозволяють здобувачам освіти отримати практичні навички без дороговартісного обладнання та ризику для здоров'я. У медичній освіті VR використовується для підготовки майбутніх лікарів, наприклад, для проведення хірургічних операцій у віртуальному середовищі. У технічних спеціальностях VR допомагає здобувачам освіти працювати з промисловими машинами та механізмами без потреби у фізичному доступі до них. У технічних та природничих науках AR дозволяє здобувачам освіти працювати з віртуальними моделями механізмів, молекул, анатомічних структур, органів та їх систем. Наприклад, здобувач освіти може використовувати AR-застосунок для детального вивчення будови людського тіла.

Професійна підготовка та корпоративне навчання потребують практичної орієнтації, а AR та VR дозволяють реалізувати ефективні тренувальні програми без фізичного контакту з реальними об'єктами. У сфері авіації VR-симулятори допомагають пілотам проходити тренування в реалістичних умовах без ризику для життя. AR дозволяє працівникам промислових підприємств отримувати візуальні підказки щодо експлуатації складного обладнання. Наприклад, використання AR-окулярів у виробничому середовищі допомагає технічним спеціалістам бачити цифрові інструкції поверх реального обладнання, що підвищує ефективність роботи та знижує ризик помилок.

Розвиток доповненої та віртуальної реальності відкриває широкі можливості для вдосконалення освітнього процесу. Однак, як і будь-яка інноваційна технологія, AR і VR мають як переваги, так і певні виклики, що впливають на їхнє впровадження та ефективність використання у закладах освіти.

Технології AR і VR забезпечують принципово новий рівень взаємодії здобувачів освіти з навчальним матеріалом. Їх використання дозволяє значно покращити процес навчання завдяки наступним факторам:

По-перше, занурення у навчальний матеріал та активне залучення здобувачів освіти. Однією з ключових переваг VR є створення ефекту присутності, що дозволяє здобувачам освіти взаємодіяти з навчальним матеріалом у тривимірному просторі. Завдяки AR можна розширити можливості традиційного навчання, накладаючи цифрові об'єкти на реальні поверхні, що робить процес пізнання більш інтерактивним та захопливим. Наприклад, у курсах з анатомії здобувачі освіти можуть використовувати AR-застосунки для взаємодії з тривимірними моделями людських органів.

По-друге, це підвищення рівня мотивації до навчання. Освітні дослідження підтверджують, що інтерактивні технології сприяють підвищенню зацікавленості здобувачів освіти в активному пізнанні. AR і VR дозволяють уникнути пасивного сприйняття інформації, натомість забезпечуючи практичний досвід навчання. Використання ігрових механік (гейміфікації) у VR-курсах допомагає зробити освітній процес більш захопливим, що особливо важливо для цифрового покоління.

По-третє, – безпечне моделювання небезпечних або складних процесів. У таких галузях, як медицина, авіація, фізика чи хімія, виконання певних практичних

завдань у реальних умовах може бути небезпечним або економічно не вигідним. VR-технології дозволяють здобувачам освіти проходити тренування у віртуальному середовищі без ризику для життя та здоров'я.

І по-четверте, – це **можливість персоналізації освітнього процесу**. AR і VR дозволяють адаптувати навчальний контент до індивідуальних потреб кожного здобувача освіти. Штучний інтелект у VR-системах може аналізувати прогрес здобувачів освіти і пропонувати навчальні завдання, що відповідають їхньому рівню підготовки. Наприклад, у мовному навчанні VR-застосунки можуть створювати індивідуальні сценарії розмови залежно від рівня знань здобувача освіти.

Попри очевидні переваги AR і VR, існують певні бар'єри, які ускладнюють їх широкомасштабне впровадження в освітній процес. Основними викликами є:

- **Висока вартість обладнання та розробки контенту**. Впровадження AR і VR в освіту потребує значних фінансових ресурсів, оскільки якісне AR та VR-обладнання (наприклад, шоломи Oculus Quest, HTC Vive) та потужні комп'ютери мають високу вартість. Крім того, розробка інтерактивного навчального контенту вимагає значних затрат часу та залучення спеціалістів у сфері програмування, 3D-моделювання та педагогіки.

- **Потреба у спеціальній технічній підготовці викладачів**. Викладачі, які звикли до традиційних методів викладання, часто стикаються з труднощами під час використання AR і VR в освітньому процесі. Це пов'язано з необхідністю опанування нового програмного забезпечення, розуміння принципів роботи з віртуальними середовищами та інтеграції цих технологій у навчальні програми. Тому заклади освіти повинні передбачати програми підвищення кваліфікації викладачів, що включають навчання роботі з цифровими технологіями.

- **Фізіологічні та психологічні обмеження (VR-втома, дезорієнтація)**. Використання VR може викликати побічні ефекти, такі як запаморочення, зорове напруження, втома та дезорієнтація. Це пов'язано з особливостями роботи віртуальних середовищ, де мозок може відчувати суперечність між зоровими та вестибулярними сигналами. Для мінімізації таких ризиків необхідно дотримуватися гігієни використання VR, обмежуючи час занурення у віртуальну реальність та забезпечуючи відповідні перерви.

Таким чином, впровадження AR і VR у систему освіти є перспективним напрямом, що сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу, мотивації здобувачів освіти та персоналізації освітніх програм. Проте існують певні виклики, пов'язані з фінансовими витратами, необхідністю підготовки викладачів та фізіологічними обмеженнями, які потребують уваги науковців, педагогів та освітніх менеджерів.

Отож, ми дійшли висновку, що ефективне впровадження доповненої та віртуальної реальності в освітній процес потребує відповідного програмного забезпечення та апаратних засобів. Сучасні технологічні рішення дозволяють створювати інтерактивні освітні середовища, які адаптуються до потреб здобувачів освіти і викладачів, забезпечуючи високий рівень візуалізації, інтерактивності та персоналізації навчального контенту.

Для реалізації AR і VR в освітньому процесі використовуються спеціалізовані платформи, що забезпечують розробку та інтеграцію відповідного контенту. Вибір

платформи залежить від специфіки освітнього процесу, доступного обладнання та цілей освітньої програми.

Для VR найчастіше використовують наступні платформи (рис. 1):



Рис. 1. Інноваційні технології VR для сучасного навчання

Unity – один із найпоширеніших ігрових рушіїв, що використовується для створення VR-застосунків. Підтримує інтеграцію з VR-пристроями, має велику кількість навчальних ресурсів і дозволяє розробляти навчальні симуляції для різних галузей освіти.

Unreal Engine – потужний рушій для розробки високоякісних VR-застосунків, що забезпечує реалістичну графіку та підтримує складні симуляції.

Oculus Quest – автономний VR-шолом, що дозволяє використовувати навчальні VR-застосунки без необхідності підключення до комп'ютера.

HTC Vive – потужна VR-система, що забезпечує повне занурення у віртуальне середовище завдяки високій якості зображення та трекінгу рухів.

SteamVR – платформа, що підтримує широкий спектр VR-застосунків та пристроїв, включаючи симуляційні середовища для освіти.

Для AR використовують такі платформи як-от (рис. 2):



Рис. 2. Інноваційні платформи для розвитку доповненої реальності

Google ARCore – платформа для розробки AR-застосунків для Android-пристроїв, що підтримує розпізнавання поверхонь, руху та накладення цифрових об'єктів на реальний світ.

Apple ARKit – аналогічна платформа для iOS, що забезпечує високий рівень інтеграції AR у мобільні застосунки та навчальні програми.

Microsoft HoloLens – гарнітура змішаної реальності, що дозволяє взаємодіяти з цифровими об'єктами у реальному середовищі, використовується в освітніх та професійних тренінгах.

Завдяки цим платформам викладачі та здобувачі освіти можуть створювати та використовувати інтерактивні освітні матеріали, що сприяють більш ефективному засвоєнню знань і розвитку практичних навичок у віртуальних умовах.

Проте, ефективне впровадження AR і VR в освітній процес потребує розробки чіткої методології, яка враховує підготовку викладачів, інтеграцію цих технологій у навчальні програми та оцінку їхньої ефективності. Відповідна методика повинна забезпечити якісне навчання, сприяти розвитку інформаційно-цифрової компетентності та забезпечити комфортну взаємодію викладачів і здобувачів освіти із віртуальними освітніми середовищами.

Викладачі відіграють ключову роль у впровадженні VR/AR в освітній процес. Однак ефективне використання цих технологій потребує спеціальної підготовки, що включає наступні етапи:

1) Формування та розвиток інформаційно-цифрової компетентності. Викладачі повинні опанувати базові навички роботи з VR/AR-платформами, навчитися використовувати відповідне обладнання (VR-шоломи, AR-окуляри, мобільні застосунки) та розуміти принципи функціонування цих технологій в освітньому середовищі.

2) Методичні тренінги та воркшопи. Організація спеціальних курсів та семінарів дозволить викладачам не лише ознайомитися з основними інструментами, а й отримати практичний досвід використання VR/AR у викладанні.

3) Розробка власних VR/AR-ресурсів. Викладачі повинні навчитися створювати або адаптувати VR/AR-контент відповідно до специфіки навчального предмета. Наприклад, розробка віртуальних лабораторій, 3D-моделей чи інтерактивних навчальних симуляцій.

4) Аналіз світового досвіду. Вивчення успішних практик впровадження VR/AR у міжнародних освітніх установах допоможуть визначити ефективні підходи та адаптувати їх до потреб конкретного закладу освіти.

Інтеграція VR і AR у навчальні програми повинна бути поетапною та враховувати як технічні, так і методичні аспекти. По-перше, необхідно визначити навчальні **дисципліни та теми, які доцільно доповнити VR/AR**. Наприклад, у природничих науках VR може використовуватися для віртуальних лабораторій, у медицині – для моделювання хірургічних операцій, а в історії – для інтерактивних екскурсій тощо.

По-друге, важливо розробити методику їхнього використання, визначити тривалість VR/AR-сесій, умови їхнього проведення та критерії оцінювання.

По-третє, заклади освіти повинні забезпечити відповідне обладнання, програмне забезпечення та технічну підтримку. Важливо враховувати сумісність VR/AR-застосунків із наявною навчальною інфраструктурою.

По-четверте, використання VR-симуляцій, AR-застосунків та 3D-моделей має бути інтегроване у традиційний освітній процес. Зокрема, можна створити гібридні курси, де частина матеріалу подається у традиційній формі, а частина – у VR/AR-середовищі.

Для визначення реального впливу VR/AR на освітній процес необхідно застосовувати системний підхід до оцінювання. Основні методи аналізу ефективності мають включати як **кількісні методи** (аналіз успішності здобувачів освіти до та після впровадження VR/AR, збір даних щодо часу засвоєння матеріалу та рівня залученості здобувачів освіти, відстеження активності користувачів у VR/AR-середовищах), так і **якісні методи** (опитування здобувачів освіти і викладачів щодо зручності та ефективності використання VR/AR, аналіз рівня мотивації здобувачів освіти до навчання, оцінка когнітивного навантаження та виявлення можливих побічних ефектів використання VR (втома, дезорієнтація тощо)), а також **технологічний моніторинг** (використання спеціалізованих платформ для збору аналітичних даних (наприклад, LMS із підтримкою VR/AR), визначення рівня інтерактивності та персоналізації навчальних матеріалів, оцінка ефективності VR/AR-контенту через штучний інтелект та алгоритми адаптивного навчання).

Таким чином, використання AR і VR в освітньому процесі забезпечує унікальні можливості для підвищення ефективності навчання завдяки інтерактивності, персоналізації та моделюванню складних процесів. Завдяки популярним платформам, таким як Unity, Unreal Engine, Google ARCore та Microsoft HoloLens, освітні установи можуть створювати високоякісний навчальний контент, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу. Успішне застосування цих технологій у вигляді віртуальних лабораторій, 3D-анатомічних моделей та віртуальних екскурсій демонструє значний потенціал AR і VR у сучасній освіті. Подальший розвиток цих технологій дозволить ще більше розширити їхні можливості та зробити освітній процес ще більш ефективним і доступним для здобувачів освіти у всьому світі.

При цьому, ефективне впровадження VR і AR в освітній процес потребує комплексного підходу, що включає підготовку викладачів, адаптацію навчальних програм і системний моніторинг ефективності цих технологій. Методична підготовка викладачів є важливим етапом, який забезпечує ефективну інтеграцію VR/AR у викладання. Крім того, для успішної реалізації необхідно розробити чітку стратегію оцінювання ефективності використання VR/AR, що включає аналіз успішності здобувачів освіти, рівня їхньої мотивації та когнітивного навантаження.

Результати дослідження підтверджують значний потенціал використання технологій доповненої (AR) та віртуальної реальності (VR) в освітньому процесі. Ці технології сприяють підвищенню ефективності навчання за рахунок інтерактивності, візуалізації складних понять та можливості моделювання реальних ситуацій.

Визначено основні можливості застосування AR/VR на різних рівнях освіти:

Дошкільна та початкова освіта: AR використовується для створення інтерактивних ігор, що сприяють формуванню базових навичок у дітей, зокрема

розвитку пам'яті, мовлення та логічного мислення. VR дозволяє віртуально відвідувати природні й історичні локації, що підвищує зацікавленість дітей до навчання.

Середня освіта: AR допомагає інтегрувати цифрові моделі у підручники, покращуючи візуалізацію природничо-наукових дисциплін. VR використовується для створення віртуальних лабораторій, історичних екскурсій, симуляцій фізичних явищ, що сприяє глибшому засвоєнню знань.

Вища освіта та професійна підготовка: VR-симуляції активно застосовуються у медицині (віртуальні операції), інженерії (робота з 3D-моделями), авіації (тренажери) та інших спеціальностях, що вимагають практичних навичок. AR-технології використовуються для візуалізації технічних процесів і взаємодії зі складними системами.

Щодо перспектив застосування AR/VR в освіті, то вони включають:

- інтеграцію з технологіями штучного інтелекту для персоналізації навчальних курсів і автоматичного адаптування контенту під потреби здобувачів освіти;
- використання AR/VR у дистанційному навчанні для забезпечення взаємодії здобувачів освіти з навчальними матеріалами в умовах віддаленого доступу;
- розвиток змішаного навчання (blended learning), що поєднує традиційні методи навчання з AR/VR-елементами для покращення засвоєння матеріалу.

Таким чином, технології AR/VR мають значний потенціал для покращення якості освіти, підвищення мотивації здобувачів освіти та розвитку професійних компетентностей. Подальші дослідження у цій сфері будуть спрямовані на вдосконалення методик використання VR/AR в освітньому процесі, розробку нових інтерактивних навчальних матеріалів і забезпечення доступності цих технологій у широкому освітньому контексті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aker Medhat, Wynn Greg, Arulampalam Tan. Virtual reality training in laparoscopic surgery: A systematic review & meta-analysis. *International Journal of Surgery*. 2016. 29. 10.1016/j.ijssu.2016.03.034.
2. Bailenson J. Experience on Demand: What Virtual Reality Is, How It Works, and What It Can Do; W. W. Norton: New York, NY, USA, 2018; ISBN 9780393253702.
3. Billinghurst Mark, Clark Adrian, Lee Gun. A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*. 2015. 8. 73-272. 10.1561/11000000049.
4. Gee James. What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy. *Computers in Entertainment*. 2003. 1. 20. 10.1145/950566.950595.
5. Gutiérrez Mario, Vexo Frederic, Thalmann Daniel. Stepping into Virtual Reality. 2008. 10.1007/978-1-84800-117-6.
6. L. Eutsler, C. S. Long. Preservice teachers' acceptance of virtual reality to plan science instruction. *Educational Technology & Society*. 24 (2021). 28–43. URL: <https://www.ijstor.org/stable/27004929> (дата звернення: 27.11.2024).
7. Medvedieva M., Yamkovenko V. Overview of applications with AR and VR technologies in educational activities. *Věda a perspektivy*. 2024. № 2(33). P. 168–177. URL: [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2024-2\(33\)-168-177](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2024-2(33)-168-177) (дата звернення: 27.12.2024).
8. Ronald T. Azuma. A survey of augmented reality. *Presence*, 1997. 6(4) : 355–385.
9. Titova L., Yamkovenko V. Advantages and challenges of implementing augmented reality technology in the educational process. In *Immersive technologies in education*. 2023. P. 50–55. <https://dspace.udpu.edu.ua/handle/123456789/15920>.
10. V. Hill, H. Lee. Libraries and immersive learning environments unite in second life, *LibraryHi Tech*. 27 (2009). 338–356.

11. Вакалюк Т. А., Медведєва М. О. Використання технологій доповненої реальності в освітньому процесі. «Інформаційно-комп'ютерні технології – 2021 (ІКТ-2021)» : тези доп. XII Міжнар. науково-техн. конф., м. Житомир, 1–3 квіт. 2021 р. Житомир, 2021. С. 137–138.
12. Єфімов Д. В. Використання доповненої реальності (AR) в освіті. *Вісник Запорізького національного університету*. 2021. Т. 2. № 1. С. 219–225. DOI: <https://doi.org/10.26661/2522-4360-2021-1-2-34> (дата звернення: 10.11.2024).
13. Лещенко Т. О., Жовнір М. М., Юфименко В. Г. Імерсивні технології в мовній освіті: від теорії до практичного впровадження. *Інноваційна педагогіка*. 2022. Т. 2. № 54. С. 13–17. URL: [http://repository.pdmu.edu.ua/bitstream/123456789/19969/1/Immersive technologies in language education.pdf](http://repository.pdmu.edu.ua/bitstream/123456789/19969/1/Immersive_technologies_in_language_education.pdf) (дата звернення: 28.11.2024).
14. Литвинова С. Г. Використання сервісу доповненої реальності Blippbuilder учителями природничо-математичних предметів в освітній практиці. *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2023. № 1 (52). С. 98–105. DOI: <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2023.52.98-105> (дата звернення: 14.02.2025).
15. Литвинова С. Г., Буров О. Ю., Семеріков С. О. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2020. № 55. С. 46–62. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62> (дата звернення: 01.03.2025).
16. Тарангул Л., Романюк С. Використання технологій доповненої реальності в освітньому процесі закладів вищої освіти. *Проблеми освіти*. 2022. № 1 (96). С. 187–204. URL: <https://doi.org/10.52256/2710-3986.1-96.2022.12> (дата звернення: 27.12.2024).
17. Хміль Н., Галицька-Дідух Т., Ван Цяньці. Використання віртуальної та доповненої реальності в українській освіті. *Академічні візії*. 2023. № 22. URL: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8251886> (дата звернення: 22.12.2024).

REFERENCES

1. Aker, Medhat & Wynn, Greg & Arulampalam, Tan. (2016). Virtual reality training in laparoscopic surgery: A systematic review & meta-analysis. *International Journal of Surgery*. 29. 10.1016/j.ijssu.2016.03.034.
2. Bailenson, J. (2018). Experience on Demand: What Virtual Reality Is, How It Works, and What It Can Do. W. W. Norton & Company.
3. Billinghamurst, Mark & Clark, Adrian & Lee, Gun. (2015). A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*. 8. 73-272. 10.1561/1100000049.
4. Gee, James. (2003). What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy. *Computers in Entertainment*. 1. 20. 10.1145/950566.950595.
5. Gutiérrez, B., Vexo, F., & Thalmann, D. (2019). *Stepping into Virtual Reality*. Springer.
6. L. Eutsler, C. S. Long (2021). Preservice teachers' acceptance of virtual reality to plan science instruction, *Educational Technology & Society*, 24, 28–43. URL: <https://www.jstor.org/stable/27004929> (accessed: 27.11.2024).
7. Medvedieva, M., & Yamkovenko, V. (2024). Overview of applications with AR and VR technologies in educational activities. *Věda a perspektivy*, (2(33)). [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2024-2\(33\)-168-177](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2024-2(33)-168-177).
8. Ronald T., Azuma. (1997). A survey of augmented reality. *Presence*, 6(4) : 355–385.
9. V. Hill, H. Lee (2009). Libraries and immersive learning environments unite in second life, *LibraryHi Tech*. 27, 338–356.
10. Titova, L., & Yamkovenko, V. (2023). Advantages and challenges of implementing augmented reality technology in the educational process. In *Immersive technologies in education* (50–55). <https://dspace.udpu.edu.ua/handle/123456789/15920>.
11. Vakaliuk, T. A., & Medvedieva, M. O. (2021). Vykorystannia tekhnolohii dopovnenoj realnosti v osvithomu protsesi [The use of augmented reality technologies in the educational process]. In *Informatsiino-komp'uterni tekhnolohii – 2021 (IKT-2021): Proceedings of the XII International Scientific and Technical Conference* (pp. 137–138). Zhytomyr. [in Ukrainian]

12. Yefimov D. V. (2021). Vykorystannia dopovненоi realnosti (AR) v osviti [The use of augmented reality (AR) in education]. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of Zaporizhzhya National University*, 2, 1, 219–225. DOI: <https://doi.org/10.26661/2522-4360-2021-1-2-34> (accessed: 10.11.2024) [in Ukrainian].
13. Leshchenko T. O., Zhovnir M. M., Yufimenko V. G. (2022). Imersyvni tekhnolohii v movnii osviti: vid teorii do praktychnoho vprovadzhennia [Immersive technologies in language education: from theory to practical implementation]. *Innovatsiina pedahohika – Innovative pedagogy*, 2, 54, 13–17. URL: http://repository.pdmu.edu.ua/bitstream/123456789/19969/1/Immersive_technologies_in_language_education.pdf (accessed: 28.11.2024) [in Ukrainian].
14. Lytvynova S. G. (2023). Vykorystannia servisu dopovненоi realnosti Blippbuidер uchyteliamy pryrodnycho-matematychnykh predmetiv v osvitnii praktytsi [Using the Blippbuidер augmented reality service by teachers of science and mathematics subjects in educational practice]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu – Scientific Bulletin of Uzhhorod University*, 1 (52), 98–105. DOI: <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2023.52.98-105> (accessed: 14.02.2025) [in Ukrainian].
15. Litvynova, S. G., Burov, O. Yu., Semerikov, S. O. (2020). Kontseptualni pidkhody do vykorystannia zasobiv dopovненоi realnosti v osvitnomu protsesi [Conceptual approaches to the use of augmented reality tools in the educational process]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problem – Modern information technologies and innovative teaching methods in training specialists: methodology, theory, experience, problems*, 55, 46–62. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62> (accessed: 01.03.2025) [in Ukrainian].
16. Tarangul L., Romanyuk S. (2022). Vykorystannia tekhnolohii dopovненоi realnosti vosvitnomu protsesi zakladiv vyshchoi osvity [The use of augmented reality technology in the educational process of higher education institutions]. *Problemy osvity – Problems of education*, 1 (96), 187– 204. URL: <https://doi.org/10.52256/2710-3986.1-96.2022.12> (accessed: 27.12.2024) [in Ukrainian].
17. Khmil N., Halytska-Diduh T., Wang Qianqi (2023). Vykorystannia virtualnoi ta dopovненоi realnosti v ukrainskii osviti [The use of virtual and augmented reality in Ukrainian education]. *Akademichni vizii – Academic visions*, 22 / 2023. URL: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8251886> (accessed: 22.12.2024) [in Ukrainian].