

НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОБЛЕМ НАВЧАННЯ, ВИХОВАННЯ І РОЗВИТКУ УЧНІВ У ЗАКЛАДАХ ДОШКІЛЬНОЇ, ПОЧАТКОВОЇ ТА СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

УДК: 371.13 : 004.9

DOI: 10.31652/2412-1142-2025-76-55-65

Ангелов Ярослав Сергійович

аспірант кафедри цифрових технологій і професійної освіти,
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
м. Вінниця, Україна
ORCID ID: 0000-0001-5782-5546
angelovyaroslav@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ ІМЕРСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛІВ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ: СИНЕРГІЯ ДОПОВНЕНОЇ, ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ЗМІШАНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Анотація. У статті розглядаються сучасні методи впровадження імерсивних технологій, таких як доповнена реальність (AR), віртуальна реальність (VR) і змішана реальність (MR), для підготовки майбутніх педагогів. Розглянуто теоретико-методологічні основи використання імерсивних технологій у закладах вищої освіти, а також основні поняття, необхідні для правильного розуміння результатів дослідження. На основі аналізу досвіду впровадження AR-технологій у педагогічну освіту в Україні та за кордоном визначено основні переваги, можливості та перешкоди використання VR і MR у розширенні цифрового навчального середовища. Особливу увагу приділено проблемам мотивації до навчання учнів за допомогою імерсивних додатків, формування інформаційної культури майбутніх педагогів, розвитку емоційного інтелекту та творчого мислення, а також розвитку основних цифрових компетентностей.

Описано практичні результати впровадження імерсивних технологій у підготовку вчителів, зокрема шляхом створення електронних підручників з інтерактивними об'єктами AR та спільного виконання завдань. Висвітлено методи вибору та використання програмного забезпечення для створення імерсивного навчального контенту, а також особливості сприйняття здобувачами вищої освіти новітніх технологій та їх вплив на якість засвоєних знань. Проведений аналіз показав, що впровадження імерсивних технологій у освітній процес може підвищити успішність діяльності учасників освітнього процесу, активізувати пізнавальну діяльність студентів і надати їм більше можливостей для персоналізації та індивідуалізації навчання. Окреслено низку можливостей для використання імерсивних технологій у підготовці вчителів, що включає створення метавсесвітів в освіті, розвиток інклюзивної освіти та міждисциплінарну інтеграцію. Авторами було запропоновано шляхи покращення умов для застосування імерсивних технологій у підготовці вчителів шляхом покращення цифрової інфраструктури та методичної бази, ефективної інтеграції віртуальної реальності, доповненої реальності та змішаної реальності в освітньому процесі.

Ключові слова: імерсивні технології, доповнена реальність, віртуальна реальність, змішана реальність, педагогічна освіта, цифрові компетентності, освітній процес, електронний підручник, освітній метавсесвіт.

1. ВСТУП

Актуальність дослідження зумовлена забезпеченістю підготовки вчителів, які можуть ефективно впроваджувати імерсивні технології (AR, VR, MR) в навчальних процесах, розвивати цифрові навички, створювати сучасний контент і підвищувати якість освіти в умовах динамічних змін.

Розвиток цифрових технологій швидко змінює сучасну освіту, створюючи нові вимоги до професійної підготовки майбутніх вчителів. Цифровізація освіти потребує не лише знань інформаційно-комунікаційних технологій, але й інноваційних інструментів, зокрема імерсивних технологій, які відкривають абсолютно нові можливості для організації освітнього процесу. У сучасному світі доповнена реальність (AR) вже довела себе ефективно для підвищення мотивації до навчання, розвитку емоційного інтелекту, розвитку креативного мислення та покращення засвоєння навчального матеріалу. Тим не менш, інноваційні технології, які забезпечують синергію віртуальної (AR) і змішаної реальності (MR), прогресують частиною сучасної освітньої парадигми.

Це дозволяє створити повністю імерсивні освітні середовища, які забезпечують не тільки високий рівень забезпечення здобувачів освіти навчальним контентом, але й сприяють активній взаємодії, персоналізації освітньої траєкторії, розвитку критичного мислення та творчих методів виконання професійних завдань, а також розвитку навичок співпраці.

Постановка проблеми. Швидке впровадження цифрових технологій змінює зміст і методи підготовки педагогів, що є ознакою швидкого розвитку освіти. В умовах цифровізації зростає потреба не лише в базових ІКТ-компетентностях, але й формування навичок ефективного використання імерсивних технологій, таких як доповнена реальність (AR), віртуальна реальність (VR) і змішана реальність (MR). Як показав аналіз, у вітчизняній освіті поєднуються теоретичні та методичні основи для інтеграції цих технологій і поєднання адаптованих навчальних матеріалів із системною підготовкою викладачів.

У сучасному світі освітні системи мають дефіцит високоякісних навчальних ресурсів, які б повністю враховували можливості AR, VR та MR для створення сучасного імерсивного освітнього середовища. Це вимагає звернення до світових практик, зокрема відкритих онлайн-курсів, міжнародних тренінгів і програм, які пропонують практичні варіанти використання імерсивних технологій у навчальній педагогів. Варто відзначити такі курси:

Міні-курси (короткотривалі):

- [Profosvita.online: Імерсивні технології в освіті](#)
- [AR BOOK: Цифрова освітня](#)

Швидкі (середньотривалі та довготривалі):

- [ITE-2025: гібридний курс Імерсивні технології в освіті](#)
- [Майстерклас «Імерсивні технології: Актуальні тенденції в професійній освіті»](#)

За допомогою цих курсів вчителі та здобувачі освіти отримують фундаментальні та глибші знання про створення та впровадження імерсивних освітніх рішень. Вони також отримують підтримку з інноваційними ресурсами, методами та платформами, які широко використовують у провідних освітніх системах.

Водночас виникає багато проблем і викликів під час підготовки майбутніх педагогів. До них належать:

- створення навчальних матеріалів, електронних підручників та інтерактивних платформ, які враховують інноваційні технології;
- забезпечення того, щоб навчальні матеріали відповідали існуючим освітнім програмам за структурою та змістом;
- врахування когнітивних особливостей сучасного покоління студентів щодо інтерактивності, візуалізації, персоналізації та гейміфікації навчального контенту;
- підвищення мотивації до навчання, розвиток критичного мислення, креативність, уміння співпрацювати та самостійно отримувати інформацію;
- створення ефективних моделей професійної підготовки викладачів із використанням AR, VR і MR.

У сучасних умовах цифрової освіти педагогам необхідно привернути увагу «цифрового покоління», а також забезпечити глибоке засвоєння знань, розвиток ключових компетентностей і готовність до інновацій. Візуалізація матеріалу, що враховує когнітивні характеристики учнів, є важливою частиною. Імерсивні технології (AR, VR, MR)

підвищують мотивацію, створюють інтерактивне середовище, допомагають персоналізувати навчання та розвивати співпрацю. У той же час їх впровадження вимагає спеціальної підготовки педагогів, а також програм адаптації та нових методів. Потрібні ефективні моделі, методичне забезпечення та апробація у вищій освіті щодо проблем застосування імерсивних технологій у підготовці педагогів [2]. Таким чином, це дослідження має на меті сприяти впровадженню ефективних моделей підготовки педагогів за допомогою імерсивних технологій, удосконаленню методичного забезпечення, розвитку цифрової компетентності та навчання майбутніх учителів до інноваційної діяльності, яка відповідає сучасним вимогам розвитку освіти в Україні та світі.

Аналіз попередніх досліджень. Як вітчизняні, так і закордонні дослідники активно досліджують питання впровадження імерсивних технологій у професійну підготовку педагогів. Розробка методів візуалізації навчальної інформації, створення інтерактивних освітніх середовищ і дослідження того, як AR, VR і MR впливають на мотивацію студентів, пізнавальну активність і якість формування знань. Грунтова, Т., Єчкало та інші [1, с. 51] зробили значний внесок у дослідження імерсивних технологій у навчальному процесі. Вони стверджують, що розвитку пізнавальної діяльності, формування ключових компетентностей, підвищення інтересу до навчання та покращення якості навчального матеріалу можна досягти за допомогою впровадження AR, VR і MR в освітньому процесі. Електронні підручники, інтерактивні платформи та мобільні додатки створені дослідниками дозволили використовувати сучасні підходи до персоналізації та гейміфікації навчального процесу.

Р. Гуревич, В. Кобися та інші звернули увагу на проблеми візуалізації навчальної інформації [5 с. 10]. Вони підкреслюють потребу розробки нових методів навчання, які відповідають потребам сучасного інформаційного суспільства та когнітивним особливостям учнів. В. Трон, І. Тополова та О. Мерзлікін вказує на те, що використання цифрових технологій, зокрема мобільних додатків, інтерактивних вправ і співпраця в цифровому середовищі, є життєво важливою для ефективної організації навчання [4, с. 59].

У своїх роботах Н. Рашевська підкреслює позитивний вплив доповненої реальності та віртуальної реальності на розвиток емоційного інтелекту та творчого мислення студентів, а також на закріплення основних предметів [6, с. 226]. В. Соловійов та І. Мінтій також звертає увагу на проблеми, пов'язані з інноваційними технологіями, недостатньою взаємодією між бізнесом і освітою, а також дефіцитом спеціалістів, здатних створювати високоякісний навчальний контент [7, с. 192]. Дослідники з інших країн, такі як Hsin-Kai Wu, Lee Silvia Wen-Yu та інші науковці досліджують сучасний стан, можливості та проблеми використання AR, VR і MR у світовій освітній практиці [8 с. 43]. Вони підкреслюють, що імерсивні технології значно можуть підвищити ефективність навчання; однак необхідні додаткові дослідження щодо впровадження моделей, адаптації навчальних програм і підготовки вчителів.

Дослідження Qin Wang, Yanping Li націлені на розробку платформи і програмних рішень для моделювання освітнього середовища з віртуальною реальністю (AR) і віртуальною реальністю (VR) [10, с. 1280], що дозволяє створити нові способи взаємодії студентів із навчальним контентом.

Попри значні наукові досягнення, проблеми щодо впровадження імерсивних технологій у підготовку вчителів, створення ефективних моделей організації навчального процесу, методичного забезпечення та оцінки результативності впровадження інтерактивних, віртуальних та реальних реальностей (AR, VR і MR) залишаються невирішеними. Особливого значення надаємо вивченню практики використання інноваційних технологій у закладах вищої освіти України, а також створення власних освітніх платформ, електронних підручників і спеціалізованих курсів для майбутніх вчителів.

Таким чином, аналіз попередніх досліджень підтверджує значний потенціал імерсивних технологій для підвищення якості підготовки вчителів. Однак він також вказує на те, що потрібно більше теоретичного обґрунтування, методичних розробок і практичної апробації сучасних освітніх рішень із використанням AR, VR і MR.

Мета статті. Описати та дослідити процес створення електронного підручника з інтерактивними AR-об'єктами для підготовки майбутніх педагогів. Дослідити можливості застосування імерсивних технологій у підготовці вчителів.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сучасна освіта переживає активну цифровізацію, що супроводжується появою мобільних Інтернет-пристроїв, які розширюють межі традиційного навчального середовища. Це сприяє створенню відкритої освітньої системи, в якій інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) та інструменти навчання допомагають учням разом працювати, взаємодіяти та розвивати свою особистість у процесі вирішення навчальних і наукових проблем [3]. Використання імерсивних технологій, таких як доповнена реальність (AR), віртуальна реальність (VR) і змінена реальність (MR), є одним із найбільш перспективних напрямків.

Доповнена реальність (AR) – технологія, яка точно накладає комп'ютерні віртуальні зображення на фізичні об'єкти в реальному часі, доповнюючи фізичний світ цифровими даними в режимі реального часу. AR використовує оточення навколо нас та накладає на нього певну частинку віртуальної інформації, таку як графіка, звуки та реакція на дотики[9].

Віртуальна реальність (VR) – це технологія, яка створює абсолютно віртуальне середовище, в якому користувач може занурюватися та взаємодіяти з цифровим контентом, створеним комп'ютером.

Термін змішана реальність (англ. mixed reality, MR) набув поширення у 2016 р. завдяки компанії Microsoft, що використала його у маркетинговій кампанії розумних окулярів HoloLens. Такий дискурс викликав деяку плутанину, оскільки, змішана реальність вживалась як синонім доповненої реальності.

Розширена реальність (англ. extended reality, XR) – універсальний термін, який охоплює всі види імерсивних технологій, включаючи AR, VR та MR. XR активно просувається виробниками обладнання і програмного забезпечення з часів появи систем для підтримання як віртуальної, так і доповненої реальності. Сполучення «розширена реальність» стало зручним універсальним терміном для позначення продуктів обох видів.

У наукових джерелах все частіше зустрічається термін метавсесвіт (англ. metaverse), що визначається контекстом і найчастіше описує стійкий, захоплюючий змодельований світ, в який занурені і який переживають від першої особи одночасно великі групи користувачів, поділяючи сильне відчуття взаємної присутності. Він може бути повністю віртуальним і автономним (віртуальний метавсесвіт) або може існувати у вигляді нашарування віртуального контенту на реальний світ (доповнений метавсесвіт). Як приклад можемо навести «Meta» від Facebook, метавсесвіт «Steam», як платформа для ігор та навчання, метавсесвіт у гральній індустрії «The Sims».

Використання AR, VR і MR у педагогічній освіті дозволяє поєднувати реальні та віртуальні засоби навчання, щоб створити мобільно-орієнтоване навчання, яке не залежить від часу та місця. AR-технології підвищують креативність, критичне мислення, емоційний інтелект і навички навчання впродовж життя. Віртуальна реальність дозволяє проводити експерименти, дослідження та моделювати навчальні системи в безпечному цифровому середовищі. Це поглиблює знання та розвиває практичні навички. Інтеграція фізичних і цифрових об'єктів за допомогою MR-технологій відкриває нові можливості для співпраці, інклюзивного навчання та персоналізації освітніх процесів.

Згідно з оглядом сучасних наукових педагогічних досліджень, в Україні та за кордоном здійснюються активні дослідження імерсивних технологій. Крім того, вітчизняні дослідники (В. Биков, Т. Грунтова, С. Семериков, А. Стрюк) виявили, що AR, VR і MR ефективні для мотивації студентів, залучення та розвитку творчого мислення, а також для формування ключових компетентностей.

Науковці з усього світу підкреслюють потребу в імерсивних технологіях у створенні інклюзивного навчального середовища та потребу розробки нових методів для їх використання.

Для відновлення сучасних тенденцій використання імерсивних технологій у підготовці педагогів наведемо порівняльний аналіз їхніх переваг і недоліків у таблиці 1 [2].

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз переваг і недоліків AR, VR та MR в освіті

Технологія	Переваги	Недоліки
AR	Розвиток візуального мислення, підвищення мотивації, доступність для мобільних пристроїв та легка інтеграція в традиційний навчальний процес.	Змінення кількості складних симуляцій, залежність від якості пристроїв, необхідність спеціальних додатків і недостатня кількість готового якісного контенту.
VR	Безпечне відпрацювання навичок, розвиток просторового мислення, можливість моделювати складні ситуації.	Висока вартість обладнання, вимоги до технічної інфраструктури, ймовірність фізичних обмежень, таких як запаморочення та втома, і необхідність спеціальної підготовки вчителів.
MR	Поєднання реального та віртуального досвіду, підтримка співпраці, гнучкість сценаріїв навчання та індивідуалізація освітніх траєкторій.	Висока складність впровадження, висока ціна пристроїв, необхідність спеціалізованого програмного забезпечення, складність створення якісного контенту та потреби в мультидисциплінарній підготовці є лише кількома з цих факторів.

Як видно з діаграми, усі три технології мають високі оцінкові переваги, особливо MR (9 балів), що свідчить про її потенціал у створенні інтегрованого освітнього середовища. У той же час зростає кількість проблем, пов'язаних із впровадженням цих технологій, зокрема щодо технічних, методичних організацій та питань.

Говорячи про результати теоретичного аналізу, слід зауважити, що інноваційні технології відкривають нові можливості для підготовки вчителів, сприяють розвитку інноваційного мислення та формуванню сучасних компетентностей, а також створюють освітній простір, який є інтерактивним. Тим не менш, для їх успішного впровадження необхідно вдосконалити навчальні матеріали, створити нові методи та підходи, навчити викладачів і подолати перешкоди, пов'язані з організаційними та технічними проблемами.

У практичній частині дослідження було створено модуль до навчальної дисципліни Комп'ютерно орієнтовані технології в професійній діяльності фахівця «Створення програмного забезпечення імерсивних технологій». Для реалізації навчального контенту використовувалися сучасні платформи та програмне забезпечення: Wikitude SDK, ARKit, ARCore, Vuforia, Vizbl, а також Unity 3D для розробки інтегрованих AR/VR/MR-матеріалів. Це дало змогу здобувачам вищої освіти не лише опановувати основи розробки імерсивного контенту, а й виконувати практичні завдання з використанням геопозиціонування, розпізнавання зображення, 3D-моделювання та інтеграції QR-кодів для швидкого доступу до додаткових матеріалів.

Вважаємо, що для перевірки ефективності впровадження імерсивних технологій в освітній процес доцільним є проведення педагогічного експерименту на базі Вінницького державного педагогічного університету у групах – 015.39 Професійна освіта та 014.09 Середня освіта (Інформатика) у період із 2022 до 2025 року. Одній групі, контрольній, надано навчальні матеріали з традиційними електронними ресурсами, другій, експериментальній, з розробленими згідно з нашою методикою комплексні матеріали, щодо використання AR, VR та MR. Тестування та анкетування в ході експерименту свідчать, що здобувачі вищої освіти, які використовували імерсивні технології, мають вищий рівень мотивації, креативності, глибшого засвоєння матеріалу та розвитку цифрової компетентності. Середні результати експериментальної діагностики ефективності впровадження імерсивних технологій представлено у табл. 2.

Таблиця 2.

Середні результати експериментальної діагностики ефективності впровадження імерсивних технологій

Рівні	КГ		ЕК	
	Кількість (n)	%	Кількість (n)	%
Високий	17	14,52	13	10,57
Середній	55	44,35	62	50,41
Низький	51	41,13	48	39,02
Всього	123	100	123	100

Особливо високі результати продемонструють ті, хто брав участь у командних проектах із використанням MR, що сприяє розвитку співпраці, критичного мислення та персоналізації освітньої траєкторії.

Викладачі, залучені до експерименту, відзначають, що імерсивні технології значно підвищують залученість студентів, не дозволяють адаптувати навчальні матеріали до індивідуальних потреб, а також сприяють формуванню дослідницьких умінь і навичок роботи з сучасними цифровими інструментами. Водночас виявлено потребу у підвищенні цифрової грамотності самих педагогів та удосконаленні методичних підходів до розробки імерсивного контенту.

Порівняльний аналіз ефективності різних технологій забезпечення, що AR є найбільш доступною для швидкої інтеграції в освітній процес і суть мотивації учасників освітнього процесу; VR забезпечує глибоке занурення в навчальні ситуації та моделювання складних педагогічних кейсів; MR дозволяє організувати спільну роботу над проектами, що є класом для формування командних і міждисциплінарних навичок. Усі ці технології, за умов належної організації, сприяють підвищенню якості підготовки педагогічних кадрів та розвитку сучасних компетентностей, що відповідає вимогам інноваційної освіти.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Результати аналізу сутності імерсивних технологій (доповненої, віртуальної та змішаної) і професійних здібностей педагогів дозволяє стверджувати, що впровадження AR, VR і MR у навчальний процес покращує особистісні, технологічні, сенсорно-пізнавальні, дослідницькі, цифрові, комунікативні та творчі можливості майбутніх учителів.

У педагогічній освіті використовується широкий спектр сучасного програмного забезпечення для створення імерсивних технологій. Найбільш розширеними платформами для створення продуктів AR, VR і MR є:

- **Wikitude SDK** - основний продукт однойменної компанії з 2008 року. SDK включає в себе розпізнавання та відстеження зображень, візуалізацію 3D-моделей, накладання відео, геоінформаційні послуги, підтримує Android, iOS, Windows, а також окуляри доповненої реальності [11].
- **ARKit** - інструмент Apple для розробки додатків AR на iOS, який підтримує розпізнавання та відстеження 2D/3D-об'єктів, розміщення віртуальних об'єктів у реальному просторі та сценарії віртуальної реальності для багатьох користувачів [12].
- **ARCore** - це новий інструмент від Google для Android та iOS, що має такі три основні функції для поєднання віртуального та реального світів, як відстеження руху, відстежувати положення телефону щодо навколишнього середовища, оцінка освітлення, яка дозволяє телефону оцінити фактичні умови освітлення, «розуміння довкілля», що дозволяє телефону визначати розміри та розташування горизонтальних поверхонь [13].

- **Vuforia** - одна найпопулярніших платформ розробки доповненої реальності, SDK реалізує такі функціональні можливості: розпізнавання різних типів візуальних об'єктів (циліндр, коробка, площина), розпізнавання тексту та середовища, VuMark (поєднання зображення та QR-коду), інтегрується з Unity, підтримувані платформи: Android, UWP, iOS [14].
- **Unity 3D** - інструмент для створення інтерактивних додатків AR/VR/MR, який підтримує багатоплатформенність і може інтегруватися з основними SDK.

Інші безкоштовні інструменти розробки доповненої реальності включають ArUco, JavaCV, A-Frame, ApertusVR, ATOMIC Authoring Tool, Goblin XNA, GRATE, DroidAR, mixare, PTAM, GeoAR, BeyondAR, Mangan, ARma, серед комерційних - 8th Wall, Lay SDK, Scangine, Catchoom CraftAR AR SDK [15].

Широкий спектр інструментів для дизайну доповненої реальності дозволяє вам вільно комбінувати їх як плагіни до Unity, багатоплатформного інструменту для розробки 2D- та 3D-додатків, що працюють на macOS X, Windows, та Linux.

Аналізуючи результати педагогічно-експериментальної роботи з вибору інструментів для вивчення імерсивних технологій отримуємо рентабельність висновків про доцільність спільного використання Vuforia та Unity. Отримані розробки пропонуються для використання на різних мобільних платформах, в першу чергу під управлінням Android.

Нами розроблено навчальний модуль до навчальної дисципліни Комп'ютерно орієнтовані технології в професійній діяльності фахівця «Створення програмного забезпечення імерсивних технологій» для майбутніх вчителів. Зміст курсу містить посібник із розробки AR/VR/MR-інструментів в Unity, а також практичні модулі:

Методичні матеріали	Імерсивні технології (англ. immersive – занурювати) – технології повного або часткового занурення у віртуальний світ або різні види змішання реальної і віртуальної реальності. Імерсивні технології також називають технологіями розширеної реальності. До їх списку входить віртуальна і доповнена реальність, а також 360°-відео. Вони забезпечують ефект повної або часткової присутності в альтернативному просторі і тим самим змінюють призначений для користувача досвід в абсолютно різних сферах. 
Анотація	
Навчальні матеріали	
Робоча програма	
Тематичний план	
Навчальні матеріали	Останнім часом додатки та програми з використанням імерсивних технологій збільшують свою різноманітність, з'являється багато освітнього контенту. Так, є досить багато художньої літератури з «оживаючими» сторінками, що допомагає здобувачам освіти
Лекції	
Лабораторні роботи	
Самостійна робота	
Техніка безпеки	
Словник	
Література	
Ресурси Інтернет	
Матеріали для контролю знань	
Критерії оцінювання знань	
Вимоги щодо рівня знань	
Питання до екзамєну	

Рис. 2 Модуль з навчальної дисципліни Комп'ютерно орієнтовані технології в професійній діяльності фахівця «Створення програмного забезпечення для імерсивних технологій»

Тема 1. Налаштування інструментів імерсивних технологій в Unity 3D;

Тема 2. Розробка проектів із використанням геопозиціонування;

Тема 3. Створення навчальних матеріалів у Vuforia;

Тема 4. Розробка для сучасних пристроїв (наприклад, окуляри змішаної реальності).

Практичні завдання модуля спрямовані на формування дослідницьких умінь, розвиток уваги, мислення, емоційного інтелекту, а також на опанування здобувачів вищої освіти сучасних цифрових інструментів. Дидактичний матеріал містить інтерактивні вправи, оновлення, сторінки з AR/VR/MR-елементами.

Методика впровадження імерсивних технологій у навчальний процес є доступною для користувачів: достатньо мобільного пристрою з відповідним додатком і навчального матеріалу із маркерами. При наведеному пристрої на мітку програма розпізнає її та виводить на екран віртуальний об'єкт або інтерактивний контент, що дозволяє інтегрувати цифровий світ у реальне освітнє середовище.

Використання імерсивних технологій у підготовці педагогів сприяє розвитку дослідницьких, комунікативних і творчих навичок, формує готовність до інноваційної діяльності та підвищує якість професійної підготовки майбутніх учителів.

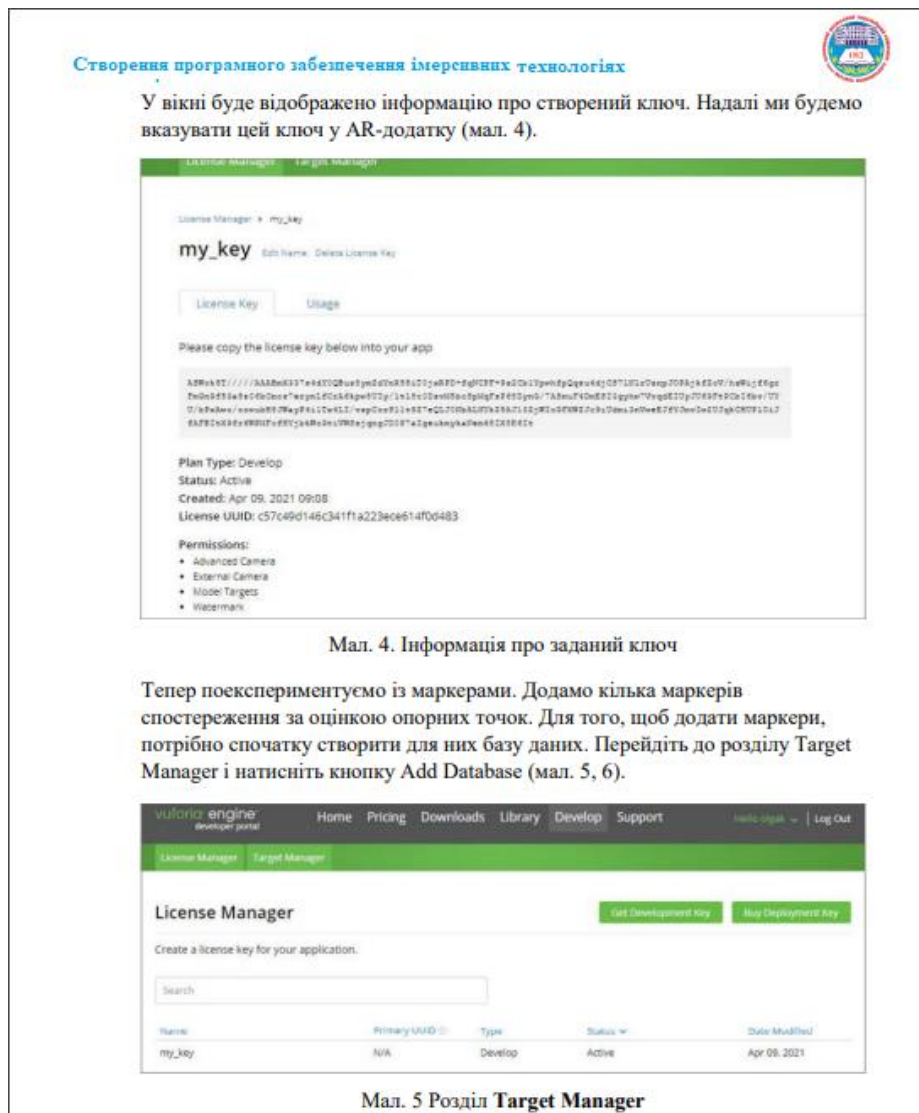


Рис. 2 Практичне завдання з лабораторної роботи 6. «Плагін Vuforia»

Основними цілями практичних завдань модуля «Створення програмного забезпечення імерсивних технологій» є розвиток дослідницьких навичок, розвиток уваги, мислення та емоційного інтелекту, а також навички використання сучасних цифрових інструментів. Навчальні матеріали включають інтерактивні вправи, оновлення та сторінки, що складаються з елементів AR/VR/MR. Щоб використовувати інтерактивні технології в навчанні достатньо мобільного пристрою з відповідним додатком і навчальним матеріалом із маркерами. Програма розпізнає маркування пристрою та виводить віртуальний об'єкт або інтерактивний контент на екрані. Це дозволяє інтегрувати цифровий світ у реальне освітнє середовище.

Використання імерсивних технологій під час навчання вчителів має здатність до дослідження, спілкування та творчості, а також готовність до інноваційної діяльності. Це також забезпечує якість професійної підготовки майбутніх учителів.

4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

У результаті нашого дослідження проблем використання імерсивних технологій у підготовці вчителів, було виявлено, що взаємодія доповненої, віртуальної та змішаної реальності відкриває нові можливості для розвитку ключових професійних компетентностей майбутніх педагогів, зокрема технологічних, дослідницьких, комунікативних і особистісних компетентностей. Тестування сучасних SDK і платформ, таких як Vuforia, ARKit, ARCore та Wikitude, показало, що вони ефективні, багатоплатформні та доступні для створення інтерактивних навчальних матеріалів.

Результати дослідження показують, що комплексний підхід, який забезпечує видиме проектування та об'єктно-орієнтоване програмування, а також інтеграцію різних видів імерсивних технологій для створення ефективних освітніх продуктів, є доцільним. В рамках дослідження розроблений модуль до навчальної дисципліни Комп'ютерно орієнтовані технології в професійній діяльності фахівця «Створення програмного забезпечення імерсивних технологій». Модуль включає підтримку розвитку цифрових компетентностей здобувачів вищої освіти і практичні модулі з розробки рішень для віртуальної реальності, віртуальної реальності та реального світу.

Розробка предметно-орієнтованих систем імерсивних технологій як складової професійної підготовки вчителів, удосконалення методичних підходів і підвищення цифрової грамотності є головними цілями подальшого дослідження. Ці дослідження мають на меті забезпечити ефективне впровадження інноваційних технологій у навчальний процес. Підключення таких технологій може значно підвищити якість підготовки вчителів, підвищити їх готовність до інноваційних дій і допомогти їм впоратися із сучасними викликами цифрової трансформації освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Грунтова, Т., Єчкало, Ю., Стрюк, А., Пікільняк, А. Інструменти доповненої реальності у навчанні фізики у закладах вищої технічної освіти. Педагогіка вищої та середньої школи, 2018. No51. С. 47-57. <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3655>
- [2] Литвинова С. Г., Носенко Ю. Г., Рашевська Н. В. та ін. Методичні рекомендації щодо використання імерсивних технологій у змішаному навчанні. Київ: ІЦО НАПН України, 2024. <https://lib.iitta.gov.ua>
- [3] Шевченко, Л. С., Уманець, В. О., & Розпутня, Б. М. (2024). ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ДИЗАЙНЕРІВ. Електронне наукове фахове видання "ВІДКРИТЕ ОСВІТНЄ Е-СЕРЕДОВИЩЕ СУЧАСНОГО УНІВЕРСИТЕТУ", (16), 229–239. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.1615>
- [4] Мерзликін, О., Тополова, І., Тронь, В. Розвиток ключових компетентностей засобами доповненої реальності на уроках CLIL. Освітній вимір, 2018. No51. С.58-73. <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3656>
- [5] Р. С. Гуревич, В. М. Кобися, А. П. Кобися, С. С. Кізім, Л. В. Куцак, Н. Р. Опушко Використання цифрових сервісів та інструментів у професійній підготовці майбутніх учителів. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Випуск 64, 2022. 22с.
- [6] Рашевська Н. Перспективи застосування засобів доповненої реальності у процесі навчання майбутніх інженерів Науковий вісник Ужгородського університету. серія: «Педагогіка. Соціальна робота». 2018. Вип. 2 (43). С.226-228. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2387/20190437.pdf>
- [7] Мінтій, І., & Соловійов, В. Доповнена реальність: український сучасний бізнес та освіта майбутнього. Освітній вимір, 2018. Вип. 51, С. 290-296.
- [8] Hsin-Kai Wu, Lee Silvia Wen-Yu, Chang Hsin-Yi, Liang Jyh-Chong. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. Computers & Education, Vol.62(1). Pp. 41-49. Elsevier Ltd. Retrieved June 11, 2020 URL: <https://www.learntechlib.org/p/132254/>
- [9] Уманець, В., Бойчук, В., Павлюк, Б., Ангелов, Я. Використання засобів доповненої реальності у підготовці педагога на прикладі комплексного курсу «Створення програмного забезпечення AR». 2022, С. 78-88.
- [10] Qin Wang, Yanping Li. How virtual reality, augmented reality and mixed reality facilitate teacher education: A systematic review. Journal of Computer Assisted Learning: Volume 40, Issue 3, June 2024 Pp. 1276-1294
- [11] Wikitude Augmented Reality: the World's Leading Cross-Platform AR SDK. <https://www.wikitude.com> (2018). Accessed 17 Aug 2018
- [12] ARKit - Apple Developer. <https://developer.apple.com/arkit> (2018). Accessed 25 Oct 2018 (in English)

- [13] ARCore - Google Developer | ARCore | Google Developers. <https://developers.google.com/ar> (2018). Accessed 25 Oct 2018
- [14] Vuforia | Augmented Reality for the Industrial Enterprise. <https://www.vuforia.com> (2018). Accessed 17 Aug 2018
- [15] Herpich, F., Guarese, R.L.M, Tarouco, L.M.R.: A Comparative Analysis of Augmented Reality Frameworks Aimed at the Development of Educational Applications. *Creative Education*. 8(9), 1433–1451 (2017). doi:10.4236/ce.2017.89101.

THE USE OF IMMERSIVE TECHNOLOGIES IN TEACHER TRAINING: SYNERGY OF AUGMENTED, VIRTUAL AND MIXED REALITY

Angelov Yaroslav Serhiyovych

graduate student of the Department of Digital Technologies and Professional Education,
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University,
Vinnytsia, Ukraine
ORCID ID: 0000-0001-5782-5546
angelovyaroslav@gmail.com

Abstract. The article examines modern methods of implementing immersive technologies such as augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) in the training of future teachers. The theoretical and methodological foundations of the use of immersive technologies in higher education institutions are considered, along with key concepts necessary for an accurate understanding of the research findings. Based on the analysis of AR technology implementation in teacher education in Ukraine and abroad, the main advantages, opportunities, and challenges of using VR and MR to expand the digital learning environment are identified. Special attention is given to issues of learner motivation through immersive applications, the formation of future teachers' information culture, development of emotional intelligence and creative thinking, as well as the acquisition of core digital competencies. The article presents practical outcomes of applying immersive technologies in teacher training, including the creation of electronic textbooks with interactive AR objects and collaborative task completion. It highlights methods for selecting and utilizing software to create immersive learning content, and explores students' perceptions of advanced technologies and their impact on learning outcomes. The analysis revealed that integrating immersive technologies into the educational process can improve student performance, stimulate cognitive activity, and provide more opportunities for personalized and individualized learning. The study outlines the broad potential for using immersive technologies in teacher training, including the creation of educational metaverses, the advancement of inclusive education, and interdisciplinary integration. In addition, the improvement of infrastructure and methodological support is necessary to ensure the effective integration of augmented, virtual, and mixed reality into the professional preparation of future teachers.

Keywords. Immersive technologies; augmented reality; virtual reality; mixed reality; teacher education; digital competencies; educational process; electronic textbook; educational metaverse.

References (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] Hrunтова Т., Yechkalo YU., Striuk A., Pikilniak A. Tools of augmented reality in teaching physics in institutions of higher technical education. *Higher and secondary school pedagogy*, 2018. No51. pp. 47-57. <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3655> (in Ukrainian)
- [2] Lytvynova S. H., Nosenko YU. H., Rashevskaya N. V. et al. Methodical recommendations on the use of immersive technologies in blended learning. Kyiv: ITC of the NAES of Ukraine, 2024. <https://lib.iitta.gov.ua> (in Ukrainian)
- [3] Shevchenko L. S., Umanets V. O., Rozputnia B. M. (2024). The use of artificial intelligence technologies in the educational process of professional training of designers. *Electronic Scientific Professional Edition "Open Educational E-Environment of a Modern University"*, (16), pp. 229–239. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.1615> (in Ukrainian)
- [4] Merzlykin O., Topolova I., Tron V. Development of key competences by means of augmented reality in CLIL lessons. *Educational dimension*, 2018. No51. pp.58-73. <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3656> (in Ukrainian)
- [5] Gurevych R. S., Kobysia V.M., Kobysia A.P., Kizim S.S., Kutsak L.V., Opushko N.R. (2022). Use of Digital Services and Tools in the Professional Training of Future Teachers. *Modern Information Technologies and Innovative Teaching Methodologies in Specialist Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*, Issue 64, pp. 5–22.. (in Ukrainian)
- [6] Rashevskaya N. Prospects for the use of augmented reality tools in the process of training future engineers. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. series: "Pedagogy. Social work"*. 2018. issue. 2 (43). pp.226-228. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2387/20190437.pdf> (in Ukrainian)