

## Використання доповненої реальності в освітньому процесі закладів вищої освіти України

*Велущак Марина Ярославівна<sup>1</sup>, Гарачковський Олександр Ігорович<sup>2</sup>,  
Василенко Ольга Валентинівна<sup>3</sup>*

Опубліковано	Секція	УДК
11.04.2025	Освіта/Педагогіка	378.147:004.946](477)

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15192765>

Ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

**Анотація.** Доповнена реальність є інноваційною технологією, що дає змогу інтегрувати віртуальний контент у реальний світ, створюючи новітні шляхи для взаємодії з інформацією через мобільні пристрої або спеціалізовані AR-окуляри. Технологія доповненої реальності не є новою, однак її застосування в освіті набирає популярності останнім часом завдяки розвитку мобільних технологій, потужних графічних процесорів і вдосконалених програмних рішень. Порівняно з віртуальною реальністю доповнена реальність збагачує реальний світ, даючи користувачеві можливість взаємодіяти з цифровими об'єктами без відриву від реального середовища. Завдяки цьому такі технології відкривають нові перспективи для освіти, де традиційні методи поєднуються з новітніми технологіями для покращення взаємодії здобувачів з навчальним матеріалом.

Метою дослідження є аналіз потенціалу доповненої реальності як інструмента модернізації вищої освіти, оцінювання її переваг і викликів у контексті навчання, а також визначення перспектив її впровадження в освітній процес. З метою досягнення поставленої мети використано комплексний метод, що передбачає вивчення наукових праць із цієї теми, включаючи впровадження доповненої реальності в освіту, огляд сучасних AR-додатків (наприклад, ARSolarSystem, CleverBooksGeometry, CivilisationsAR) і їх функціоналу, а також оцінювання технічних платформ розробки (Vuforia, ARToolKit, HP Reveal). Проведено порівняльний аналіз доповненої реальності з традиційними методами навчання, щоб виявити її переваги в підвищенні зацікавленості студентів і полегшенні засвоєння складних понять. Додатково розглянуто практичні кейси використання AR у різних дисциплінах.

Результати дослідження свідчать, що доповнена реальність значно посилює можливості навчальної діяльності. AR-додатки, такі як ARSolarSystem і CleverBooksSpace, дають студентам змогу взаємодіяти з 3D-моделями Сонячної системи чи ракетних конструкцій, що поглиблює розуміння природничих і технічних наук. CleverBooksGeometry й AR GEOMETRY сприяють розвитку просторового мислення через інтерактивну візуалізацію геометричних фігур, а CivilisationsAR і BridgesAR збагачують вивчення історії й архітектури. Технологія забезпечує персоналізацію навчання,

<sup>1</sup> кандидат педагогічних наук, асистент, кафедра іноземних мов для гуманітарних факультетів, факультет іноземних мов, Чернівецький національний Університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-4595-0467>

<sup>2</sup> викладач, кафедра медіапродюсування та видавничої справи, факультет журналістики, Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-5651-8229>

<sup>3</sup> кандидат мистецтвознавства, доцент, професорка, завідувачка кафедри історії музики, факультет виконавського мистецтва та музикознавства, Київська муніципальна академія музики ім. Р.М. Глієра, м. Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-4431-8515>

адаптуючи матеріали до індивідуальних потреб студентів, й усуває потребу в дорогих фізичних посібниках, оптимізуючи витрати. Завдяки високій інтерактивності AR підвищує концентрацію уваги, стимулює критичне мислення та дає змогу безпечно проводити потенційно небезпечні лабораторні експерименти, що особливо цінно для медицини, авіації та інженерії.

Проте впровадження доповненої реальності стикається з низкою викликів: недостатньою підготовкою викладачів, обмеженою сумісністю додатків із різними операційними системами, браком адаптованих навчальних матеріалів і технічними проблемами, пов'язаними з інфраструктурою, зокрема доступом до стабільного інтернету. Платформи розробки, такі як HP Reveal і Vuforia, демонструють високий потенціал для створення інтерактивних середовищ, але потребують подальшого вдосконалення для масового використання в освіті.

Висновки свідчать про те, що доповнена реальність є потужним інструментом модернізації освіти, що поєднує інтерактивність, візуалізацію та практичну спрямованість. Її інтеграція сприяє покращенню рівня опанування матеріалу, розвитку ключових компетентностей (критичного мислення, технологічних навичок) і формуванню в студентів навичок для роботи в професійному середовищі. Доступність технології завдяки використанню мобільних пристроїв робить її перспективною для широкого застосування, зокрема, у дистанційному та змішаному навчанні. Однак для повноцінної реалізації потенціалу доповненої реальності необхідні системні заходи: створення цифрової інфраструктури, розроблення універсальних платформ, адаптація навчальних матеріалів і підвищення кваліфікації педагогів.

**Ключові слова:** освітні інновації, цифрові технології, адаптивне навчання, мобільні пристрої.

### **The Uses of Augmented Reality in the Educational Process of Ukrainian Higher Education Institutions**

**Abstract.** Augmented reality is an innovative technology that allows you to integrate virtual content into the real world, creating new ways to interact with information through mobile devices or specialised AR glasses. Augmented reality technology is not new, but its use in education has gained popularity recently due to the development of mobile technologies, powerful graphics processors and advanced software solutions. Compared to virtual reality, augmented reality enriches the real world by enabling users to interact with digital objects without leaving the real environment. As a result, such technologies open up new perspectives for education, where traditional methods are combined with the latest technologies to improve the interaction of students with educational material.

The study aims to analyse the potential of augmented reality as a tool for modernising higher education, assess its benefits and challenges in the context of learning, and determine the prospects for its implementation in the educational process. In order to achieve this goal, a comprehensive method was used, which involves the study of scientific works on this topic, including the introduction of augmented reality in education, a review of modern AR applications (e.g., ARSolarSystem, CleverBooksGeometry, CivilisationsAR) and their functionality, as well as an evaluation of technical development platforms (Vuforia, ARToolkit, HP Reveal). A comparative analysis of augmented reality with traditional teaching methods was carried out to identify its advantages in increasing student interest and facilitating the learning of complex concepts. In addition, practical cases of AR use in various disciplines are considered.

The results of the study show that augmented reality significantly enhances learning opportunities. AR applications such as ARSolarSystem and CleverBooksSpace allow students to interact with 3D models of the solar system or rocket structures, which deepens their understanding of natural and technical sciences. CleverBooksGeometry and AR GEOMETRY

promote spatial thinking through the interactive visualisation of geometric shapes, while CivilisationsAR and BridgesAR enrich the study of history and architecture. The technology enables personalised learning by adapting materials to individual student needs and eliminates the need for expensive physical textbooks, optimising costs. Due to its high interactivity, AR increases concentration, stimulates critical thinking, and allows for the safe conduct of potentially dangerous laboratory experiments, which is especially valuable in medicine, aviation, and engineering.

However, the implementation of augmented reality faces several challenges: insufficient training of teachers, limited compatibility of applications with different operating systems, lack of adapted learning materials, and technical problems related to infrastructure, including access to a stable internet connection. Development platforms such as HP Reveal and Vuforia show high potential for creating interactive environments but need to be further developed for mass use in education.

The conclusions show that augmented reality is a powerful tool for modernising education, combining interactivity, visualisation and practicality. Its integration helps improve the learning level, develop key competencies (critical thinking, technological skills) and build students' skills for working in a professional environment. The accessibility of the technology through mobile devices makes it promising for widespread use, particularly in distance and blended learning. However, to fully realise the potential of augmented reality, systemic measures are needed: the creation of digital infrastructure, the development of universal platforms, the adaptation of educational materials and the professional development of teachers.

**Keywords:** educational innovations, digital technologies, adaptive learning, mobile devices.

**Вступ.** Сучасний період розвитку людської цивілізації відзначається швидким прогресом інформаційно-комунікаційних технологій, які трансформують усі сфери суспільного життя – від економіки й соціальних взаємодій до науки й освіти. У сучасному світі, де цифровізація набуває глобального масштабу, освіта відіграє ключову роль у розвитку інтелектуального ресурсу, постійно змінюючись та адаптуючись до вимог технологічної епохи [1]. Одним із найбільш інноваційних і перспективних напрямів цієї трансформації є впровадження доповненої реальності (Augmented Reality, AR) – технології, що інтегрує цифрові об'єкти, дані, графічні елементи й інтерактивні компоненти у фізичне середовище, створюючи простір, який поєднує реальний і віртуальний світи [2]. Ця технологія відкриває унікальні підходи до покращення освітнього процесу, зокрема, в установах вищої освіти, де зростає потреба у формуванні висококваліфікованих фахівців, здатних відповідати потребам сучасного ринку праці, що дедалі більше орієнтується на цифрові компетентності.

Доповнена реальність у вищій освіті не лише розширює межі звичних педагогічних підходів, а й створює якісно нове середовище для навчання, де теоретичні знання набувають практичного виміру через візуалізацію, симуляцію та інтерактивну взаємодію. Такі можливості сприяють не лише поглибленому засвоєнню складних концепцій, а й розвитку ключових навичок XXI століття – критичного мислення, просторової уяви, командної роботи й технологічної грамотності. Усе це робить доповнену реальність не просто допоміжним інструментом, а стратегічним ресурсом для модернізації освітнього процесу.

У розвинених країнах, таких як Великобританія, Японія чи Німеччина, доповнена реальність уже стала невід'ємною частиною навчального процесу в провідних університетах. Наприклад, Массачусетський технологічний інститут використовує доповнену реальність для моделювання фізичних і хімічних експериментів у віртуальних лабораторіях, Гарвардський університет застосовує її для підготовки

медичних кадрів через симуляцію операцій, Університет Токіо інтегрує технологію в інженерні програми для тестування складних систем, а Університет Оксфорда – для візуалізації археологічних і літературних реконструкцій. Ці приклади свідчать про те, що доповнена реальність є гнучкою технологією, яку можна адаптувати до різних економічних і соціальних умов, що робить її перспективною й для нашої держави.

Україна, як держава з розвиненим потенціалом у сфері інформаційних технологій, має всі передумови для успішної інтеграції доповненої реальності в систему вищої освіти [3]. Наявність потужної IT-індустрії, значний науковий потенціал університетів і поступова цифровізація суспільства створюють сприятливе підґрунтя для впровадження інноваційних рішень.

Аналіз наукової літератури свідчить про значний інтерес до використання доповненої реальності в освіті, що відображається в численних дослідженнях, проведених як на міжнародному, так і на національному рівнях. Дослідження, Lucena-Anton D et al [4] слугують яскравим підтвердженням того, що використання доповненої реальності сприяє активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти. Це пояснюється створенням ігрового, захопливого й комфортного навчального простору. Крім того, зазначається, що технології доповненої реальності сприяють покращенню взаємодії між студентами, мотивуючи їх до колективного розв'язання завдань, обґрунтованих дискусій і розвитку критичного мислення. Окрім цього, студенти позитивно оцінюють доповнену реальність як дієвий засіб для засвоєння педагогічних дисциплін і розв'язання конфліктних ситуацій. Аналогічно роботи S. Singh, A. Kaur, Y. Gulzar [5] продемонстрували, що доповнена реальність дає можливість інтегрувати цифрову інформацію в реальний світ, що значно покращує розуміння складних концепцій. Також ці технології допомагають викладачам урізноманітнювати підходи до навчання, які мотивують студентів до активної участі в освітньому процесі й підвищують рівень зацікавленості здобувачів освіти. Більш того, учені переконані, що технології доповненої реальності сприяють розвитку впевненості у власних знаннях, формують позитивне ставлення до навчання та підвищують загальний рівень задоволеності навчальним процесом здобувачами освіти. Особливо ефективним є використання й упровадження доповненої реальності у вивчення природничих і технічних дисциплін, таких як фізика, математика, біологія та історія, де візуалізація є ключовим елементом розуміння матеріалу.

Українські дослідники також звертають увагу на потенціал доповненої реальності, хоча обсяг вітчизняних праць у цій галузі залишається меншим порівняно з міжнародними. Наприклад, С. Литвинова, О. Буров, С. Семеріков [6] наголошують, що гнучкість цієї технології дає змогу використовувати її як у межах індивідуального навчання, так і в груповій роботі, адаптуючи освітній процес до вимог конкретних студентів. Доповнена реальність може бути ефективно інтегрована в усі рівні освіти, що підтверджує її універсальність. Науковці переконані, що в контексті дистанційного навчання AR набуває особливої актуальності, оскільки забезпечує доступ до навчального контенту незалежно від місця перебування студентів. Її системне впровадження сприяє розвитку цифрових компетентностей і професійних навичок, необхідних у сучасних умовах ринку праці. Інтеграція доповненої реальності в навчальні матеріали не лише збагачує освітній контент, а й підвищує його дидактичну цінність. Це особливо важливо не тільки для вивчення складних наукових тем, а й історичних подій і природних явищ, що сприяє глибшому розумінню матеріалу.

Дослідження [7] ще одного вітчизняного досвіду використання доповненої реальності в освіті підтвердило її значний потенціал для розвитку мотивації, когнітивних навичок та інтерактивного засвоєння знань. У межах роботи проаналізовано сучасні платформи AR/VR, визначено доцільність використання Unity, Visual Studio, Google VR і Vuforia для навчальних цілей. Приділено значну увагу

розробленню факультативного курсу про віртуальну й доповнену реальність, який має на меті навчити студентів не лише теоретичних аспектів AR, а й практичних навичок створення інноваційних освітніх продуктів. Курс охоплює широкий спектр тем, від розроблення інтерфейсів користувача до налаштування систем геопозиціонування й навчальних матеріалів за допомогою популярних платформ, таких як Vuforia. Відгуки учасників курсу підтвердили високий інтерес до технологій доповненої реальності й бажання продовжити навчання в цій сфері. Більшість студентів зазначили, що отримані знання стануть для них корисними в професійній діяльності, а також висловили бажання більш детально вивчити можливості AR для подальшого впровадження в різні сфери. Серед основних пропозицій щодо вдосконалення курсу були вказівки на необхідність збільшення практичного складника, що дасть студентам змогу краще засвоїти матеріал через активну роботу з реальними проектами та практичними завданнями. Також зазначено на важливості інтеграції курсу зі STEM-дисциплінами, оскільки це дає студентам змогу поєднувати теоретичні знання з реальними інженерними й науковими практиками.

У свою чергу, науковці Л. Тарангул, С. Романюк [8] зазначають, що доповнена реальність стає особливо важливим інструментом для сфери інформаційних технологій. На відміну від віртуального середовища (VR), яке повністю занурює користувача в синтетичне середовище, доповнена реальність (AR) додає до реального світу цифрові елементи, що дає змогу створити більш інтерактивний досвід навчання. Цей підхід допомагає створити нову систему взаємодії між студентами й навчальним матеріалом, що відповідає їхньому стилю навчання. Дослідники переконані, що відсутність потреби в спеціалізованих приміщеннях дає здобувачам змогу отримувати навчальні матеріали в будь-якому місці й у будь-який час за умови наявності мобільного пристрою. Продемонстровано, що сучасні мобільні пристрої мають достатньо потужності для підтримки AR-додатків, на ринку вже є численні програми, які працюють на таких пристроях. Наприклад, Vuforia, ARToolKit, Kudan та інші бібліотеки надають інструменти для розроблення додатків щодо доповненої діяльності, які можуть застосовуватися з освітньою метою. Ці програми дають змогу об'єднувати різні мультимедійні елементи й забезпечують підтримку широкого спектра пристроїв. Також результати інших робіт [9] показали, що доповнена реальність може бути використана для симуляції різних практичних технік, що дає студентам змогу відпрацьовувати навички в контрольованому середовищі.

У контексті глобальних освітніх трендів і національних потреб України впровадження доповненої реальності у вищу освіту набуває стратегічного значення. Таким чином, існує потреба в проведенні більш глибоких досліджень, спрямованих на вивчення можливостей і викликів використання доповненої реальності в контексті українських закладів вищої освіти.

**Метою статті** є аналіз результативності застосування технологій доповненої реальності в навчальному процесі закладів вищої освіти України.

#### **Завдання статті:**

1. Проаналізувати рівень упровадження технологій доповненої реальності в установах вищої освіти України.
2. Визначити переваги й виклики використання цієї технології в освітньому процесі.
3. Розробити стратегічні рекомендації щодо інтеграції доповненої реальності в навчальний процес.

**Матеріали й методи.** Здійснено аналіз наукових джерел за допомогою міжнародних наукометричних баз даних, таких як Google Scholar, Web of Science і Scopus. Для збирання літератури застосовувалися такі ключові пошукові запити: «доповнена реальність», «цифрові технології», «адаптивне навчання», «мобільні пристрої», «освітні

інновації». Відбір досліджень базувався на їх актуальності та якості наукових робіт, зокрема тих, що висвітлюють застосування доповненої реальності в різних освітніх дисциплінах. Усі матеріали, які включені до аналізу, пройшли наукове рецензування, що забезпечує високий рівень надійності джерел.

**Результати.** Доповнена реальність (AR) являє собою інноваційну технологію, що інтегрує цифровий контент у фізичне середовище завдяки використанню мобільних пристроїв і спеціальних AR-окулярів. Доповнена реальність збагачує реальний простір віртуальними компонентами, зокрема графічними об'єктами, аудіосупроводом і сенсорними ефектами. У галузі освіти ця технологія має значний потенціал завдяки низці суттєвих переваг. Її застосування дає змогу розглядати складні процеси та явища детальніше, ніж за допомогою традиційних ілюстрацій у підручниках або картографічних матеріалах. Використання доповненої реальності зумовлює зростання зацікавленості здобувачів, зокрема покращенню концентрації уваги в процесі засвоєння навчального матеріалу [10, с. 5]. Крім того, ця технологія розширює можливості проведення практичних досліджень та експериментів, що особливо важливо для безпечного виконання потенційно небезпечних лабораторних робіт.

На сучасному ринку представлено широкий спектр AR-додатків, орієнтованих на освітні потреби. Наприклад, ARSolarSystem є платформою для вивчення Сонячної системи, що забезпечує взаємодію з її 3D-моделями. CleverBooksSpace містить інтерактивні завдання з інженерії та космонавтики, допомагаючи користувачам моделювати ракетні конструкції й аналізувати механіку їх функціонування. CleverBooksGeometry надає візуалізовані 3D-об'єкти геометричних фігур, що сприяє розвитку просторового мислення й полегшує розуміння математичних закономірностей. BridgesAR дає змогу досліджувати архітектурні особливості світових мостових споруд у форматі інтерактивного перегляду. SkyscrapersAR забезпечує можливість вивчення конструкцій відомих хмарочосів, надаючи докладну інформацію про їх будову та принципи проектування. Додаток Quiver створений для розвитку творчих навичок і моторики рук, оскільки дає змогу оживляти власні малюнки у форматі доповненої реальності. Платформа ARLOOPA містить широкий спектр AR-об'єктів, згрупованих за тематичними категоріями, зокрема наука, культура, технології та історія. Завдяки можливостям TryCamAR користувачі можуть застосовувати алгоритми штучного інтелекту для автоматичного видалення фону й попереднього перегляду товарів у режимі AR. Додаток CivilisationsAR, розроблений BBC, забезпечує інтерактивну взаємодію з культурними артефактами й історичними пам'ятками, що розширює можливості вивчення світової історії [10, с. 6].

Більше того, упровадження доповненої реальності в освітній процес сприяє оптимізації витрат на виготовлення традиційних друкованих навчальних матеріалів, а в деяких випадках дає змогу повністю відмовитися від фізичних наочних посібників. Доступність цієї технології зумовлена відсутністю потреби в спеціалізованому обладнанні, оскільки її використання можливе за допомогою мобільних пристроїв. Також доповнена реальність сприяє персоналізації освітнього процесу, оскільки дає змогу корегувати навчальні матеріали з урахуванням індивідуальних особливостей і потреб здобувачів освіти, а інтерактивні можливості розширюють навчальний простір, роблячи його багатовимірним і динамічним. Важливим є той факт, що завдяки високій візуалізації складних понять студенти глибше засвоюють матеріал та отримують більш цілісне уявлення про об'єкти, що вивчаються. Вони стимулюють розвиток критичного мислення, даючи здобувачам освіти змогу розв'язувати реальні завдання в інтерактивному форматі. AR також дає можливість здійснення безпечного моделювання лабораторних експериментів без ризику для здоров'я учасників [10, с. 7]. Інтеграція цієї технології в освітній процес відкриває перспективи її використання в професійній підготовці в різноманітних сферах.

Завдяки використанню доповненої реальності здобувачі освіти можуть зосередитися на навчальному матеріалі, оскільки усуваються чинники зовнішнього середовища, що відволікають. Ця технологія також забезпечує можливість змінювати й контролювати навчальний процес, що сприяє максимальному залученню здобувачів освіти до освітньої діяльності [11, с. 6]. Основними напрямками застосування доповненої реальності в підготовці майбутніх педагогів є перевірка наукових моделей, формування технологічних навичок, підтримка дослідницької діяльності та створення навчальних симуляційних середовищ, що поєднують елементи гри й взаємодії.

Використання AR у педагогічній освіті сприяє вдосконаленню методик викладання й підвищенню рівня засвоєння знань здобувачами. Існує низка платформ для розроблення й упровадження доповненої реальності в навчальний процес. Наприклад, Vuforia забезпечує розпізнавання та сканування реальних об'єктів, даючи змогу їх інтеграції в цифровий простір. ARToolKit працює з 3D-інтерактивними об'єктами, підтримуючи багатоплатформенну сумісність. WikiTude ідентифікує 2D- і 3D-формати, даючи можливість створення анімацій та інтерактивних моделей. Kudan AR вирізняється здатністю розпізнавати складні 3D-об'єкти без необхідності встановлення маркерів. HP Reveal поєднує можливості AR та IoT, що дає змогу інтегрувати цифрові елементи в реальний світ на основі GPS, Bluetooth та інших технологій [11, с. 11–12]. Платформи для доповненої реальності мають різні технічні особливості, проте саме HP Reveal вважається найбільш ефективним інструментом для освітнього середовища, оскільки підтримує широкий спектр функцій і має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Доповнена реальність сприяє інформатизації освітнього процесу, що відповідає сучасним викликам модернізації освіти й розвитку цифрових навичок у майбутніх педагогів. Також є ще платформа Rumii, яка дає можливість студентам, які навчаються дистанційно, відчувати соціальну інтегрованість і зменшити рівень ізоляції.

Доповнена реальність активно використовується для створення інтерактивних освітніх матеріалів, що робить навчання більш наочним і цікавим. Вона сприяє розробленню новітніх макетів і платформ для візуалізації складних теоретичних концепцій, що особливо корисно в точних і природничих науках. Інтеграція мультимедійних елементів в AR-підручники дає змогу студентам опрацьовувати навчальний матеріал у нестандартний та інноваційний спосіб.

Яскравим прикладом такої інтеграції є мобільний застосунок AR GEOMETRY, який допомагає старшокласникам засвоювати розділ стереометрії [12, с. 173]. Ця програма дає змогу взаємодіяти з тривимірними геометричними фігурами, що значно полегшує розуміння просторових структур. Здобувачі можуть змінювати ракурси, обертати моделі, розглядати їх з усіх боків і навіть аналізувати перетини геометричних тіл, що значно підвищує якість засвоєння матеріалу.

Доповнена реальність також відома під назвами розширена, збагачена або вдосконалена реальність. Одним із ключових її застосувань є AR-браузери – програми, що містять геолокаційні дані й накладають віртуальні об'єкти на реальний світ. Наприклад, система Layar дає змогу самостійно створювати цифрові шари, ідентифікувати об'єкти через камеру мобільного пристрою, забезпечувати навігацію та знаходити об'єкти за встановленими параметрами. Це відкриває широкі можливості не лише в освіті, а й у сферах туризму, архітектури, маркетингу й міського планування [12, с. 172].

Окреме значення в удосконаленні технологій має метод візуальної інерціальної одометрії. Він ґрунтується на комплексному аналізі інформації, отриманої з камер і сенсорів мобільних пристроїв, що дає змогу формувати детальну тривимірну модель оточення, яка безперервно оновлюється в реальному часі. Завдяки цьому можна не лише точно визначати місцеперебування і траєкторію руху об'єктів, а й гармонійно поєднувати віртуальні елементи з реальним середовищем. Подібні функціональні

можливості значно розширюють горизонти використання доповненої реальності в освітній сфері.

Варто підкреслити, що технології AR відіграють важливу роль у створенні спеціалізованих навчальних матеріалів. Вони відкривають можливості для розроблення інструментів оцінювання знань, віртуальних навчальних середовищ та інтерактивних платформ, що сприяють практичному освоєнню професійних навичок. Це робить дистанційне навчання не лише ефективнішим, а й більш адаптованим до індивідуальних потреб студентів. Одним із перспективних напрямів є розроблення мобільних додатків, орієнтованих на конкретні дисципліни. Такі програми можуть містити методичні матеріали у форматі тривимірних моделей, що суттєво спрощує засвоєння складних або абстрактних концепцій. Особливо це актуально для предметів, що потребують просторового мислення, таких як програмування, архітектура чи дизайн [13, с. 71].

Варто зазначити, що використання таких інноваційних підходів підвищує престиж викладача серед студентів, змінюючи традиційне уявлення про консерватизм у педагогіці, що особливо актуально в цифрову епоху. Одним із яскравих прикладів застосування доповненої реальності в освіті є програма PhysicsPlayground, яка дає змогу імітувати фізичні експерименти у віртуальному середовищі. Студенти можуть самостійно створювати досліди, аналізувати механічні явища в тривимірному просторі й досліджувати характеристики, такі як маса, сила та траєкторія руху об'єктів. Інструментарій програми дає змогу спостерігати й аналізувати процеси на різних етапах експерименту, що сприяє глибшому розумінню фізичних законів і розвитку аналітичного мислення.

Ще одним прикладом інтеграції AR у навчальні процеси є платформа Dow Day, розроблена на основі ARIS. Вона відкриває можливість для створення мобільних ігор, інтерактивних історій, освітніх квестів і здійснювати наукові дослідження. Додаток є результатом співпраці спеціалістів у сфері освіти, програмування, медіадизайну й інтерактивного мистецтва. Основний концепт цієї програми базується на можливості користувачів взаємодіяти з історичними подіями, наприклад, студентськими протестами в США 1967 року, через технології розширеної реальності [14, с. 222].

Таким чином, застосування AR в освіті не лише оптимізує навчальний процес, а й створює нову концепцію здобуття знань, орієнтовану на інтерактивність, візуалізацію й активну участь студентів у пізнавальній діяльності. Використання цих технологій робить навчання цікавішим, ефективнішим і більш відповідним до вимог сучасного цифрового суспільства.

Для ефективного включення технології доповненої реальності в освітній процес необхідно створити відповідну цифрову інфраструктуру. Вона має містити ключові елементи, серед яких важливими є технічні пристрої, зокрема мобільні телефони, планшети, AR-маркери, а також операційні системи та програмні платформи, які забезпечують їх функціонування.

З огляду на нестримну інтеграцію мобільних пристроїв у повсякденне життя, їх використання в освітньому процесі відіграє все важливішу роль, особливо у форматах дистанційного та змішаного навчання. У цьому разі виправданим є застосування концепції BYOD (Bring Your Own Device), що дає змогу залучити особисті пристрої здобувачів для демонстрації об'єктів доповненої реальності на заняттях із математики.

Серед безкоштовних застосунків, які сприяють вивченню математичних дисциплін, найпопулярнішими є ARBook, MozaBook і GeoGebra 3D. Їх функціональність дає змогу створювати інтерактивне навчальне середовище, сприяючи покращенню засвоєння матеріалу. Наприклад, додаток ARBook містить бібліотеку інтерактивних розробок для всіх рівнів освіти. Основний принцип його роботи полягає в проектуванні візуалізацій на рівну поверхню, що дає змогу змінювати масштаб, ракурс і детально

розглядати навчальні об'єкти. Крім того, кожна інтерактивна модель супроводжується теоретичними поясненнями, прикладами розв'язання завдань і тестовими завданнями.

Також одним із найпоширеніших напрямів використання доповненої реальності є візуалізація просторових об'єктів у стереометрії. У традиційному форматі вивчення цієї теми часто ускладнюється через обмеження двовимірного зображення на дошці або папері. Використання додатка GeoGebra 3D дає змогу розширити можливості навчального процесу, оскільки його мобільна версія має функцію переходу від 3D-зображень до режиму доповненої реальності [15, с. 17]. Завдяки цьому здобувачі можуть більш детально аналізувати просторові фігури, змінювати їх параметри й досліджувати взаємозв'язки між елементами геометричних конструкцій.

Одним із найпоширеніших програмних рішень у сфері доповненої реальності є Augment, який дає можливість відображення й редагування тривимірних об'єктів у режимі реального часу через камеру мобільного пристрою. Ця технологія використовується для створення, моделювання та вивчення цифрових копій різноманітних об'єктів, зокрема архітектурних конструкцій, біологічних структур, механічних моделей, предметів мистецтва. Здобувачі можуть змінювати масштаби моделей, обертати їх у просторі й вивчати деталі з різних ракурсів, що значно покращує сприйняття матеріалу та забезпечує поглиблене навчання через практичний досвід. В умовах дистанційного навчання доповнена реальність дає нові можливості для модернізації навчального процесу. Використання таких програмних засобів, як Augment, дає студентам змогу працювати з віртуальними моделями незалежно від їх фізичного місцезнаходження, що робить освітній контент більш доступним та інтерактивним. Це сприяє підвищенню дослідницько-наукових навичок і формуванню самостійності в опануванні навчального матеріалу.

Доповнена реальність також активно застосовується в проєктній діяльності здобувачів освіти, даючи можливість самостійного створення й аналізу 3D-моделей у рамках навчальних завдань. Такий підхід сприяє розвитку креативного мислення, аналітичних здібностей і командної роботи. Освітні установи можуть інтегрувати доповнену реальність для розроблення інтерактивних лабораторій, у яких студенти матимуть змогу проводити експерименти у віртуальному середовищі, моделюючи різноманітні фізичні, хімічні або біологічні процеси без ризику для здоров'я й без потреби в дорогому обладнанні [16, с. 62].

Для економістів доповнена реальність може використовуватися у процесі аналізу фінансових даних, візуалізації макроекономічних показників та моделювання економічних сценаріїв. Наприклад, AR-технології можуть створювати інтерактивні моделі глобальних ринків, що дозволяють вивчати вплив економічних факторів у реальному часі.

У сфері права доповнена реальність дає можливість студентам практикувати юридичні навички у віртуальному середовищі. Вона може використовуватися для аналізу складних правових конструкцій та інтерактивного навчання норм міжнародного права. Також ці технології можуть допомагати візуалізувати законодавчі акти, що особливо корисно для аналізу правових норм у контексті різних юрисдикцій.

Імерсивні технології також відкривають нові горизонти у вивченні іноземних мов, забезпечуючи ефект повного занурення у мовне середовище. На відміну від традиційних підходів, які лише частково імітують автентичне мовне середовище, доповнена реальність створює простір, у якому користувачі можуть практикувати мовлення у реальному часі. Це не лише сприяє подоланню мовних бар'єрів, а й підвищує впевненість у комунікації.

Однією з основних переваг імерсивних технологій є їхній здатність активізувати одночасно кілька каналів сприйняття інформації. Поєднання зорових, слухових та навіть тактильних відчуттів формує комплексний навчальний досвід, у межах якого нова

лексика та граматичні конструкції засвоюються природним шляхом через асоціацію з конкретними контекстами.

Значний внесок доповнена реальність робить у розвиток мовленнєвих навичок. Завдяки інтерактивним сценаріям користувачі можуть тренувати усне мовлення у змодельованих реальних або професійних ситуаціях. Діалог із віртуальними співрозмовниками сприяє розвитку навичок аргументації, адаптації до різних стилів комунікації та покращенню вимови.

Також, варто відмітити, що з урахуванням особливостей освітнього процесу доповнена реальність є досить доступним і практичним рішенням, оскільки її використання не потребує дорогого обладнання. Це робить її особливо привабливою для освітніх закладів, де фінансові ресурси можуть бути обмеженими [17, с. 141].

Як показано в таблиці 1 [10–15], AR-додатки в галузі вищої освіти можуть бути застосовані для вивчення природничих наук, математики, історії, архітектури, творчості й різних мов.

Таблиця 1

## Використання AR-додатків у різних освітніх галузях

Освітня галузь	AR-додатки	Можливості й переваги
Природничі науки	ARSolarSystem, Clever BooksSpace	Візуалізація складних явищ, моделювання експериментів, розвиток просторового мислення
Математика, фізика	Clever BooksGeometry	Візуалізація 3D-об'єктів, полегшення розуміння абстрактних понять, розвиток просторового мислення
Історія та культура.	CivilisationsAR, ARLOOPA	Інтерактивне вивчення історичних подій і культурних артефактів, занурення в історичний контекст
Вивчення мов	ARLOOPA	Візуалізація словникового запасу, інтерактивні вправи, занурення в мовне середовище
Архітектура й інженерія	BridgesAR, SkyscrapersAR, Clever BooksSpace	Дослідження архітектурних споруд, моделювання конструкцій, аналіз механіки, розвиток інженерних навичок
Творчість	Quiver	Розвиток творчих навичок

Використання технологій доповненої реальності в галузі вищої освіти сприяє ефективності навчального процесу завдяки інтерактивним і візуалізованим методам подання інформації. Проте процес інтеграції цих технологій супроводжується низкою труднощів, що вимагають ретельного аналізу й пошуку оптимальних рішень. Однією з основних проблем є обмежена сумісність AR-додатків із різними операційними системами, що ускладнює їх масштабне використання. Наприклад, здобувачі й викладачі можуть використовувати гаджети на базі iOS, Android чи Windows, і не всі програми здатні однаково ефективно працювати на цих платформах. Це створює нерівність у доступі до технологій, ускладнює їх широке впровадження в університетах із різною технічною базою. До того ж висока вартість спеціалізованого обладнання, такого як AR-окуляри чи потужні мобільні пристрої, може бути непосильною для багатьох закладів, особливо в країнах з обмеженим фінансуванням освіти.

Крім того, дефіцит навчальних матеріалів, адаптованих до використання в середовищі доповненої реальності, значно звужує можливості їх упровадження у вищих навчальних закладах. Більшість наявних курсів і підручників розроблені для традиційних методів викладання, і їх переведення у формат доповненої реальності вимагає значних зусиль, часу й ресурсів. Без належної кількості якісного контенту

потенціал доповненої реальності залишається нереалізованим, а викладачі змушені або самостійно створювати матеріали, або обходитися обмеженим набором готових рішень, які не завжди відповідають специфіці їхніх дисциплін.

На окрему увагу заслуговує проблема підготовки науково-педагогічних працівників. Багато викладачів, особливо старшого покоління, не має достатнього рівня цифрової компетентності для роботи з AR-технологіями. Відсутність доступних тренінгів чи програм підвищення кваліфікації призводить до того, що навіть за наявності обладнання й програмного забезпечення його використовують неефективно. Викладачі можуть відчувати невпевненість у своїх силах або просто не бачити практичної цінності доповненої реальності через брак прикладів її успішного застосування в їхній сфері.

Технічні труднощі, зокрема недостатня інфраструктура для стабільного доступу до мережі Інтернет, створюють додаткові перешкоди для використання AR-додатків, що часто потребують підключення до хмарних сервісів. Університети, які не мають сучасних мереж Wi-Fi чи достатньої пропускної здатності, стикаються з перебоями в роботі програм, що знижує якість навчального досвіду. До того ж питання безпеки даних у хмарних системах залишається недостатньо дослідженим у контексті доповненої реальності, що може викликати занепокоєння як у викладачів, так і в студентів.

Крім цього, брак наукових досліджень, що аналізують вплив доповненої реальності на когнітивний розвиток студентів, утруднює оцінювання її довгострокових ефектів. Без таких даних складно переконати адміністрації університетів інвестувати в технологію, адже її довгострокові переваги залишаються припущеннями, а не доведеними фактами. Відсутність централізованої платформи для AR-ресурсів змушує користувачів установлювати велику кількість окремих програм, що може негативно позначитися на їхньому навчальному досвіді.

Подолання цих перешкод можливе шляхом розроблення стратегічних рішень, що охоплюють як технічні, так і педагогічні аспекти. Зокрема, необхідне розроблення універсальних платформ, що забезпечуватимуть широку підтримку різних пристроїв та операційних систем, спрощуючи інтеграцію доповненої реальності в навчальний процес. Важливо також створити навчально-методичні комплекси, які містять AR-елементи й відповідають освітнім стандартам університетів.

Не менш важливим є підвищення кваліфікації викладачів. Організація регулярних курсів, семінарів і практичних воркшопів із використання доповненої реальності в навчанні допоможе педагогам освоїти технологію та знайти способи її органічної інтеграції в дисципліни. Такі програми могли б включати як базові навички роботи з доповненою реальністю, так і приклади створення власних інтерактивних матеріалів. Університети також мають інвестувати в інфраструктуру – модернізацію мереж і закупівлю доступного обладнання, можливо, через партнерство з технологічними компаніями.

Однією з найперспективніших сфер використання доповненої реальності у вищій освіті є її застосування для моделювання складних явищ і процесів, що традиційними методами викладання важко пояснити. Наприклад, у медичній освіті доповнена реальність може використовуватися для створення інтерактивних 3D-моделей людського тіла, що допомагає студентам глибше зрозуміти анатомічну будову й функціонування органів. У технічних спеціальностях такі технології дають змогу моделювати складні механізми й конструкції, підвищуючи рівень практичної підготовки студентів.

Значний потенціал має персоналізація навчального процесу за допомогою доповненої реальності, що дає змогу адаптувати освітній контент відповідно до вимог і здібностей кожного здобувача. Персоналізований підхід сприяє покращенню засвоєння матеріалу й підвищенню рівня залученості студентів у навчання. Крім того, технології

AR можуть стати ефективним інструментом для організації колективної роботи, сприяючи розвитку комунікативних здібностей і колективного розв'язання завдань [16, с. 63].

Використання технологій доповненої реальності може інтегруватися в онлайн-освіту, створюючи інтерактивні навчальні простори, які компенсують відсутність безпосередньої взаємодії. Це особливо актуально для спеціальностей, що вимагають опанування практичних навичок, таких як медицина, інженерія чи архітектура. Використання доповненої реальності у віртуальних лабораторіях дає можливість студентам проводити експерименти й моделювати різні процеси без необхідності фізичної присутності в лабораторії.

Створення нормативно-правової бази для впровадження доповненої реальності в систему вищої освіти є важливим кроком для її масштабного застосування. Крім того, необхідно розробити механізми фінансової підтримки проєктів, що спрямовані на розроблення й адаптацію AR-ресурсів до навчальних програм. Інвестиції в розвиток технологій доповненої реальності сприятимуть створенню сучасного освітнього простору, орієнтованого на інноваційні методи навчання.

Глобальні тенденції цифровізації освіти підтверджують необхідність активного впровадження доповненої реальності в навчальні процеси університетів [17, с. 62].

Практичний досвід закордонних освітніх установ демонструє ефективність використання доповненої реальності в підвищенні рівня залученості студентів і покращенні навчальних результатів. Подальший розвиток цієї технології сприятиме створенню нових форматів навчання, що базуються на інтерактивних, візуалізованих і персоналізованих підходах.

Отже, застосування технологій доповненої реальності у вищій освіті має значний потенціал для вдосконалення традиційних методів викладання, підвищення якості навчального процесу й розвитку навичок, необхідних для сучасного ринку праці. Водночас успішна інтеграція доповненої реальності в навчальні програми потребує подальших досліджень щодо її впливу на результати навчання, розвитку технічної інфраструктури і створення комплексних рішень, які сприятимуть ефективному використанню цієї технології в освітньому середовищі університетів.

**Висновки.** Доповнена реальність є інноваційною технологією, що відкриває нові горизонти в освітньому процесі завдяки інтеграції цифрового контенту у фізичне середовище. Її унікальність полягає в збагаченні реального світу віртуальними елементами, такими як 3D-моделі, аудіо- й сенсорні ефекти, що вигідно відрізняє її від віртуальної реальності й робить потужним інструментом для навчання. Застосування AR в освіті сприяє підвищенню зацікавленості студентів, покращенню концентрації уваги, розвитку просторового та критичного мислення, а також забезпечує безпечне моделювання складних процесів та експериментів, що особливо цінно для практичних занять у таких галузях, як медицина, інженерія та природничі науки.

Сучасний ринок пропонує широкий спектр AR-додатків, орієнтованих на освіту, серед яких ARSolarSystem, CleverBooksGeometry, CivilisationsAR тощо. Ці платформи дають змогу візуалізувати складні концепції, розвивати творчі здібності й поглиблювати розуміння навчального матеріалу через інтерактивну взаємодію. Водночас технологія сприяє оптимізації витрат на традиційні навчальні пособи, персоналізації навчання й розширенню навчального простору, роблячи його більш динамічним і багатовимірним.

Інтеграція доповненої реальності в освіту має значний потенціал для професійної підготовки майбутніх педагогів і фахівців інших галузей. Платформи розробки, такі як Vuforia, ARToolKit чи HP Reveal, надають інструменти для створення інтерактивних моделей і симуляційних середовищ, що поєднують елементи гри й дослідницької діяльності.

Проте для широкого впровадження AR у навчальні заклади необхідно подолати певні труднощі, зокрема технічні обмеження та брак кваліфікованих викладачів, здатних ефективно працювати із цією технологією. Однак розвиток навчальних платформ, а також інтеграція AR у педагогічні програми можуть значно полегшити цей процес. Потенціал цієї технології у вищій освіті величезний, і вона обіцяє значні зміни в підготовці майбутніх фахівців у таких сферах, як медицина, інженерія та архітектура.

Таким чином, доповнена реальність має значний потенціал для модернізації освітнього процесу, даючи нові можливості для інтерактивного навчання, досліджень і практичних вправ, що допоможе майбутнім фахівцям отримувати глибші й більш осмислені знання.

### Література:

1. Навчально-дослідницька діяльність майбутніх вчителів біології в процесі професійної підготовки: роль сучасного кабінету біології / С. Рудишин, О. Луценко, А. Кмець, В. Коненко. *Український педагогічний журнал*. 2022. № 4. С. 159–174. URL: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/issue/view/38/9>.
2. Дрокіна А. Використання технологій доповненої реальності як ефективного засобу реалізації STEM-освіти майбутніми вчителями початкової школи. *Академічні візії*. 2023. № 25. С. 1–9. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10077858>.
3. Використання засобів доповненої реальності у підготовці педагога на прикладі комплексного курсу «Створення програмного забезпечення AR» / В. Уманець, В. Бойчук, Б. Павлюк, Я. Ангелов. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. 2022. № 65. С. 78–88. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2022-65-78-88>.
4. Virtual and Augmented Reality versus Traditional Methods for Teaching Physiotherapy: A Systematic Review / D. Lucena-Anton, J.C. Fernandez-Lopez, A.I. Pacheco-Serrano et al. *Eur J Investig Health Psychol Educ*. 2022. Vol. 12. № 12. P. 1780–1792. URL: [10.3390/ejihpe12120125](https://doi.org/10.3390/ejihpe12120125).
5. Singh S., Kaur A., Gulzar Y. The impact of augmented reality on education: a bibliometric exploration. *Front. Educ*. 2024. № 9. P. 1–23. URL: [10.3389/feduc.2024.1458695](https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1458695).
6. Литвинова С., Буров О., Семеріков С. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2020. № 55. С. 46–62. DOI: [10.31652/2412-1142-2020-55-46-62](https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62).
7. Семеріков С., Литвинова С., Мінтій М. Впровадження курсу з розробки програмних засобів віртуальної та доповненої реальності для майбутніх викладачів STEM-дисциплін. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. 2020. № 57. С. 55–67. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-57-55-67>.
8. Тарангул Л., Романюк С. Використання технології доповненої реальності в освітньому процесі закладів вищої освіти. *Проблеми освіти*. 2022. № 1 (96). С. 1–18. DOI: <https://doi.org/10.52256/2710-3986.1-96.2022.12>.
9. Li JTS, Ng EEN and Lee VWY. Student's Perspectives on Augmented Reality in Pharmacy Education in Hong Kong. *Front. Educ*. 2021. № 6. P. 1–7. DOI: [10.3389/feduc.2021.756907](https://doi.org/10.3389/feduc.2021.756907).
10. Хміль Н.А., Галицька-Дідух Т.В., Цяньці В. Використання віртуальної та доповненої реальності в українській освіті. *Академічні візії*. 2023. № 22. С. 1–12. DOI: [http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8251886](https://doi.org/10.5281/zenodo.8251886).
11. Романишин І.М., Самборська О.В., Хміль Н.А. Ефективність використання віртуальної та доповненої реальності у професійній підготовці майбутніх педагогів.

*Педагогічна академія: наукові записки*. 2024. № 5. С. 1–18. DOI: <https://pedagogical-academy.com/index.php/journal/article/view/28>.

12. Вараксіна Н. Використання технологій змішаної реальності в освіті. *Науково-педагогічні студії*. 2024. № 6 (6). С. 168–180. DOI: <https://doi.org/10.32405/2663-5739-2022-6-168-180>.

13. Карабін О.Й. Використання доповненої реальності у підготовці майбутніх вчителів інформатики в умовах дистанційного навчання. *Вісник Запорізького національного університету. Серія «Педагогічні науки»*. 2020. № 3 (36). Ч. II. С. 68–72. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/19074>.

14. Єфімов Д.В. Використання доповненої реальності (AR) в освіті. *Педагогічні науки: теорія та практика*. 2021. № 2 (1). С. 219–225. DOI: <https://doi.org/10.26661/2522-4360-2021-1-2-34>.

15. Ботузова Ю.В. Можливості використання імерсивних технологій у навчанні математики. *Наукові записки. Серія «Педагогічні науки»*. 2022. № 212. С. 14–19. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-212-14-19>.

16. Клівак В. Технології доповненої реальності в освіті: виклики, можливості та перспективи. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері*. 2024. № 7 (1). С. 58–66. DOI: <https://doi.org/10.31866/2617-796X.7.1.2024.307002>.

17. Аксіологічні засади самовдосконалення фізичного розвитку студентської молоді в контексті сучасних освітніх інновацій. Світові тенденції / В.В. Овчарук, Б.А. Максимчук, О.А. Баштовенко й інші. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*. 2024. № 100. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series5.2024.100.12>.