

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА
Біологічний факультет
Кафедра фізіології, здоров'я і безпеки людини та природничої освіти

К в а л і ф і к а ц і й н а р о б о т а

на здобуття другого рівня вищої освіти, ступеня «магістр»

**на тему «Застосування технологій віртуальної та доповненої
реальності у біологічній освіті»**

**Application of virtual and augmented reality technologies in biological
education**

Виконала: здобувачка денної форми навчання
спеціальності 014 Середня освіта
ОП Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)
Артеменко Анастасія Олександрівна

Науковий керівник
кандидат педагогічних наук, доцент
Ткаченко М. В. _____

Рецензент: кандидат педагогічних наук, доцент
Павлова В. В.

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
№ _____ від «___» _____ р.

Завідувачка кафедри
_____ Ольга МАКАРЕНКО
(підпис) (прізвище та ім'я)

Захищено на засіданні ЕК №3
Протокол № _____ від «___» _____ р.
Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бал)

Голова ЕК
_____ Наталія НАГОРНА
(підпис) (прізвище та ім'я)

ОДЕСА – 2025

АНОТАЦІЯ

У роботі розкрито теоретичні і методичні засади застосування технологій віртуальної та доповненої реальності на уроках біології. Розглянуто суть, особливості та відмінності технологій віртуальної та доповненої реальності.

На основі теоретичного узагальнення організовано дослідно-експериментальну роботу з впровадженням технологій віртуальної та доповненої реальності на уроках біології у 7 класі. Доведено, що їх застосування активізує пізнавальну діяльність учнів, підвищує рівень їх навчальних досягнень.

Кваліфікаційну роботу викладено на 70 сторінках, вона містить 7 таблиць та 13 рисунків. Наведено посилання на 70 джерел літератури, з них 19 іноземними мовами.

Ключові слова: *учні, біологічна освіта, урок біології, технології віртуальної та доповненої реальності.*

This work reveals the theoretical and methodological principles of the use of virtual and augmented reality technologies in biology lessons. The essence, features and differences of virtual and augmented reality technologies are considered.

Based on the theoretical generalization, research and experimental work on the introduction of virtual and augmented reality technologies in biology lessons in grade 7 has been organized. It has been proven that their use activates the cognitive activity of students and increases the level of their academic achievements.

Thesis is presented on 70 pages, it contains 7 tables and 13 figures. References to 70 sources of literature are given, 19 of them in foreign languages.

Key words: *students, biological education, biology lesson, virtual and augmented reality, virtual and augmented reality technologies.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ І ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У БІОЛОГІЧНУ ОСВІТУ	8
1.1 Історія розвитку технологій віртуальної та доповненої реальності....	8
1.2 Поняття віртуальної та доповненої реальності: суть, особливості, відмінності.....	16
1.3. Основні шляхи інтеграції технології віртуальної та доповненої реальності у навчальний процес закладів загальної середньої освіти.....	24
Висновки до першого розділу.....	36
РОЗДІЛ II. ДОСЛІДНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РОБОТА З ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТЕЙ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ.....	38
2.1 Організація дослідно-експериментальної роботи з впровадженням технологій віртуальної і доповненої реальностей на уроках біології.....	38
2.2 Методика застосування технологій віртуальної та доповненої реальності у 7 класі.....	49
2.3. Аналіз дослідно-експериментальної роботи з впровадження технологій віртуальної і доповненої реальності на уроках біології 7 класі.....	55
Висновки до другого розділу.....	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63

ВСТУП

Актуальність теми. Залучення технологій віртуальної та доповненої реальності до навчального процесу розглядається як інноваційна стратегія візуалізації та інтерпретації дидактичного матеріалу. Варто зауважити, що попри технологічну апробацію та широке розповсюдження цих систем у різноманітних індустріальних галузях, їх адаптація в межах освітнього процесу розпочалася із певним запізненням. На заваді масовій інтеграції часто стає суб'єктивне сприйняття користувачів: значна частина аудиторії ідентифікує віртуальну реальність або як надмірно вартісну та складну технологію, або ж помилково звужує її функціонал виключно до сфери комп'ютерних розваг.

Як стверджують у наукових дослідженнях, новітній цифровий інструментарій, що базується на технологіях віртуальної та доповненої реальностей, відіграє визначальну роль у формуванні компетентностей здобувачів освіти. До переліку пріоритетних характеристик дослідницями віднесено: посилення праксеологічної складової навчання, оптимізацію продуктивності освітнього процесу, покращення концентрації уваги, удосконалення навичок інформаційного пошуку, домінування практичних методів та самостійної роботи, підвищення вмотивованості здобувачів освіти, забезпечення інтерактивності, впровадження системного та безперервного моніторингу успішності, а також стимулювання розвитку просторового мислення, творчого потенціалу та мнемонічних здібностей [Руденко, 2020].

Таким чином, структурна трансформація освітнього середовища, зумовлена впливом прогресивних інформаційних технологій, і насамперед засобів віртуальної реальності, актуалізує необхідність детального аналізу базових принципів та векторів розвитку цієї сфери. Зазначене є необхідною передумовою для окреслення стратегічних перспектив, що слугуватимуть фундаментом для побудови новітньої освітньої парадигми» [Державний стандарт..., 2020].

Варто акцентувати увагу на тому, що імплементація передових інформаційних технологій у навчальну практику регламентована низкою засадничих документів стратегічного характеру. Серед них ключове місце посідають концепція «Нова українська школа» та глобальна стратегія UNESCO «Education 2030», а також вектори розвитку, окреслені у планах «Europe 2020» і «Europe 2030» [Кочеткова, 2019]. Попри нормативне закріплення, динаміка інтеграції зазначених технологій залишається невисокою, а кількість цифрових інструментів, що комплексно реалізують принципи STEM-підходу в освітньому процесі, є наразі обмеженою [Карнішина, 2021].

Науковий аналіз культурних трансформацій під впливом інформаційно-комунікаційних засобів здійснено у доробку Ю. Трач. У праці «Трансформація культурного середовища в контексті розвитку інформаційних технологій» дослідниця розглядає процеси уніфікації культурного простору, а також амбівалентні наслідки культурної експансії та розвитку масової культури [Клівак, 24]. Водночас пріоритетним завданням сучасної гуманітарної сфери постає збереження історичного надбання для нащадків шляхом його репрезентації у середовищі віртуальної реальності, на чому наголошує науковий колектив у складі Trach, Tolmach, Chaikovska та Gumeniuk [Руденко, 2020].

Проблематика віртуальних середовищ, зокрема їх роль як інструменту педагогічного впливу на аудиторію здобувачів освіти, перебуває в центрі уваги закордонних науковців, таких як Т. Mikropoulos, А. Natsis та С. Дидактичний потенціал імерсивних технологій став предметом аналізу у працях J. Cummings і J. Bailenson , а також колективу авторів V. Potkonjak, M. Gardner та ін. Окрему увагу технологічним аспектам та бар'єрам впровадження приділено в роботі Ю. Трач, присвяченій технологіям віртуальної реальності як засобу навчання.

У свою чергу, В. Климнюк (2018) у своєму дослідженні окреслює ключові вектори впливу систем віртуальної реальності на методологію школи [Захарченко, 2019].

Мета дослідження: здійснити теоретико-методичне обґрунтування та експериментальну перевірку ефективності використання технологій віртуальної та доповненої реальностей у процесі вивчення біологічних дисциплін

Завдання дослідження:

1. Дослідити еволюцію становлення та історичні етапи розвитку імерсивних технологій віртуальної та доповненої реальності.
2. Здійснити термінологічний аналіз понять віртуальної та доповненої реальності, виокремивши їхні дидактичні характеристики.
3. Визначити особливості впровадження технологій віртуальної та доповненої реальності в освітній процес.
4. Розробити та експериментально апробувати методичну систему використання технологій віртуальної та доповненої реальності у процесі навчання біології.

Об’єкт дослідження – технології віртуальної та доповненої реальності.

Предмет дослідження – методика застосування технологій віртуальної та доповненої реальності в освітньому процесі

З метою реалізації поставлених дослідницьких завдань та верифікації отриманих даних у роботі застосовано методологічний інструментарій, що охоплює групу взаємопов’язаних наукових методів:

- теоретичні: використано комплекс загальнонаукових методів, зокрема: аналітико-синтетичний — для опрацювання джерельної бази; порівняльний — для зіставлення підходів; систематизації — для впорядкування термінологічного апарату та узагальнення фахової літератури з педагогіки, методики викладання біології та чинної нормативно-правової бази. Це дозволило визначити концептуальні засади дослідження, уточнити понятійно-

категоріальний апарат та науково обґрунтувати методику інтеграції технологій віртуальної реальності та доповненої реальності у процес вивчення біологічних дисциплін;

- емпіричні: використано методи педагогічного спостереження, анкетування та тестування для збору та аналізу діагностичних показників.

Експериментальна база дослідження. Дослідження здійснювалось у Рибаківському ліцеї Коблівської сільської ради Миколаївського району Миколаївської області. Загалом експериментальною роботою було охоплено 33 здобувачі освіти.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел.

Загальний обсяг роботи становить 70 сторінок. Зміст роботи викладено на 3 сторінкці, Робота містить 7 таблиць та 13 рисунків. Список використаних джерел складається з 70 найменувань, з них 19 іноземними мовами.

РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ І ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У БІОЛОГІЧНУ ОСВІТУ

1.1 Історія розвитку технологій віртуальної та доповненої реальності

На нинішньому етапі суспільного розвитку сфера біологічної освіти демонструє надзвичайно високу динаміку змін, оперативно реагуючи на актуальні виклики часу шляхом активного залучення передових технологічних засобів.

Варто зазначити, що українська біологічна наука як самостійний напрям спирається на глибокі історичні традиції та охоплює широкий спектр галузей: від генетики та мікробіології до екології та біотехнологій. Утім, попри потужний потенціал, сучасна система біологічної освіти в Україні стикається з низкою об'єктивних труднощів, подолання яких вимагає пошуку нових перспектив розвитку та зумовлює необхідність якісних трансформацій [Карбованець, 2023].

Модернізація сучасної біологічної освіти та науки в Україні є нероздільною частиною загального процесу оновлення науково-освітнього сектора країни. Одним із ключових аспектів реформування сучасної української біологічної освіти є перехід до інноваційних методик викладання та дослідницької роботи, які базуються на застосуванні новітніх технологій.

Модернізація навчального процесу диктує сьогодні необхідність імплементації інноваційних технологій, що дозволяє поглибити вивчення біологічних дисциплін, забезпечити індивідуалізацію навчання та сформувати у здобувачів освіти цілісне сприйняття природничих феноменів [Захарченко, 2019].

У поточних умовах виникає потреба в фундаментальних корективах змісту природничо-наукової освіти в закладах загальної середньої освіти, які передбачають використання прогресивних підходів до навчання природничих наук. Ці підходи повинні сприяти формуванню у здобувачів освіти системних

знань про природу, ключових компетентностей та моделей поведінки людини у біосфері, які є життєво необхідними в теперішньому глобалізованому суспільстві [Генкал, 2017].

Вимогою часу є проведення глибоких структурних змін у біологічній освіті, спрямованих на її адаптацію до реальних життєвих потреб. Стратегічний вектор реформ передбачає створення належних умов для всебічного розвитку та виховання креативної особистості, здатної до автономної життєдіяльності в сучасному соціумі. Ефективна реалізація цього комплексного завдання неможлива без залучення інноваційного інструментарію, серед якого пріоритетне місце посідають комп'ютерні технології [Ніколаєнко, 2017; Сліпчук, 2008].

Проблематика використання інформаційних технологій у навчальному процесі перебуває в центрі уваги багатьох науковців. Фундаментальні аспекти цього питання висвітлено у працях таких дослідників, як Р. Вільямс, Б. С. Гершунський, Г. М. Клейман, Н. Кравчук. Вагомий внесок також зробили Ю. І. Машбиць, С. Пейперт, Б. Скіннер та інші [Карбованець, 2023; Сліпчук, 2018].

Концептуальні засади, а також психолого-педагогічні аспекти застосування новітніх інформаційних засобів у навчанні стали предметом аналізу у роботах вітчизняних вчених, зокрема М. І. Жалдака, Ю. О. Жука, В. В. Лапінського. Важливі напрацювання представлено також у дослідженнях В. М. Мадзігона, Н. В. Морзе, Ю. С. Рамського та З. І. Слєпкань [Сліпчук, 2008]. Детальний аналіз психолого-педагогічних та дидактичних особливостей комп'ютеризації освіти здійснено у працях Ю. І. Машбиця та І. П. Підласого. Також ці питання розглядалися О. К. Тихомировою, Н. Ф. Тализіною та іншими науковцями [Котенєва, 2020; Хміль, 2024].

Обґрунтування доцільності та визначення шляхів інтеграції комп'ютерних технологій у процес викладання біології представлено у доробку таких авторів, як Ф. О. Дорошенко, Г. М. Клейман, О. М. Легкий, Н.

Ю. Матяш. Також ці питання вивчали Є. О. Неведомська, В. М. Пакулова, Н. В. Семенюк, Л. П. Семко та Є. В. Шухова [Хміль, 2023].

Невпинний перехід до інформаційного суспільства та тотальна інформатизація всіх сфер людської діяльності стимулюють науку й освіту очолити цей процес, формуючи базу для глибокого усвідомлення, засвоєння, поглибленого дослідження та практичного використання потенціалу сучасного цифрового середовища. Незважаючи на суттєве наповнення інформаційної сфери ресурсами, даними й технологіями, для освітнього та наукового секторів така ситуація є вигідною, оскільки вона істотно полегшує роботу як науковцям, так і педагогам. Так, розглянемо ключові переваги інтеграції цифрових інструментів у систему біологічної підготовки [Мележик, 2018].

Сучасні цифрові інструменти гарантують фактично необмежений доступ до актуальних бібліотечних фондів та наукометричних платформ, що суттєво оптимізує процеси пошуку й опрацювання даних. Рейтингові наукові публікації, які ще кілька десятиліть тому були недосяжними, сьогодні знаходяться у вільному доступі для кожного фахівця-біолога [Цифрові ресурси, 2018]. Варто зазначити, що модернізація редакційної політики фахових видань сприяє стрімкому зростанню обсягів наукової інформації, представленої у цифровому форматі, зокрема в таких глобальних системах, як Web of Science, Scopus та Google Scholar [Мележик, 2018; Man, 2020].

Інтенсивна еволюція та поширення відкритих репозиторіїв суттєво полегшують професійну діяльність як викладацького складу, так і здобувачів освіти, надаючи вичерпні відомості про будь-які біологічні об'єкти. Інформація доступна на різних рівнях організації живого: від молекулярного (бази даних GenBank, DDBJ, ENA, UniProt, PROSITE, HMDB, DrugBank) до організменного (FishBase, UkrBIN, ZIMS, Avibase, EMBL) та екосистемного (Global Biodiversity Information Facility, National Biodiversity Network's Species Dictionary). Дані, акумульовані в цих та інших ресурсах, дозволяють оперативно отримувати релевантну інформацію про живі організми,

здійснювати порівняльний аналіз геномів, нуклеотидних послідовностей та структури протеїнів. Завдяки цьому наукова робота набула ознак інтернаціоналізації та стала доступною для виконання у дистанційному форматі [Ярушак, 2021].

Спрощуються процедури обробки масивів інформації та побудови графічних залежностей. Використання спеціалізованого програмного забезпечення для статистичного аналізу дозволяє автоматизувати обчислювальні процеси та прискорити інтерпретацію результатів, виконуючи складні багаторівневі розрахунки за лічені миті [Карасьова, 2020].

Процеси візуалізації на сучасному етапі значно оптимізуються завдяки широкому спектру демонстраційних програм, що беззаперечно покращує сприйняття, архітектоніку та аналіз даних, а також опанування знань про біологічні об'єкти. Зокрема, вивчення ботаніки виходить на якісно новий рівень: з'явилася реальна можливість наочно відслідковувати ріст рослин та інші природні явища (умови існування, процеси онтогенезу) в режимі реального часу, а також детально вивчати анатомічні структури рослинних організмів. Ознайомлення з біорізноманіттям різних куточків планети може трансформуватися у захоплюючу віртуальну подорож, що розширює світогляд, а також ефективно формує та підвищує рівень екологічної та природоохоронної компетентності [Пінчук, 2021].

Поряд з цим, комп'ютерна симуляція процесів, що протікають в екосистемах, відкриває нові перспективи для управління природокористуванням та охорони довкілля. Глобальні виклики, спровоковані пандемією COVID-19, стали каталізатором розвитку окремого вектору інформаційних технологій — дистанційного навчання. На сьогодні воно виступає домінуючою формою здобуття як формальної, так і неформальної освіти. Освітні процеси підвищення кваліфікації та проведення наукових заходів були оперативно трансформовані у цифровий формат із використанням платформ ZOOM, Google Classroom, а також освітніх хабів

Prometheus та EdEra. Це стимулювало розвиток персональних інформаційних каналів та блогів викладачів [Мельник, 2022].

Оволодіння педагогом сучасним цифровим інструментарієм дозволяє радикально переосмислити формат навчальної взаємодії. Зокрема, імплементація відеоконтенту надає можливість розробляти авторські курси та реалізовувати методику «перевернутого класу» (flipped classroom), де теоретичний блок опрацьовується здобувачами самостійно, а аудиторний час присвячується вирішенню практичних кейсів. Особливої ваги у викладанні природничих наук набуває комп'ютерне моделювання біологічних систем та процесів [Навчання біології..., 2019].

Цифровізація контрольних-діагностичних процедур забезпечує суттєву економію аудиторного часу, надає учням академічну свободу та мінімізує суб'єктивний фактор оцінювання, сприяючи формуванню об'єктивного рейтингу. Водночас, стрімка діджиталізація супроводжується певними викликами: колосальні інформаційні потоки та необхідність перманентного оновлення даних вимагають від викладача постійного самовдосконалення, щоб не відставати від наукового прогресу. Саме цей динамізм робить вивчення біології захопливим, актуальним та змістовним процесом [Ніколаєнко, 2017].

Потенціал онлайн-експериментів, що охоплює моделювання макромолекулярних структур, популяційні дослідження, компаративний аналіз геномів та візуалізацію імунологічних реакцій, виводить біологічну науку на якісно новий щабель розвитку. Завдяки своїй універсальності та інтегративній природі біологія посідає провідне місце в сучасній науковій картині світу. Проте ключовим фактором залишається професійна майстерність педагога, здатного спрямувати інформаційний ресурс на формування ґрунтовних фахових компетентностей, перетворивши переваги технологій на міцний фундамент знань [Сліпчук, 2008].

У контексті комп'ютеризації освітнього простору окремої уваги заслуговують технології віртуальної та доповненої реальностей.

Розглянемо еволюцію цих засобів. Доповнена реальність (Augmented Reality, AR) інтерпретується як концепція, що об'єднує ініціативи з накладання цифрових об'єктів на фізичний світ. [Матроскіна, 2020; Велущак, 2025].

Вважається, що термінологічне визначення вперше було запропоноване у 1990 році дослідником Томом Коделлом (Tom Caudell) під час його співпраці з корпорацією Boeing. Цей термін використовувався для опису цифрових систем, що накладали допоміжні схематичні зображення на фізичні об'єкти. Вважається, що саме ця авіабудівна компанія стала піонером практичного застосування доповненої реальності, використовуючи наголовні дисплеї для оптимізації монтажних робіт. Ці пристрої проектували необхідну технічну документацію та схеми безпосередньо на робочі поверхні, полегшуючи роботу персоналу [Lampropoulos G., 2022].

Згодом, у 1997 році, Рональд Азума (Ronald Azuma) систематизував поняття та виокремив три фундаментальні ознаки системи доповненої реальності: комбінація віртуальних та реальних елементів; взаємодія у режимі реального часу; функціонування у тривимірному просторі.

Дещо раніше, у 1994 році, Пол Мілграм (Paul Milgram) та Фуміо Кішно (Fumio Kishino) розробили концепцію, відому як «Континуум віртуальність-реальність» (Milgram's Reality-Virtuality Continuum). Ця модель демонструє діапазон станів середовища: від повністю реального до абсолютно віртуального. У цьому спектрі доповнена реальність займає позицію ближче до реального світу, тоді як доповнена віртуальність тяжіє до віртуального полюса [Алексов..., 2023].

У науковій літературі іноді зустрічаються синонімічні конструкції, такі як «розширена реальність» або «поліпшена реальність». [Доповнена реальність, 2019; Барна, 2021].

В історіографії технологічного розвитку існують різні погляди щодо генезису поняття «доповнена реальність». Згідно з однією з поширених концепцій, протооснови технології були закладені ще у 1950-х роках

кінематографістом Мортоном Хейлігом. Його винахід — симулятор «Sensorama» — мав на меті створення ефекту повного занурення глядача шляхом комплексного впливу на сенсорні системи людини [Lampropoulos G.,2022].

Альтернативна гіпотеза пов'язує виникнення доповненої реальності з 1968 роком, коли Айвеном Сазерлендом було розроблено першу систему з наголовним оптичним дисплеєм. Подальший розвиток інженерної думки призвів до того, що вже у 1980 році з'явився перший портативний пристрій доповненої реальності, придатний для носіння [Lampropoulos G., 2022].

Важливим етапом став 1999 рік, ознаменований релізом ARToolKit — першої платформи для створення доповненої реальності. Цей інструментарій надав розробникам можливість створювати власні рішення доповненої реальності без необхідності розробки базової архітектури системи. Того ж року було засновано компанію Total Immersion, яка згодом посіла провідні позиції у цій галузі [Карнішина, 2021].

У 2003 році розпочала діяльність компанія Metaio, яка стала організатором масштабних профільних конференцій з питань доповненої реальності. Вже у 2004 році наукова група TU Graz презентувала інноваційний проект «Невидимий потяг» (Invisible Train) — систему, що дозволяла через кишеньковий комп'ютер спостерігати за рухом віртуального потяга у реальному середовищі [Augmented Reality..., 2018].

Знаковою подією 2009 року стала поява на сторінках видання Esquire спеціалізованих штрих-кодів. При їх скануванні камерою мобільного пристрою користувач отримував доступ до візуалізованих зображень [Ярушак, 2021].

Вже наступного, 2010 року, корпорація Qualcomm офіційно представила дебютну платформу доповненої реальності, яка була спеціально адаптована для роботи на мобільних девайсах. Нині технології доповненої реальності демонструють надзвичайно високі темпи розвитку, щоденно інтегруючись у дедалі ширші сфери людського життя [Велущак, 2025].

Зупинимось на історії віртуальної реальності. Саме поняття «віртуальність» трактується як властивість імітованого середовища, а також як специфічний спосіб сприйняття, коли суб'єкт перестає розрізняти реальні об'єкти від симульованих. Віртуальну реальність часто описують як квазіреальність — вигаданий світ, породжений уявою або штучно згенерований за допомогою передових інформаційних технологій [Augmented Reality, 2019]. Віртуальна реальність (VR), або Virtual Reality, на сьогодні визнана однією з найбільш перспективних технологій XXI століття. Вона являє собою сучасну 3D-модель, що перебуває в процесі активного розвитку і стала доступною широкому загалу завдяки технологічному прогресу та налагодженню масового виробництва [Lampropoulos, 2019; Сучасний стан..., 2025].

Саму «віртуальність» можна трактувати як характеристику імітованого середовища, а також як специфічний стан сприйняття, коли людина втрачає здатність відрізняти реальні об'єкти від симульованих [Карнішина, 2021].

Варто зазначити, що сам термін «віртуальна реальність» (VR) та її концепція були сформульовані Яроном Ланьєром у 1989 році. [Cumming, 2016] У широкому сенсі віртуальний світ — це штучно створене інтерактивне середовище, орієнтоване на споживача, яке формує ілюзію суб'єктивного занурення [Basilotta-Gómez-Pablos, 2022]. Сам процес «занурення» у цей простір, як правило, реалізується за допомогою спеціалізованих гаджетів [Хміль, 2024].

Вважають, що її початок сягає 1838 року, коли Чарльз Уїтстон (Charles Wheatstone) представив світові стереоскоп, пристрій, призначений для формування тривимірних зображень. Однак, цей винахід не набув широкого визнання. Дослідники вважають, що причиною цього стало те, що стереоскоп випередив тодішній рівень технологічного розвитку [Волинець, 2021].

Значно пізніше, у 1957 році, було створено «сенсораму» — першу установку віртуальної реальності, яка мала можливість трансляти відео, звук, вібраційні відчуття та навіть запахи. Ще через десятиліття, у 1967 році,

з'явився прообраз сучасних окулярів віртуальної реальності — GAF Viewmaster, що дозволяв користувачам переглядати об'ємні зображення [Лещенко, 2022].

Масштабне виробництво обладнання для віртуальної реальності розпочалося лише на початку 1990-х років, що було безпосередньо пов'язано зі стрімким прогресом у сфері технологій. З часом пристрої віртуальної реальності ставали більш досконалими та високотехнологічними, а ефект від їх використання — більш достовірним [Литвинова, 2018; Greenwald, 2020].

Поява віртуальної реальності (VR) та її застосування у різних галузях життя стимулювали наукові дослідження цього феномену. З точки зору філософії та психології віртуальну реальність вивчали такі науковці, як Ф. П. Власенко, О. П. Дзьобань, В. Г. Дупак, Н. М. Гнедко. У їхніх працях описано сутність цього поняття та його вплив на соціалізацію індивіда. Особливості застосування віртуальної реальності в освітньому процесі учнів є предметом досліджень А. А. Засєкіна, І. В. Сальник, М. В. Каленика, В. Є. Климнюка, Є. В. Александрової. Ці роботи переважно присвячені віртуальним комп'ютерним експериментам, екскурсіям, підручникам та іншим мультимедійним навчальним матеріалам. Недивлячись на вищезгадані дослідження істотно розширюють теоретичні основи та практичні методи віртуального навчання, недостатньо вивченим залишається питання потенціалу використання технологій віртуальної реальності в контексті дистанційної та змішаної форм навчання [Хміль, 2021].

1.2 Поняття віртуальної та доповненої реальності: суть, особливості, відмінності.

Для забезпечення інтерактивного освітнього процесу в установах по всьому світу застосовується чимало технологій, хоча і з різним ступенем інтенсивності. До числа таких інтерактивних засобів належать і технології віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR). Між цими технологіями існують суттєві відмінності. Технології доповненої реальності здатні

проєктувати цифрову інформацію (зображення, відео, текст, графіку) поза межі екранів пристроїв та поєднувати віртуальні елементи з реальним середовищем за допомогою лише смартфона. Водночас, віртуальна реальність за допомогою спеціалізованого шолома або VR-окулярів переносить людину у штучний змодельований світ, представляючи 360-градусну картинку [Волинець, 2021].

Фундаментом навчання із залученням засобів віртуальної реальності виступають так звані імерсивні технології (технології занурення). Вони являють собою інструмент віртуального розширення дійсності, що сприяє більш якісному сприйняттю та когнітивному осягненню навколишнього світу шляхом занурення особистості у штучно змодельований простір. Цей інструментарій характеризується потужним педагогічним потенціалом і здатний стати рушієм якісних змін у шкільній освіті, стимулюючи учнів до активної пізнавальної діяльності та маніпуляцій з об'єктами у тривимірному вимірі [Матвієнко, 2020; Хміль, 2024].

Крім того, компанія-розробник Doghead, стратегічною метою якої є докорінна модернізація методик навчання та професійної підготовки засобами віртуальної реальності, ініціювала співпрацю з Університетом Full Sail. У межах партнерської угоди передбачено інтеграцію платформи Rumii у дистанційні курси, що дозволяє вивчати шкільні дисципліни з використанням елементів гейміфікації [Ярушак, 2021].

Аналізуючи динаміку популяризації віртуальної реальності в освітньому секторі, можна виокремити низку ключових факторів: стрімке розширення асортименту спеціалізованого програмного забезпечення; зростання інвестиційних потоків у дану галузь; збільшення кількості технологічних гігантів, представлених на ринку; а також повсюдна імплементація інструментів віртуальної реальності у різноманітні сфери людської діяльності [Martin-Gutierrez, 2012; Мамотенко, 2023].

Засоби віртуальної та доповненої реальностей відкривають перед здобувачами освіти перспективи поглибленого опанування навчального

матеріалу в інтерактивному форматі, а також забезпечують доступ до унікального емпіричного досвіду, який часто є недосяжним у реальних умовах. Важливою перевагою є гнучкість навчального графіка, що дозволяє поєднувати освітній процес із реальними умовами (наприклад, відключення світла). Водночас, необхідно враховувати ризики когнітивного перевантаження та дотримуватися принципів дозованої подачі інформації для оптимізації її засвоєння [Хміль, 2021].

Трансмісія навчального контенту здійснюється безпосередньо через персональний комп'ютер або гарнітуру віртуальної реальності, при цьому користувач отримує повну автономію у виборі темпу та тривалості занять. Такий підхід до самоосвіти стимулює розвиток навичок самостійного вирішення проблемних завдань без зовнішньої підтримки, перетворюючи навчання на захопливий пізнавальний процес [Цифрові ресурси, 2019].

Різновидами віртуального навчання є:

1. Повна імєрсія у віртуальне середовище: Комплексне використання комп'ютерних систем та периферійного обладнання створює ефект присутності у локаціях, фізичне переміщення до яких є обмеженим або неможливим. Суб'єктивне сприйняття змодельованих подій наближається до реальності, забезпечуючи синхронізацію дій користувача з візуальним рядом [Dede, 2009].

2. Використання технологій без повного занурення: Цей підхід є ефективним інструментом у проєктній діяльності. Він дозволяє візуалізувати роботу, своєчасно виявити помилки та оптимізувати проєкт шляхом внесення необхідних правок [Greenwald, 2019].

Перевагами такого імєрсивного підходу є:

- Високий рівень наочності. Завдяки віртуальному простору відкривається доступ до вивчення процесів та структур, які складно або неможливо проаналізувати у фізичному світі. Прикладами можуть слугувати детальний

розгляд анатомії людини, моніторинг роботи внутрішніх вузлів техніки, симуляція виходу у відкритий космос або занурення на океанське дно.

- Підвищена концентрація. Віртуальна реальність нівелює вплив зовнішнього середовища, дозволяючи користувачеві уникнути відволікання та максимально зосередитися на процесі навчання чи роботи.
- Інтерактивність. Віртуальна реальність перетворює навчання на гру, роблячи складну інформацію доступною та цікавою. Замість нудного заучування теорії, учні взаємодіють з матеріалом візуально, що значно посилює їхню мотивацію та глибину засвоєння знань. [Коваленко, 2020]
- Безпечне тренування. У віртуальному світі можна без страху помилитися відточувати майстерність у ризикованих сферах. Це ідеальний полігон для навчання водіїв, лікарів чи інженерів, адже будь-які експерименти проходять без фізичної шкоди для людей.
- Результативність. Згідно з експериментальними даними, застосування віртуальної реальності покращує показники успішності навчання на 10% проти класичних форм освіти.
- Рівні можливості. Віртуальна реальність відіграє ключову роль у соціалізації та навчанні дітей з різними порушеннями. Технологія дозволяє побудувати інклюзивний простір, де враховано потреби кожного, що є важливим кроком до рівного доступу до освіти для всіх верств населення.
- Економічність та простота. Поринути у віртуальну реальність можна без значних витрат. На ринку існують доступні рішення, такі як окуляри Esperanza (орієнтовна ціна — 200 грн), що працюють у парі зі смартфоном. Алгоритм дій простий: встановити на телефон додаток із магазину застосунків (ключові слова: 3D, VR, 360), закріпити гаджет у корпусі окулярів і насолоджуватися зануренням [Cummings, 2016].

Крім того, імерсивні технології відіграють ключову роль у роботі з дітьми, що мають фізичні, соціальні або когнітивні порушення. Завдяки цим інструментам з'являється можливість побудувати інклюзивний освітній

простір, адаптований до індивідуальних потреб кожного учня, що є важливим кроком до забезпечення рівного доступу до знань та демократизації освіти [Семенова, 2020].

З технічної точки зору, поріг входження у світ віртуальної реальності є наразі досить низьким. Варто пам'ятати, що наявність самого лише обладнання не гарантує успішного навчання; вирішальним фактором є якісний спеціалізований контент, який має використовуватися в комплексі з гаджетами [Лещенко, 2022].

Свою чергою, доповнена реальність (AR) являє собою передовий інструмент, що поєднує віртуальні об'єкти з фізичним середовищем. За допомогою мобільних пристроїв або спеціальних окулярів ця технологія накладає на реальний світ цифрові шари — графіку, звук чи сенсорні ефекти, значно збагачуючи сприйняття оточення.

В освітньому просторі ця технологія демонструє потужний потенціал завдяки своїм унікальним перевагам. Вона надає можливість досліджувати складні явища та процеси значно глибше, ніж це дозволяють звичайні ілюстрації в книгах чи на картах. Залучення доповненої реальності підвищує мотивацію учнів, сприяючи кращій концентрації уваги під час навчання. Окрім того, технологія відкриває нові горизонти для проведення експериментів і досліджень, що є критично важливим для безпечного виконання лабораторних робіт, які в реальності можуть нести певні загрози [Велущак, 2025].

Ринок сучасного програмного забезпечення насичений різноманітними застосунками доповненої реальності для освітніх потреб. Наприклад, ARSolarSystem створено для інтерактивного вивчення будови Сонячної системи. Додаток CleverBooksSpace пропонує роботу з 3D-моделями для виконання завдань з інженерії та космонавтики, дозволяючи аналізувати конструкції ракет. Платформа ARLOOPA пропонує велику бібліотеку тематичних об'єктів доповненої реальності. [Dovhal, 2023].

Більше того, застосування доповненої реальності в освітньому процесі дозволяє суттєво зменшити витрати на випуск друкованих матеріалів, а подекуди — повністю відмовитися від фізичних наочних посібників. Доступність методу зумовлена відсутністю потреби у специфічному обладнанні, адже технологія успішно функціонує на звичайних мобільних пристроях. Також доповнена реальність сприяє персоналізації навчання, даючи змогу адаптувати контент до індивідуальних потреб учнів, що робить навчальний простір більш динамічним та багатовимірним [Ярушак, 2023; Ткаченко, Артеменко, 2025].

Важливим є те, що завдяки якісній візуалізації складних концепцій учні глибше засвоюють матеріал і формують цілісне уявлення про об'єкти вивчення. Це стимулює розвиток критичного мислення, надаючи можливість вирішувати практичні завдання в інтерактивному режимі. Крім того, технологія дозволяє безпечно моделювати лабораторні експерименти без ризику для здоров'я, що відкриває значні перспективи для професійної підготовки у різних сферах [Велущак, 2025; Cieutat, 2012].

Пристрої віртуальної реальності класифікують на три основні типи:

1. Базова модель віртуальної реальності. Цей різновид систем дозволяє користувачеві опинитися в центрі тривимірної сцени, хоча й обмежує можливості активного впливу на віртуальне оточення. Базою для створення такого середовища слугують сферичні панорами та 360-градусні зображення [Хміль, 2024]. Наразі найпопулярнішим інструментом у цій ніші є мобільні гарнітури віртуальної реальності, здатні моделювати різноманітні аудіовізуальні простори. Серед типових представників цієї категорії — Cardboard, Gear VR, Daydream View, Xiaomi Mi VR Play, HOMIDO Grab та інші аналоги. Більшість таких девайсів функціонують у тандемі зі смартфоном, дозволяючи глядачеві через лінзи повністю зануритися в події, що розгортаються на екрані [Хміль, 2024]. За сферою використання та сумісністю їх прийнято ділити на чотири ключові групи:

- пристрої для смартфонів,
- гарнітури для персональних комп'ютерів і ноутбуків,
- шоломи для ігрових консолей,
- а також повністю автономні системи [Матроскіна, 2020].

2. Особливе місце посідає технологія 3D-моделювання віртуальної реальності. Цей формат забезпечує інтерактивну взаємодію, дозволяючи користувачеві не лише спостерігати, а й активно створювати чи трансформувати віртуальні об'єкти. Створення програмного забезпечення такого рівня вимагає значних інвестицій часу та фінансів, проте ці витрати компенсуються високим ступенем реалістичності відчуттів. До цієї категорії належать високотехнологічні комплекти, такі як Oculus Rift та HTC Vive, що забезпечують відмінну деталізацію та швидкість реакції завдяки використанню шоломів, контролерів, джойстиків та датчиків руху. Для досягнення максимального ефекту занурення також існують спеціально обладнані приміщення [Павленко, 2019].

Третій тип — це системи віртуальної реальності для кількох користувачів. Таке середовище поєднує сучасні технологічні рішення, зокрема високоякісну графіку, анімацію та 3D-моделювання. Головною особливістю таких програм є можливість одночасної взаємодії багатьох учасників у режимі онлайн. [Хміль, 2024].

Загалом, спектр використання віртуальної реальності є надзвичайно широким, і однією з пріоритетних сфер є освіта [Волинець, 2021]. Віртуальна реальність здатна суттєво оптимізувати дослідження на атомному та молекулярному рівнях, надаючи вченим можливість маніпулювати мікрочастинками у віртуальному просторі так само легко, як деталями конструктора. Також значної популярності технологія набула в медицині, де вона слугує ефективним інструментом для навчання персоналу: від відпрацювання алгоритмів операцій та вивчення обладнання до загального підвищення кваліфікації лікарів [Greenwald, 2021; Udeozor, 2021].

При цьому важливо чітко розмежовувати поняття віртуальної та доповненої реальності. У таблиці 1 подано порівняння цих технологій.

Таблиця 1

Порівняння доповненої і віртуальної реальностей.

Критерії порівняння	Доповнена реальність (AR)	Віртуальна реальність (VR)
Основна мета	Збагачувати середовище реального світу віртуальними елементами.	Імітувати дійсне оточення або створювати світи, які, взагалі, неможливі.
Ступінь занурення	Користувачі залишаються лише частково зануреними у віртуальне оточення	Користувачі повністю занурені у змодельований простір.
Співвідношення досвіду	Досвід є приблизно на 25% віртуальним і на 75% реальним.	Досвід є приблизно на 75% віртуальним і на 25% реальним.
Вплив на відчуття	Користувачі щберігають відчуття перебування в реальному світі.	Органи чуття знаходяться під значним контролем системи віртуальної реальності.
Необхідні пристрої	Спеціалізоване обладнання доповненої реальності не є обов'язковим (достатньо стандартного смартфона чи планшета)	Потрібне спеціальне обладнання віртуальної реальності, наприклад, окуляри, контролери, рукавиці, костюми або спеціально обладнанні кімнати.
Вимоги до зв'язку	Потребує каналу зв'язку з меншою пропускнуою здатністю.	Потребує канал зв'язку з істотно більшою пропускнуою здатністю.
Обмеження та ризики	Обмеження для занурення відсутні.	Використовуються пристрої, вплив яких на здоров'я є більш відчутним
Рекомендована тривалість	Обмеження для занурення відсутні.	Безпечна тривалість сеансу занурення обмежена 15 хвилинами, з обов'язковою перервою у 15-30 хвилин, що корелюється з часом навчальної сесії (45 хв)

Їхня ключова відмінність полягає в тому, що віртуальна реальність генерує абсолютно новий, штучний світ, тоді як доповнена реальність лише накладає окремі цифрові елементи на сприйняття реальної дійсності [Хміль, 2023]. Отже, технології доповненої реальності застосовуються тоді, коли є потреба проєктувати цифрову інформацію (зображення, відео, текст, графіку) поза межі екранів пристроїв та поєднувати віртуальні елементи з реальним середовищем за допомогою лише смартфона. Технологія віртуальної реальності передбачає переміщення людини у штучний змодельований світ за допомогою спеціалізованого шолома або VR-окулярів. При цьому спостерігається повне занурення у віртуальний світ.

1.3. Основні шляхи інтеграції технології віртуальної та доповненої реальності у навчальний процес закладів загальної середньої освіти

У сучасних наукових дослідженнях дедалі більше акцентується увага на ролі цифровізації у вдосконаленні біологічної освіти, зокрема на шкільному рівні. Корелятивні висновки представлено й у закордонних наукових дослідженнях (А. Айіттей, Е. Артур-Нярко, Ф. Онуман, а також М. Касса, М. Азене, М. Фереди). Експериментальним шляхом доведено, що імплементація мультимедійного та інтерактивного контенту в курс біології забезпечує зростання академічної успішності, поглиблює розуміння складних природничих феноменів та сприяє консолідації знань у довгостроковій перспективі [Карасьова, 2020].

В українському науковому дискурсі дослідницький інтерес зосереджено на прикладних вимірах впровадження цифрових інструментів у навчання. Так, Г. В. Дефорж зауважила, що інформаційно-комунікаційні технології підвищують якість засвоєння матеріалу. У цьому контексті І. О. Комарова та Н. О. Ахматова запропонували розглядати мобільні застосунки як дієвий засіб інтеграції біологічного контенту в освітню діяльність, особливо для організації самостійної роботи. Подібну логіку розвитку педагогічних методів

підтримали В. В. Гнатюк, Г. Ф. Аркушина та О. Д. Скорик, які розкрили еволюцію методів викладання біології від класичних до цифрових і наголосили на ролі мультимедіа у формуванні пізнавальної мотивації учнів [Литвинова, 2018].

Поступовий вхід цифрових технологій у систему освіти вимагає не лише технічного, а й методичного оновлення змісту біологічних дисциплін. На цьому наполягають П. С. Ловаст та інші, які вважають оптимальним поєднання традиційних лабораторних експериментів із віртуальними симуляціями. Цю тезу поглиблюють С. І. Сорокіна, В. А. Колодій та О. М. Абрамчук, зазначаючи, що застосування віртуальної реальності створює нові можливості для розвитку просторового мислення й експериментальних навичок учнів. [Биков, 2020] Узагальнюючи виявлені тенденції, О. І. Карбованець та інші прогнозують подальшу трансформацію біологічної освіти України у напрямі цифрової інтеграції, STEM-орієнтації та застосування мультимедійних інновацій, що поступово формують нову якість освітнього середовища [Захарченко, 2019; Полякова, 2025].

У провідних державах світу, таких як Велика Британія, Японія та Німеччина, технології доповненої реальності вже стали органічною складовою освітніх програм провідних закладів вищої освіти. Яскравим прикладом є Массачусетський технологічний інститут, де інструменти застосовуються для моделювання фізико-хімічних процесів та тренування медичних фахівців через симуляцію хірургічних втручань. [Volynets, 2021] Своєю чергою, Токійський університет імплементує ці технології в інженерні курси для апробації складних систем. Такий досвід підтверджує адаптивність доповненої до різноманітних соціально-економічних умов, що робить її перспективною для України [Доповнена реальність, 2018].

Україна, володіючи потужним ресурсом у сфері інформаційних технологій, має необхідні передумови для успішної інтеграції доповненої реальності в освітній простір. Розвинена ІТ-індустрія, значний науковий

бекграунд університетів та загальна цифровізація суспільства створюють сприятливий фундамент для впровадження таких інновацій [Білецька, 2021].

Аналіз наукового дискурсу засвідчує значний інтерес до використання доповненої реальності в освіті, що підтверджується численними міжнародними та українськими дослідженнями. Зокрема, дослідження Lucena-Anton D. та співавторів доводять, що застосування доповненої реальності активізує пізнавальну діяльність здобувачів освіти завдяки створенню комфортного та гейміфікованого середовища [Мележик, 2018; Ярушак, 2021].

Окрім того, технологія покращує комунікацію між здобувачами освіти, стимулюючи командну роботу та розвиток критичного мислення. Особливо результативним є впровадження доповненої реальності у викладання природничих і технічних наук (фізики, математики, біології, історії), де візуалізація відіграє вирішальну роль у засвоєнні матеріалу [Білецька, 2021]. Універсальність доповненої реальності підтверджується можливістю її успішного впровадження на всіх рівнях освітньої системи [Цифрові ресурси, 2020].

На переконання науковців, в умовах дистанційного навчання актуальність доповненої реальності суттєво зростає, оскільки вони гарантують безперешкодний доступ до навчального контенту незалежно від геолокації студентів. [Basilotta-Gómez-Pablos, 2022].

Науковці Л. Тарангул та С. Романюк акцентують на критичному значенні доповненої реальності як інструменту в галузі інформаційних технологій. Автори проводять чітку розділ між віртуальним середовищем (VR), що передбачає повну ізоляцію користувача в синтетичному просторі, та доповненою реальністю (AR), яка функціонує шляхом суперпозиції (накладання) цифрових елементів на фізичну дійсність. Такий підхід дозволяє генерувати високоінтерактивний навчальний досвід, формуючи інноваційну парадигму взаємодії здобувачів освіти з контентом, яка корелює з їхніми когнітивними стилями [Тарангул, 2019].

Дослідники підкреслюють таку перевагу, як автономність процесу: відсутність необхідності у спеціалізованих лабораторіях забезпечує безперервний доступ до навчальних ресурсів незалежно від локації та часу, за умови наявності мобільного девайса. Емпірично підтверджено, що обчислювальний потенціал сучасних смартфонів є достатнім для забезпечення стабільної роботи застосунків доповненої реальності [Воронкова, 2019].

Віртуальні образи, які учні можуть спостерігати безпосередньо в аудиторії, роблять навчальний матеріал більш наочним, яскравим та зрозумілим. Українські дослідники вивчали роль і досвід використання технології доповненої реальності у сфері освіти. У згаданій праці автори здійснили концептуалізацію поняття технології доповненої реальності, а також провели системний аналіз її переваг та лімітуючих факторів у контексті впровадження в освітній простір. Спираючись на результати дослідження, вони дійшли висновку, що високоефективним інструментом цифрової підтримки навчання у освіти виступає платформа HP Reveal. [Тарантул, 2019; Гончаренко, 2008].

У науковому доробку Т. Лещенко, М. Жовнір, В. Юфименка та співавторів актуалізовано проблематику доцільності та специфіки впровадження імерсивного підходу, зокрема в контексті викладання біології. Автори здійснили детальну деконструкцію сутності цього методу, наголошуючи на тому, що «системне та збалансоване використання імерсивних засобів виступає валідною альтернативою або ж ефективним комплементарним елементом традиційної дидактики [Литвинова, 2022].

Паралельно інші дослідники, проаналізувавши функціональний спектр технологій доповненої реальності та найпоширеніші програмні застосунки, сформулювали науково обґрунтовані рекомендації щодо їх інтеграції в освітній простір. Зроблено висновок, що «інтеграція доповненої реальності оптимізує навчальний процес, посилює мотивацію студентів та створює сприятливі умови для організації командної роботи. Розширення педагогічного інструментарію засобами доповненої реальності дозволяє

викладачам ефективно візуалізувати складні теоретичні конструкти, впроваджувати інтерактивні форми занять та забезпечувати об'єктивність оцінювання навчальних досягнень, що в сукупності підвищує загальну результативність освітньої діяльності» [Сліпчук, 2008; Кристопчук, 2008].

Програмне забезпечення доповненої реальності (AR) варто трактувати як комплекс інструментальних засобів, що за допомогою оптичних сенсорів (камер мобільних пристроїв) здійснюють суперпозицію віртуальних об'єктів та інформаційних шарів на фізичну дійсність. Ці технології розширюють сприйняття реального світу, інтегруючи в нього додаткові аудіовізуальні стимули для інтерактивної взаємодії. [Сисоєва, 2013; Fajardo, 2020]

Репрезентативним прикладом є застосунок «Augment», який генерує інтерактивний досвід роботи з тривимірними структурами. Інструментарій програми дозволяє користувачам у режимі реального часу здійснювати маніпуляції з віртуальними моделями через інтерфейс смартфона чи планшета. Функціонал «Augment» охоплює створення та візуалізацію широкого спектра об'єктів — від історичних артефактів та архітектурних форм до наукових моделей. Користувачам надається можливість детального просторового аналізу: дослідження об'єктів під різними ракурсами, масштабування, ротація та переміщення, що сприяє формуванню цілісного уявлення про їхню будову та дизайн [Augmented Reality .., 2018; Руденко, 2020].

Одним із пріоритетних напрямів використання платформи «Augment» в освітній практиці є візуалізація абстрактних концепцій та процесуальних явищ. Педагоги отримують інструментарій для генерування тривимірних моделей, що виконують функцію наочних демонстраторів, значно полегшуючи інтерпретацію складного навчального матеріалу [Котенєва, 2020; Литвинова, 2020; Мележик, 2021]. Зазначений підхід набуває особливої актуальності при викладанні дисциплін, що оперують категоріями, які важко уявити без відповідної візуальної підтримки.

В умовах дистанційного формату освіти «Augment» трансформується в ефективний засіб організації віртуальних лекторіїв, забезпечуючи учням доступ до дослідження 3D-об'єктів незалежно від їхнього просторового розташування. Крім того, інтеграція цього застосунку стимулює проєктно-дослідницьку активність: здобувачі можуть самостійно моделювати тривимірні об'єкти в межах індивідуальних завдань, що сприяє глибшому опрацюванню тем та демонстрації набутих компетентностей. Нарешті, функціонал платформи дозволяє створювати інтерактивні посібники, насичені моделями для безпосередньої взаємодії, що підвищує результативність та атрактивність освітнього процесу [Литвинова, 2020, Мележик, 2021].

Водночас доповнена реальність формує нові перспективи для реалізації педагогіки партнерства та колаборативних методик навчання. [Martin-Gutierrez, 2012]. Трансформація ролі педагога в наставника у поєднанні з використанням технологій, популярних у молодіжному середовищі, робить заняття інтерактивними та значно підвищує мотивацію до навчання [Литвинова, 2020].

«Результати емпіричних досліджень підтверджують, що імплементація доповненої реальності в освітню екосистему виступає каталізатором оптимізації комунікативної взаємодії в системі «викладач–студент». Цей ефект досягається завдяки інтеграції елементів гейміфікації та цифрової візуалізації, що суттєво підвищує мотиваційний профіль здобувачів освіти. Крім розширення дидактичного інструментарію, застосування доповненої реальності забезпечує комплекс переваг:

«Засоби тривимірної графіки дозволяють здійснювати детальну реконструкцію досліджуваних процесів, формуючи у студентів системне та об'ємне розуміння матеріалу.» [Литвинова, 2020].

Технологія гарантує імерсивне занурення в навчальний контекст без фізичних ризиків для здоров'я, що є критичним для небезпечних дисциплін.»

Трансформація ролі учня з пасивного спостерігача в активного учасника, який здійснює маніпуляції з віртуальними об'єктами, стимулює пізнавальну активність [Литвинова, 2020].

Доповнена реальність дозволяє підвищити якість проведення занять, об'єктивізувати оцінювання та забезпечити високий рівень залученості через роботу у віртуальному континуумі. [Полякова, 2025]

Використання технологій доповненої (AR) та віртуальної (VR) реальності в контексті вивчення біології в освітньому процесі, як в Україні, так і в інших країнах, супроводжується низкою специфічних аспектів для здобувачів освіти та педагогічного складу [Воронкова, 2019; Литвинова, 2020].

Першим аспектом є підвищення когнітивного занурення у навчальний досвід.

Практична складова та візуалізація є фундаментальними для глибокого засвоєння біологічних концепцій. Загальновідомо, що в деяких освітніх закладах існує дефіцит сучасного лабораторного обладнання, мікроскопів, препаратів чи моделей, що ускладнює отримання повноцінного досвіду. Впровадження дистанційного формату навчання лише акцентувало цю проблему. Інтерактивні технології віртуальної та доповненої реальностей надають можливість здобути необхідний практико-орієнтований досвід, хоча і в симульованому форматі. [Spilski, 2019] Наприклад, учні можуть віртуально препарувати біологічні об'єкти, що є недоступним у традиційному класі, або досліджувати будову клітини у тривимірному форматі [Сердюк, 2024].

Другим аспектом є симуляція біологічних процесів та безпека.

У лабораторних умовах робота з деякими реактивами, біологічними агентами чи складним обладнанням може становити потенційний ризик. Технології віртуальної та доповненої реальностей забезпечують імітацію небезпечних чи складних експериментів (наприклад, генетичних модифікацій або роботи з патогенами), дозволяючи учням відпрацьовувати протоколи дій та норми безпеки без реального ризику для здоров'я або матеріальних збитків. [Руденко, 2020]

Наступним аспектом є економічна оптимізація ресурсів.

Підтримка та оновлення лабораторної бази, закупівля дорогих мікропрепаратів, хімічних реактивів або анатомічних моделей вимагає значних фінансових вкладень. Доповнена та віртуальна реальність можуть виступати як економічно доцільна альтернатива для забезпечення наочного та практичного навчального процесу. [Котенєва, 2020]

Далі поговоримо про адаптивність і індивідуалізацію навчання.

Педагоги отримують інструменти для модифікації навчальних сценаріїв з використанням віртуальної та доповненої реальностей відповідно до специфічних дидактичних цілей та індивідуальних потреб учнів. Ця гнучкість сприяє створенню персоналізованої освітньої траєкторії для кожного суб'єкта навчання. [Ніколаєнко, 2017; Guinness, 2023]

Наступним аспектом є моніторинг прогресу і зворотний зв'язок.

Системи віртуальної та доповненої реальностей здатні здійснювати трекінг і оцінювання успішності учнів у реальному часі. Викладачі можуть оперативно надавати коригувальний зворотний зв'язок, контролювати динаміку засвоєння матеріалу, а також запобігати діям, що можуть призвести до неправильного виконання експерименту чи інтерпретації результатів.

Далі поговоримо про гнучкість досвіду і колаборацію.

Крос-платформна доступність технологій доповненої та віртуальної реальності на різних пристроях дозволяє учням залучатися до іммерсивного навчання як в межах освітнього закладу, так і в домашніх умовах. Окремі програмні застосунки сприяють кооперативному навчанню, де здобувачі освіти можуть спільно працювати над віртуальними біологічними проєктами (наприклад, симуляція екосистеми чи моделювання ДНК) та обмінюватися віртуальним простором [Хміль, 2023; Філат, 2025].

Також застосування віртуальної та доповненої реальностей дає можливість учням досліджувати та взаємодіяти з великомасштабними або мікроскопічними біологічними сценаріями, які вкрай важко або неможливо відтворити у стандартній аудиторії. Наприклад, віртуальна екскурсія

всередину людського тіла чи моделювання еволюційних процесів [Ніколаєнко, 2017].

До речі, не менш важливою є історична та екологічна перспектива віртуальної і доповненої реальностей.

Віртуальна реальність може транспортувати учнів у різні геологічні епохи для вивчення палеобіології або моделювати екологічні системи та біоми, дозволяючи досліджувати їхні структурні та функціональні особливості. Наприклад, віртуальне відтворення середовища існування вимерлих організмів або динаміки популяцій [Ярушак, 2021].

Незважаючи на значні переваги використання віртуальної і доповненої реальностей у викладанні біології, слід враховувати потенційні бар'єри, серед яких первинні фінансові витрати на технічне оснащення, забезпечення технологічної рівності доступу та необхідність ефективної педагогічної підготовки викладачів і учнів до роботи з цими засобами. Крім того, критичним аспектом для забезпечення ефективності залишається верифікація відповідності створюваного цифрового біологічного контенту актуальним науковим та освітнім стандартам [Greenwald, 2018].

Особливий акцент варто зробити на інклюзивному потенціалі віртуальної реальності. Технологія забезпечує еквівалентний доступ до навчальних матеріалів для осіб з особливими освітніми потребами, дозволяючи відтворити інституційне освітнє середовище в домашніх умовах. Відтак, технології віртуальної реальності демонструють значну педагогічну цінність у контексті інклюзивної освіти [Руденко, 2020].

Віртуалізація освітніх систем є домінуючим трендом у розвинених економіках протягом останнього десятиліття, що зумовлено трьома системними факторами:

Зростанням кваліфікаційних вимог до людського капіталу внаслідок технологічної модернізації виробничої сфери та сектору послуг.

Переорієнтацією промисловості на гнучке дрібносерійне виробництво, що вимагає оперативної перепідготовки кадрів.

Суспільним усвідомленням якості освіти як стратегічного активу нації.

Крім того, віртуалізація відповідає імперативам доступності та безперервності освіти (lifelong learning), задекларованим у програмних документах ЮНЕСКО [Матроскіна, 2020; D. Keleş: 2022].

У функціональному вимірі віртуальна реальність в освіті уможлиблює проведення дистанційних комунікацій (телемостів, відеоконференцій), генерацію тривимірних освітніх ресурсів (віртуальних музеїв, лабораторій, планетаріїв) та візуалізацію складних фізичних феноменів. Структурна таксономія елементів віртуальної реальності охоплює:

Кіберпростір - інтерактивне інформаційне середовище, опосередковане комп'ютерними системами.

Тривимірну графіку - методи геометричного проєкційного моделювання.

Симуляцію - режими інтерактивного проєктування зі зворотним зв'язком.

3D-тури - навігаційні комплекси віртуальних панорам.

Віртуальні панорами - фотореалістичні імерсивні репрезентації простору.

Натомість доповнена реальність (AR) збагачує сенсорне сприйняття фізичного світу шляхом суперпозиції інформативних віртуальних об'єктів [Матвієнко, 2015]. Паралельно технології імітації тактильних відчуттів знаходять застосування у віртуальному прототипуванні, ергономіці, телеуправлінні робототехнічними системами (включно з нанотехнологіями) та цифровому скульптингу [Матроскіна, 2020].

Поєднання доповненої та віртуальної реальностей кваліфікується як метод активного навчання, що сприяє глибокому засвоєнню матеріалу через імерсивну демонстрацію. У європейському освітньому просторі значного поширення набула екосистема CLASSVR, яка пропонує комплексне апаратно-програмне рішення для масового навчання, забезпечуючи синхронізоване

керування навчальним процесом як у малих групах, так і в великих аудиторіях. [Bodekaer, 2016]

Для викладання біологічних дисциплін рекомендовано використання спеціалізованого кластеру мобільних застосунків, зокрема: 3D-Organon VR Anatomy, The Body VR, Anatomy 4D, Surgeon Simulator: Experience Reality, Anatomyou VR, AR-3D-Science, Virtual Reality Cellscape Experience та InMind 2 VR [Білецька, 2021].

Враховуючи домінування візуального каналу сприйняття інформації у процесі навчання, імплементація візуалізаційних технологій є методологічно обґрунтованою. Емпіричні дані свідчать про високий рівень задоволеності учнів елементами доповненої реальності, причому ключовою перевагою інструментів доповненої реальності порівняно з віртуальною є мінімізація негативних фізіологічних ефектів.[Dr. Khadija, 2019] Одним із найперспективніших напрямів доповненої реальності є технології об'єктного розпізнавання, що дозволяють досліджувати навколишнє середовище за допомогою мобільної оптики та інтернет-з'єднання [Сліпчук, 2008].

У сучасному освітньому просторі мобільні технології все частіше впроваджуються в навчальну практику.

Варто акцентувати увагу на тому, що попри наявність досліджень щодо використання смартфонів як інструментарію наукового пошуку, сегмент технологій розпізнавання образів у педагогічному контексті залишається недостатньо вивченим. Хоча спектр інструментів розпізнавання є досить широким, більшість із них не відповідають критеріям ергономічності та інтуїтивної зрозумілості. На сучасному етапі винятком є сервіс Google Lens, чия простота в експлуатації актуалізує питання доцільності його імплементації в навчальний процес [Greenwald, 2018].

Доповнена реальність кваліфікується як перспективний напрям освітніх технологій, а мобільний телефон трансформувався у потужний дидактичний засіб[Martin-Gutierrez,2012]. Провідну роль у розробці інноваційного освітнього програмного забезпечення відіграє корпорація Google. На відміну

від застосунку Google Expeditions, який вже широко імплементований в освітню систему США і має ґрунтовну наукову базу, використання Google Lens в освітніх цілях носить новаторський характер. [Заципанюк, 2017] Ця технологія, анонсована у 2017 році на конференції Google I/O, базується на функціонуванні штучних нейронних мереж, що забезпечують ідентифікацію об'єктів та генерацію релевантної інформаційної довідки. Інтеграція сервісу з Google Фото та Google Assistant розширює його функціональні можливості [Greenwald, 2018].

З технічної точки зору, «Google Lens є системою комп'ютерного зору, здатною після розпізнавання таксономічної належності біологічного об'єкта (рослини чи тварини) надавати деталізовані дані про нього. До ключових переваг впровадження Google Lens у дослідницьку діяльність доцільно віднести: автономність та мобільність використання інструментарію; універсальність аналізу, що охоплює широкий спектр об'єктів, включно з біологічними; можливість реалізації дослідницьких завдань у режимі реального часу, зокрема під час польових (експедиційних) робіт; ефективну конвергенцію віртуального інформаційного простору з фізичним середовищем.» Конкретні приклади використання Google Lens на уроках біології демонструють його високий методичний потенціал. Наприклад, під час вивчення теми "Рослини та їхня різноманітність", учні можуть фотографувати невідомі види рослин у шкільному дворі чи парку. Lens миттєво ідентифікує вид, надаючи повну наукову назву, інформацію про родину, ареал поширення та екологічні особливості, що перетворює звичайну прогулянку на міні-дослідницьку експедицію. [Колот, 2008].

Під час вивчення анатомії та гістології, вчитель може проектувати зображення мікропрепаратів (наприклад, зріз листка або клітини крові), а учні, використовуючи Lens через камеру смартфона, отримуватимуть миттєве розпізнавання певних структур (ядро, хлоропласт, мітохондрія) та додаткову інформацію про їхні функції, що значно посилює наочність і знімає труднощі візуального розпізнавання.

У розділі "Зоологія" учні можуть ідентифікувати види птахів, комах чи ссавців за їхніми зображеннями в підручнику або навіть у природі, отримуючи інформацію про їхню класифікацію, поведінку та природоохоронний статус. Крім того, при вивченні екології Lens може допомогти учням розпізнавати інвазійні або рідкісні види рослин у місцевій екосистемі, дозволяючи їм практично застосовувати знання щодо біорізноманіття та виконувати завдання із складання місцевого екологічного атласу. Ця технологія забезпечує постійний, персоналізований доступ до наукової бази даних, стимулюючи самостійний пошук та критичний аналіз інформації, що є невід'ємним елементом сучасного STEM-підходу [Augmented Reality..., 2018].

У межах опанування навчальної дисципліни «Біологія людини» включення технологій доповненої реальності уможливлює генерацію високоточних інтерактивних моделей анатомічних структур та фізіологічних систем організму.

Такий підхід забезпечує поглиблений аналіз їхньої морфологічної будови та функціонального призначення, а також дозволяє здобувачам освіти моделювати складні схеми нейрогуморальної регуляції. Варто акцентувати, що завдяки інструментарію доповненої реальності відкриваються широкі перспективи для організації віртуальних лабораторних практикумів. Це надає учням змогу реалізувати спектр біологічних експериментів у симульованому середовищі, нівелюючи потребу у дороговартісному фізичному обладнанні та витратних матеріалах.

Висновки до першого розділу

У першому розділі було проаналізовано теоретичні засади розвитку та застосування технологій віртуальної і доповненої реальності у біологічній освіті. Розкрито історію виникнення та еволюції віртуальної та доповненої реальностей, охарактеризовано сутність цих понять, їх особливості та відмінності, зокрема визначено, що доповнена реальність накладає штучні

елементи на реальне середовище, тоді як віртуальна повністю формує новий цифровий простір.

На основі аналізу наукових джерел узагальнено світовий і український досвід використання віртуальної та доповненої реальностей у навчанні біології.

Показано, що такі технології активно застосовуються для моделювання біологічних процесів, проведення експериментів, візуалізації мікроскопічних структур, підвищення інтересу та мотивації учнів.

Окреслено ключові переваги віртуальної та доповненої реальностей — інтерактивність, наочність, доступ до складних об'єктів та можливість самостійного дослідження.

Узагальнено основні шляхи інтеграції віртуальної та доповненої реальностей у шкільний курс біології: використання цифрових моделей, віртуальних лабораторій, мобільних додатків доповненої реальності, інтерактивних платформ. Зроблено висновок, що віртуальна та доповнена реальність виступають потужним інструментом модернізації біологічної освіти, забезпечуючи високий рівень залученості учнів та сприяючи формуванню дослідницьких умінь.

РОЗДІЛ II. ДОСЛІДНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РОБОТА З ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТЕЙ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ

2.1. Організація дослідно-експериментальної роботи з впровадженням технології віртуальної і доповненої реальності на уроках біології.

Дослідно-експериментальна робота із застосування технології віртуальної і доповненої реальності у процесі навчання біології здійснювалась у Рибаківському ліцеї Коблівської сільської ради Миколаївського району Миколаївської області.

Після вивчення теоретичних джерел нами було розроблено програму педагогічного експерименту. Педагогічний експеримент поділявся на три етапи: констатувальний, формувальний, заключний.

На першому етапі дослідної роботи ми розглянули стан проблеми у практиці роботи закладів загальної середньої освіти. Для цього було проведено бесіди із вчителями та учнями про їхнє розуміння значення для навчання технологій доповненої та віртуальної реальності.

Дослідження проводилось із учнями 7 класу Рибаківського ліцею Миколаївського району Миколаївської області. Ліцей має достатньо задовільне навчальне забезпечення навчання біології, а саме: обладнаний згідно методичних вимог кабінет біології із усіма, потрібними для навчання матеріалами та засобами. Ми під час педагогічної практики ознайомилися з навчальною програмою з біології та календарним планом, усіма дидактичними матеріалами, обладнанням та іншими засобами потрібними для уроків біології.

У рамках проведення уроків біології в 7 класі ми впровадили елементи доповненої реальності для покращення засвоєння навчального матеріалу, активізації пізнавальної діяльності учнів та розвитку їхніх просторово-образних уявлень. Уроки проводилися у змішаному режимі. Під час дистанційного навчання було використано платформи (Google Classroom,

EdEra, Moodle, Google forms, Zoom, LearningApps, Quizlet, Padlet, Liveworksheets, мобільні додатки AR Biology, Mozabook).

Під час очного навчання було використано мультимедійну дошку Newline TruBoard та цифровий мікроскоп, інтерактивні підручники, роздатковий матеріал, таблиці та рисунки, QR- коди.

Працювали також із цифровою бібліотекою. Технологія доповненої реальності інтегрована у 3D-моделі у пошуку Google, налічує понад 100 екземплярів (цифрову бібліотеку) та постійно оновлюється. Використання бібліотеки можливе у двох режимах:

- «перегляд 3D-результатів пошуку, з якими учень може активно взаємодіяти: обертати, змінювати розмір, в моделях тварин слухати звук, вивчати складові; 2. взаємодіяти з 3D-результатами в режимі доповненої реальності з використанням телефону Android із підтримкою ARCore» [Компетентнісно-орієнтовані завдання..., 2017].

- під час використання другого режиму після застосування пошуку тварин учні можуть не тільки розміщувати представників тваринного світу поруч із собою, відчуваючи ефект присутності, а й оцінити їх реальний розмір в порівнянні із своїм зростом чи предметами найближчого оточення.

Цікавою вправою, яка інтегрує біологію та знання з географії, є завдання розташувати об'єкт на карті світу за регіоном поширення чи на фоні зображення із природним ландшафтом проживання чи об'єктами, які складають ланцюг живлення.

Пошук за «скелетною системою» забезпечує учням можливість переглянути скелет людини, розроблений у додатку Biodigital, вивчити назву основних кісток скелету за допомогою плаваючих описів-позначок. А модель системи кровообігу супроводжується ще й детальним вивченням серця. Через те, що всі описи подаються англійською мовою, учні одночасно розвивають свою іншомовну компетентність, пригадують переклад термінів або вивчають їх за допомогою додаткових доступних інструментів перекладу.

Якщо вивчення анатомії людини є прикладом комп'ютерної моделі реального фізичного об'єкта, який відділений від загальної системи – людського тіла, то моделі клітин та організмів, які розроблені сервісом Visual Body, учень може вивчити з допомогою віртуального 3D-мікроскопу, розглянувши їх форму, розташування складових за назвами позначених складових.[Widiaty, 2021] Подібний функціонал доступний під час використання 3D моделей хімічних сполук.

Важливо те, що учень має можливість записувати відео з об'єктами доповненої реальності на Android. Однократне натискання дозволяє зробити знімок, а через утримання кнопки запису буде здійснюватись запис. Відеозаписи включають звук і можуть тривати до 30 секунд, при цьому останній кліп відображається у нижньому правому куті як ярлик, який відкриває програму галереї.[Сабатовська, 2014] Таке рішення краще, аніж запис всього екрану, і не потребує підключення додаткових застосунків. Записані відеодемонстрації учень може розмістити у персональному цифровому освітньому середовищі, поділитись ними з іншими користувачами чи створити інформаційний продукт за результатами відповідного дослідницького проєкту» [Барна, 2021].

Застосування інтерактивних дошок в освітній практиці набуває значної актуальності як засіб стимулювання співпраці та активної взаємодії між усіма суб'єктами освітнього середовища. Ці високотехнологічні дошки надають змогу інтегрувати передові цифрові технології з метою оптимізації засвоєння навчального контенту та прогресивного розвитку компетентностей здобувачів освіти.

Впровадження інтерактивної дошки у процесі організації функціонально орієнтованих навчальних заходів (зокрема, з біології) наділяє цей процес низкою суттєвих переваг:

- Залучення додаткового сенсорного каналу, окрім традиційних аудіального та візуального – це кінестетичний, який забезпечується через

тактильну взаємодію і сприяє глибшому та комплекснішому засвоєнню біологічних процесів та структур.

- Крім того, попередня розробка всіх необхідних дидактичних матеріалів гарантує оптимальний, динамічний темп проведення освітньої сесії, вивільняючи час для поглибленого обговорення ключових концептів.

- Наявність вбудованого програмного забезпечення зі значною колекцією шаблонів, ілюстрацій та графічних елементів надає педагогу широкі можливості для конструювання авторських уроків та моделювання завдань з біологічною специфікою.

- Забезпечується безперешкодний контроль над усіма функціями комп'ютерної системи та будь-яким встановленим програмним забезпеченням (наприклад, для роботи з базами даних геному чи симуляційним ПЗ) не лише спеціалізованим маркером, але й простим дотиком руки, що доповнюється наявністю ергономічної панелі допоміжних інструментів.

- Матеріал можна систематизувати за принципом послідовних сторінок, що вимагає логічного, поетапного підходу до подачі інформації і значно спрощує планування.

- Також є можливість ефективної взаємодії із прикладними програмами, інсталюваними на персональному комп'ютері (MS Word, MS Excel, MS PowerPoint та спеціалізоване біологічне ПЗ).

- Після завершення навчальної роботи, усі створені файли можуть бути збережені на комп'ютері як в первісній формі, так і з усіма доповненнями та коригуваннями, внесеними безпосередньо під час заняття [Ярушак, 2021].

Було проведено опитування серед учнів щодо використання віртуальної та доповненої реальності на уроках біології. Результати опитування представлено у вигляді діаграм. Нами було опитано 20 учнів, вік респондентів 12-14 років. Слід зазначити, що учні із задоволенням відповідали на запитання щодо цифрових технологій.

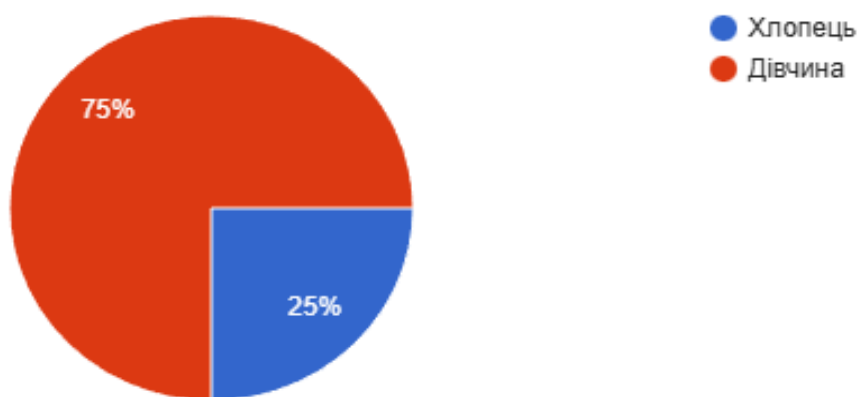


Рис.1 Розподіл опитаних учнів за статтю.

Діаграма показує (рис. 1), що в опитуванні взяли участь 75% дівчат та 25% хлопців.

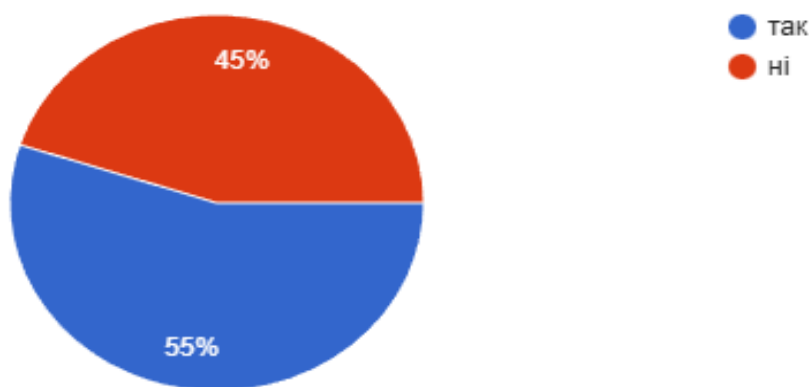


Рис.2. Чи користувався(лась) ти раніше віртуальною або доповненою реальністю у вільний час?

Формулюючи наступне питання, ми прагнули в'яснити, як саме учні використовують такі технології як віртуальною або доповненою реальністю. Результати відповіді на це питання зображено на рис. 2.

Із рисунку 2 бачимо, що 55% учнів користувались віртуальною або доповненою реальністю у вільний час, а 45% - ні. Тобто, майже половина учнів не застосовувала ці технології за межами освітнього процесу. Такі дані можуть свідчити про те, що учні мало знайомі з технологіями віртуальною або доповненою реальністю і можливостями їхнього застосування.

Наскільки цікавим був урок з VR/AR порівняно зі звичайними уроками біології?(від 1 до 5, де 1- не цікаво, 5 - дуже цікаво)

20 відповідей

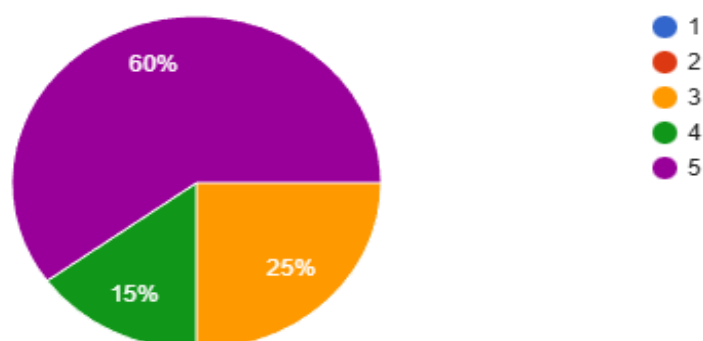


Рис.3 Наскільки цікавим був урок із використанням віртуальної та доповненої реальностей порівняно зі звичайними уроками біології?

На рисунку 3 видно, що найбільша частка респондентів – 60% оцінила урок найвищим балом, чверть опитаних - 25% поставили середню оцінку, 15% респондентів оцінили урок на «добре». На діаграмі відсутні сектори синього (1 бал) та червоного (2 бали) кольорів, які відповідають оцінці «нецікавий урок». Такі дані свідчать про те, що не було учнів, які сприйняли урок негативно або як нецікавий.

Наскільки допомогло VR/AR краще зрозуміти тему? (від 1 до 5, де 1- не цікаво, 5 - дуже цікаво)

20 відповідей

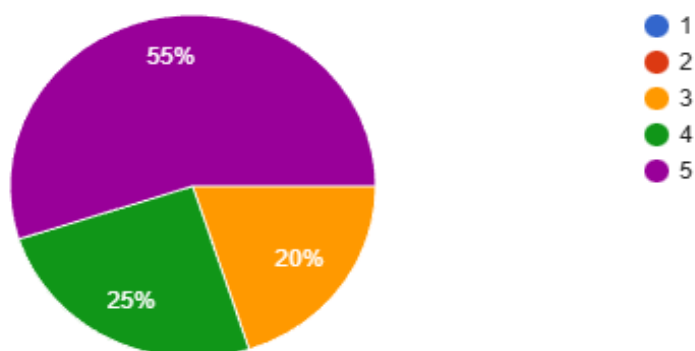


Рис.4. Наскільки віртуальна та доповнена реальності допомогли краще зрозуміти тему?

Отже, учні вважають уроки з віртуальною або доповненою реальністю значно цікавішими за традиційні.

Наступне питання спрямовувалось на оцінювання учням впливу досліджуваних технологій на розуміння ними навчального матеріалу.

Із рис. 4 видно, що 55% респондентів оцінили урок із застосуванням цифрових технологій щодо розуміння навчального матеріалу найвищим балом, тобто половина респондентів вказала, що краще розуміють навчальний матеріал, якщо на уроці використовуються технології віртуальної або доповненої реальності; 25% опитаних оцінили це твердження у 4 бали; 20% учнів - у 3 бали. 1-2 бали - відсутні, що свідчить про те, що всі учні краще опановують навчальну інформацію, яка представляється у цифрових форматах. жоден учень не вважав урок нудним або нецікавим. Отже, 80% учнів (сума оцінок 4 та 5) вважають уроки з використанням технологій віртуальної або ж доповненої реальності значно ефективнішими щодо засвоєння знань, ніж традиційні уроки..

Чи відчував(ла) ти, що після VR/AR уроку краще пам'ятаєш матеріал?

20 відповідей

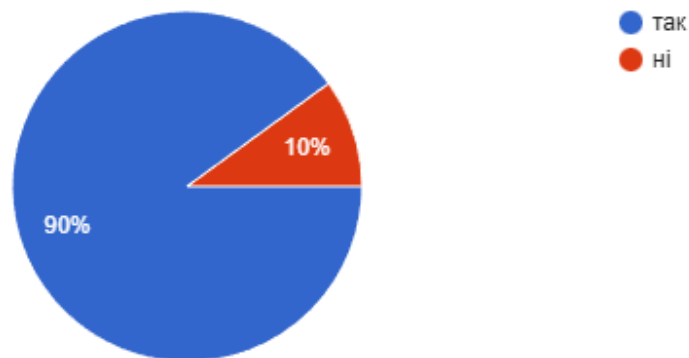


Рис.5 Чи відчував(ла) ти, що після уроку із використанням віртуальної та доповненої реальності краще пам'ятаєш матеріал?

На рисунку 5 бачимо, що 90% респондентів відповіли ствердно («так»), що свідчить про високу ефективність візуалізації для довготривалої пам'яті. Лише 10% (червоний сектор) відповіли «ні».

Наскільки легко було виконувати завдання під час використання VR/AR?(від 1- дуже легко , до 5-важко)

20 відповідей

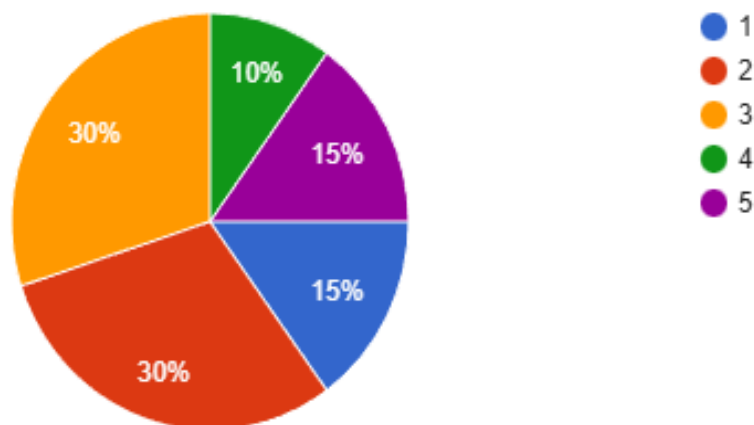


Рис.6 Наскільки легко було виконувати завдання під час використання віртуальної та доповненої реальностей?

Із рисунку 6 видно, що легко виконувати завдання (1 та 2 бали) - обрали 45% учнів: Майже половина учнів не мала проблем із використанням технології, 15% - було «дуже легко» (1 бал), 30% - просто «легко» (2 бали), середньо (3 бали) - 30%. Третина учнів оцінила складність як середню, тобто вони, ймовірно, потребували певної адаптації, але впоралися. Відповіли «важко» (4 та 5 балів) - 25% опитаних, це означає, що чверть учнів зіткнулася з труднощами, з них 10% - оцінка 4; 15% - оцінка 5.

Отже, хоча для більшості учнів (45%) технологія є такою, що полегшує навчальну діяльність, четверта частина опитаних (25%) відчували складнощі з виконанням завдань. Це вказує на те, що зручність користування або технічна підготовка учнів є «вузьким місцем» впровадження віртуальної та доповненої реальності, на відміну від мотивації чи запам'ятовування, де показники були значно вищими.

Чи відволікав(ла) тебе пристрій або віртуальні елементи від навчальної мети?

20 відповідей

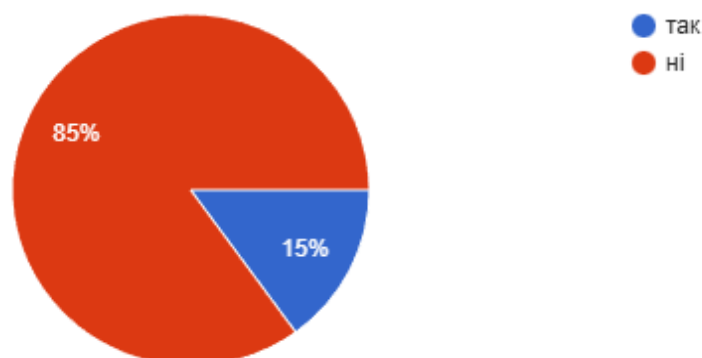


Рис.7 Чи відволікав тебе пристрій або віртуальні елементи від навчальної мети?

Із рис.7 видно, що переважна більшість учнів (85) використання технологій віртуальної та доповненої реальностей не вважають відволікаючим фактором. Вони змогли зосередитися саме на навчальному матеріалі, а не на самій технології чи візуальних ефектах.

Меншість учнів (15%) зазначили, що віртуальні елементи або сам пристрій відволікали їх від суті уроку.

Чи змінювалося твоє бажання вчитися біології після уроку з VR/AR?

20 відповідей

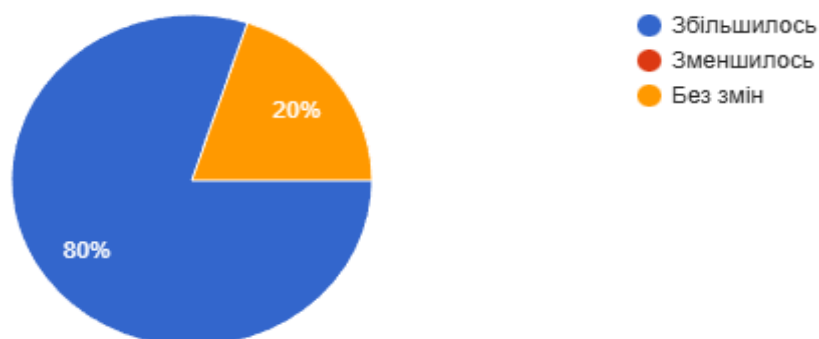


Рис.8 Чи змінювалося твоє бажання вчити біологію після уроку з використанням віртуальної та доповненої реальностей?

На рисунку 8 видно, що переважна більшість учнів зазначили, що їхнє бажання вивчати предмет зросло. Це свідчить про високий мотиваційний потенціал використання імерсивних технологій. Нейтральний вплив на інтерес до навчання ці технології мали для 20% учнів. П'ята частина опитаних відповіла, що застосування технологій ніяк не вплинуло на їх інтерес до предмета. Тобто, для цієї групи учнів, застосування досліджуваних технологій не змінило ставлення до предмету. На діаграмі відсутній сектор для варіанту «Зменшилось», що означає, що жоден учень не втратив інтерес до біології через впровадження нових технологій.

Аналіз відповідей показує, що впровадження технологій віртуальної та доповненої реальності на уроках біології є потужним інструментом підвищення навчальної мотивації, оскільки для 80% учнів це стало поштовхом до більшого бажання вивчати предмет.

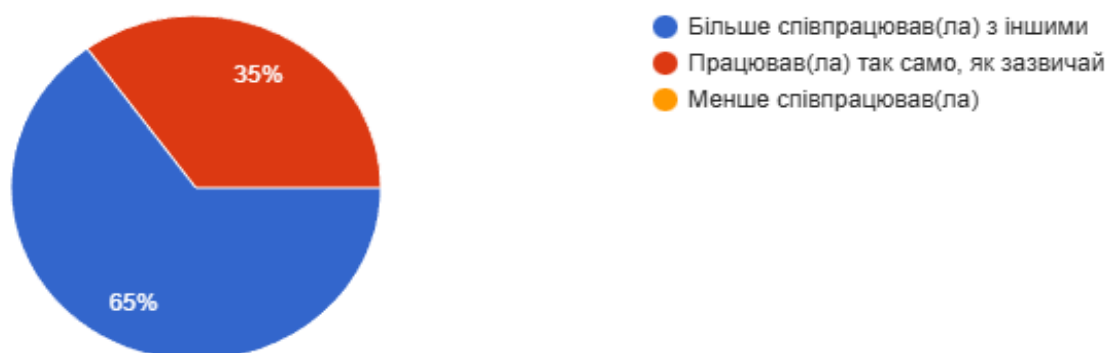


Рис.9 Під час уроку з використанням віртуальної та доповненої реальностей я...

На рис.9 видно, що зросла співпраця (65%): більшість учнів обрали варіант «Більше співпрацював(ла) з іншими». Це вказує на те, що використання віртуальної реальності стимулювало комунікацію, обговорення побаченого та спільне розв'язання завдань. Стабільний рівень (35%) характеризує третину учнів, які зазначила, що «Працював(ла) так само, як зазвичай». Тобто технологія не змінила їхній звичний стиль роботи. Зниження співпраці не відмічено, що є дуже важливим показником. Це спростовує міф

про те, що VR-окуляри «ізолюють» учня від класу. Жоден респондент не відчув зменшення взаємодії з однокласниками.

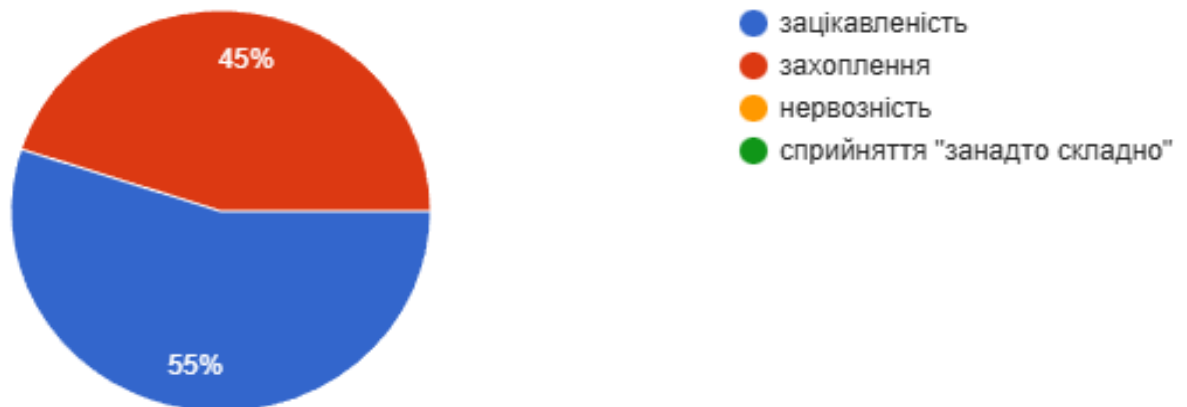


Рис.10 Після уроку з використанням віртуальної та доповненої реальностей я відчував(ла)...

Із рис. 10 видно, що найбільша частина опитуваних учнів (55%) після уроку з використанням віртуальної та доповненої реальностей відчували зацікавленість до наступних уроків, а 45% учнів відчували захоплення. І ніхто з опитуваних учнів не відчував нервозність чи сприйняття «занадто складно».

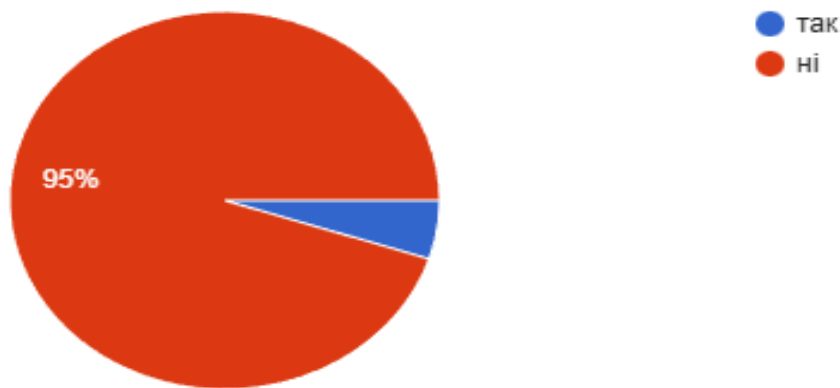


Рис.11 Чи виникали під час або після використання на уроці віртуальної та доповненої реальностей неприємні відчуття (головний біль, нудота , запаморочення)?

Як показано на рис. 11, у переважної більшості учнів не виникало ніяких неприємних відчуттів після уроку, на якому застосовувались технології віртуальної та доповненої реальності

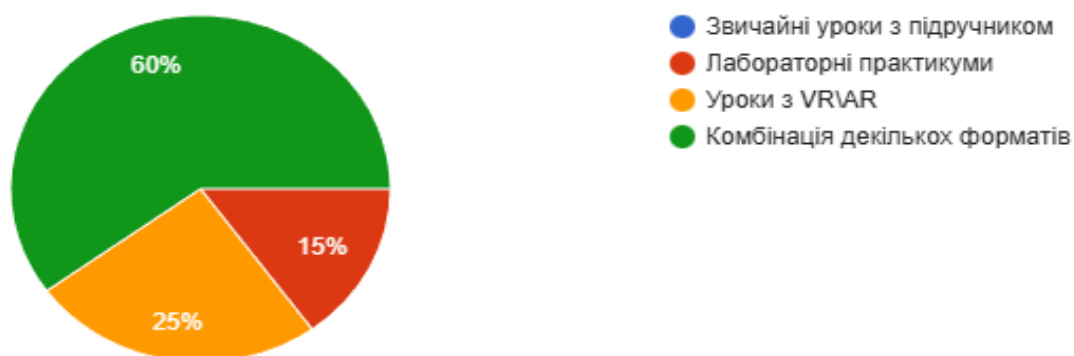


Рис.12 Який формат навчання ти вважаєш найефективнішим для вивчення біології?

Із рисунку 12 бачимо, що 60% опитуваних учнів вважають найефективнішим для вивчення біології комбінацію декількох форматів, 25% учнів вважають найефективнішими уроки з використанням віртуальної та доповненої реальностей, 15% - обрали лабораторні практикуми, але ніхто з учнів не обрав традиційні уроки із підручником.

Чи хотів(ла) б ти, щоб VR/AR використовували частіше на уроках біології?

20 відповідей

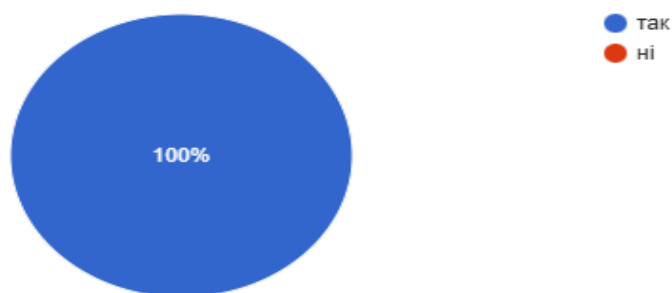


Рис.13 Чи хотів (ла) б ти, щоб віртуальну та доповнену реальність використовували частіше на уроках біології?

На рисунку 13 видно, що усі опитані учні хотіли б використовувати віртуальну та доповнену реальність на уроках частіше.

Отже, згідно опитування переважна більшість учнів виявили зацікавленість до застосування віртуальної та доповненої реальності на уроках біології.

2.2 Методика застосування технологій віртуальної та доповненої реальності на уроках біології у 7 класі.

Для того, щоб розробити уроки біології із використанням технологій віртуальної та доповненої реальності, ми спочатку ознайомились із підручником та модельною навчальною програмою з біології для 7 класу.

У ліцеї 7 клас навчається за підручником Остапченко Л., Балан П., Козленко О., Кулініч О., Юрченко Л. Біологія: підруч. для 7 класу закладів загальної середньої освіти [Остапченко...,2024]. та за модельною навчальною програмою за авторством Балана П. Г., Кулініча О. М., Юрченка Л. П.

У 7 класі на вивчення теми «Водорості» відведено за програмою 5 годин. Очікувані результати навчання передбачають формування в учнів системного розуміння будови, ознак, поширення та екологічних особливостей водоростей, а також їхніх пристосувань до життя у водному середовищі. Після опрацювання теми учні мали вміти: визначати і візуалізувати поняття про водорості, формувати проблемну ситуацію щодо пристосувань водоростей, визначати сутність ціннісної категорії: екологічна цінність природи.

Під час опрацювання матеріалу учні використовували Mozabook для:

- перегляду 3D-моделей одноклітинних і багатоклітинних водоростей;
- розглядання будови хлорели, хламідомонади, улотрикса, ламінарії у збільшеному форматі;
- аналізу внутрішніх структур: хлоропластів, пігментів, вакуолей, ядра;
- візуалізації процесів фотосинтезу та руху одноклітинних водоростей;
- дослідження того, як форма та будова клітини впливають на життя у воді.

Візуалізація доповненої реальності дала можливість роздивитися водорості з різних ракурсів, збільшувати їх і демонструвати ознаки, які в реальності важко побачити.

Інтерактивна дошка використовувалася для:

- демонстрації будови водоростей у 3Д-форматі та їхніх клітин;
- роботи з інтерактивними таблицями: «Загальні ознаки водоростей», «Екологічні групи»;

- відображення відеофрагментів про середовище існування водоростей;
- спільного заповнення схеми «Пристосування водоростей до життя у воді»;
- фронтального обговорення на тему «Значення водоростей» з виділенням важливих елементів маркером.

Це підсилювало сприйняття матеріалу та дозволяло учням активно взаємодіяти з навчальним контентом.

Цифровий мікроскоп дав змогу:

- спостерігати реальні мікропрепарати водоростей: хлорели, спірогіри, улотрикса;
- аналізувати їхню форму, зелене забарвлення, наявність хлоропластів і характер руху (для рухомих форм);
- порівнювати мікроскопічну будову водоростей і наземних рослин;
- побачити спіральні хлоропласти спірогіри та інші структурні особливості, недоступні неозброєному оку.

Це сформувало у школярів практичне розуміння мікроскопічної природи водоростей.

QR-коди використовувались для:

- переходу до моделей доповненої реальності;
- перегляду відео про поширення водоростей у природі;
- відкриття карт «Екологічні групи водоростей»;
- виконання мінітесту в Google Forms на тему «Різноманітність водоростей».

Це забезпечило швидкий доступ до навчального контенту та інтеграцію різних форматів роботи.

Залучено такі платформи:

- Google Classroom — матеріали, презентації, додаткові статті з цікавою інформацією про водоростей;
- Google Forms — тести: «Загальні ознаки водоростей»;
- LearningApps — вправи на класифікацію екологічних груп;
- Quizlet — флеш-картки з поняттями («талом», «фікобіліни», «планктонні водорості»);

- Padlet — колективне створення схеми «Пристосування водоростей до води»;
- Liveworksheets — тренувальні вправи на встановлення відповідностей між видами водоростей.

Інтеграція цих ресурсів забезпечила різноманітність діяльності та закріплення знань у зручному форматі.

- Фронтальна бесіда: виявлення знань учнів про водорості.
- Візуально-аналітична робота з 3D-моделями: визначення будови та ознак.
- Групова робота: аналіз екологічних груп водоростей (прісноводні, морські, наземні, епіфітні).
- Порівняльні завдання: чим водорості відрізняються від наземних рослин.
- Практичне спостереження через мікроскоп.
- Створення схем та таблиць на інтерактивній дошці (Схеми- «Значення водоростей у природі та житті людини», «Будова типових водоростей», таблиця - «Відділи водоростей та їх характеристики»)
- Міні-дослідження: які пристосування допомагають водоростям жити у водному середовищі.
- Рефлексія через Padlet: «Що нового дізнався про водорості?».

Результати роботи

Учні:

- визначили загальні ознаки водоростей (таломна будова, наявність хлорофілу, здатність до фотосинтезу, життя переважно у воді);
- назвали екологічні групи та навели приклади середовищ, у яких вони зустрічаються;
- пояснили основні пристосування водоростей до водного середовища (гнучкість, відсутність розвиненої кореневої системи, наявність пігментів, легкість тіла, здатність прикріплюватися);
- розглянули водорості під мікроскопом та визначили особливості їхньої клітинної будови;

- успішно працювали з доповненою реальністю, інтерактивними моделями та онлайн-платформами;
- показали високий рівень залучення та зацікавленості завдяки використанню цифрових технологій.

У 7 класі на вивчення теми «Характерні риси та будова вищих рослин» відведено за програмою 10 годин. Вивчення цієї теми спрямовано на формування в учнів системного розуміння будови, ознак, поширення та екологічних особливостей наземних рослин, а також їхніх пристосувань до життя у наземно-повітряному середовищі. Після опрацювання теми учні мали вміти: визначати поняття і візуалізувати знання про наземні рослини, усвідомлювати проблему дослідження щодо пристосувального значення особливостей наземних рослин, визначати сутність ціннісної категорії : історична цінність природи.

Під час опрацювання матеріалу учні використовували Mozabook для:

- перегляду 3D-моделей тканин і органів наземних рослин;
- розглядання будови листка, стебла, кореня та квітки у збільшеному форматі;
- аналізу внутрішніх структур: провідних пучків, продихів, механічних волокон, твірної тканини;
- візуалізації процесів транспірації та транспорту речовин по рослині;

Візуалізація доповненої реальності дала можливість роздивитися будову рослин з різних ракурсів, збільшувати їх і демонструвати внутрішню будову, яку в реальності важко побачити.

Інтерактивна дошка використовувалася для:

- демонстрації будови наземних рослин у 3Д-форматі та їхніх тканин;
- роботи з інтерактивними таблицями: «Загальні ознаки ембріофітів», «Види тканин»;
- відображення відеофрагментів про середовище існування наземних рослин;
- спільного заповнення схеми «Пристосування рослин до життя на суші»;

- фронтального обговорення на тему «Значення наземних рослин» з виділенням важливих елементів маркером.

Це підсилювало сприйняття матеріалу та дозволяло учням активно взаємодіяти з навчальним матеріалом.

Цифровий мікроскоп дав змогу:

- спостерігати реальні мікропрепарати рослин: шкірочки листка, поперечного зрізу стебла, кореневого чохла;
- аналізувати їхню будову, наявність продихів, клітинну стінку та структуру провідних елементів;
- порівнювати мікроскопічну будову наземних рослин і водоростей;
- побачити замикаючі клітини продихів та інші структурні особливості, недоступні неозброєному оку.

Це сформувало у школярів практичне розуміння мікроскопічної природи тканин рослин.

QR-коди використовувались для:

- переходу до моделей доповненої реальності;
- перегляду відео про поширення рослинних угруповань у природі;
- відкриття карт «Рослинний світ Землі»;
- виконання мінітесту в Google Forms на тему «Наземні рослини (ембріюфіти)».

Це забезпечило швидкий доступ до навчального контенту та інтеграцію різних форматів роботи.

Залучено такі платформи:

- Google Classroom — матеріали, презентації, додаткові статті з цікавою інформацією про перші наземні рослини;
- Google Forms — тести: «Загальні ознаки вищих рослин»;
- LearningApps — вправи на класифікацію органів рослин (вегетативні та генеративні);
- Quizlet — флеш-картки з поняттями («кутикула», «продих», «ксилема», «ембріюфіти»);

- Padlet — колективне створення схеми «Пристосування рослин до суші»;
- Liveworksheets — тренувальні вправи на встановлення відповідностей між тканинами та їхніми функціями.

Інтеграція цих ресурсів забезпечила різноманітність діяльності та закріплення знань у зручному форматі.

- Фронтальна бесіда: виявлення знань учнів про рослини суходолу.
- Візуально-аналітична робота з 3D-моделями: визначення будови та ознак.
- Групова робота: аналіз функцій органів рослин (корінь, пагін).
- Порівняльні завдання: чим наземні рослини відрізняються від водоростей.
- Практичне спостереження через мікроскоп.
- Створення схем та таблиць на інтерактивній дошці (Схеми - «Значення рослин у природі та житті людини», «Будова тканин», таблиця - «Органи рослин та їх функції»).
- Міні-дослідження: які пристосування допомагають рослинам виживати без води.
- Рефлексія через Padlet: «Що нового дізнався про наземні рослини?».

Результати роботи Учні:

- визначили загальні ознаки ембріофітів (наявність тканин і органів, захист зародка, кутикула, продихи);
- назвали основні органи та навели приклади функцій, які вони виконують;
- пояснили основні пристосування рослин до наземного середовища (опорні тканини, провідна система, захист від висихання, коренева система);
- розглянули тканини під мікроскопом та визначили особливості їхньої клітинної будови;
- успішно працювали з доповненою реальністю, інтерактивними моделями та онлайн-платформами;
- показали високий рівень залучення та зацікавленості завдяки використанню цифрових технологій.

2.3. Аналіз дослідно-експериментальної роботи з впровадження технології віртуальної і доповненої реальності на уроках біології 7 класі

Дослідно-експериментальна робота передбачала проведення аналізу ефективності застосування технологій доповненої і віртуальної реальності. Для цього ми порівнювали результати навчальних досягнень учнів на початку проведення експерименту і після його завершення.

Також ми визначали активність учнів на уроках біології та вияв зацікавленості до біологічних знань. Визначення пізнавальної активності здійснювались за такими параметрами: відповіді учнів під час проведення уроків, виконання домашніх завдань учнями. Для цього ми використовували педагогічне спостереження і аналіз робіт учнів.

За пізнавальною активністю розподілили учнів на три групи: високий рівень - учні відповідають на кожному уроці, ретельно виконують домашні завдання; середній рівень- учні відповідають на більшості уроків та виконують домашні завдання; низький рівень - не відповідають на уроках та рідко роблять домашнє завдання.

Вияв зацікавленості на уроках біології визначали за наслідками рефлексії, яку проводили на заключному етапі уроку. Учні відповідали на питання «Чи сподобався тобі урок біології? Якщо сподобався, то чому?».

Учні відповідали, що їм більше усього на уроці сподобалось роздивлятись різні клітини, тканини, органи у 3-Д форматі, використовуючи інтерактивну дошку, та досліджувати різні клітини через електронний мікроскоп.

До речі, із рефлексії також видно, що завдяки впровадженню технологій віртуальної та доповненої реальності зросла комунікабельність в учнівському колективі.

За результатами навчальних досягнень учнів ми заповнили таблицю 3. На початковому етапі дослідження учні експериментальної групи виявили такі навчальні досягнення: 8% учнів мали високий рівень навчальних досягнень,

Таблиця 3

Рівень навчальних досягнень учнів на початковому етапі дослідження.

Рівень навчальних досягнень	Кількість учнів (відсоток)	
	абсол.	%
Високий рівень	1	8
Достатній	5	38
Середній	4	31
Початковий	3	23

38% - достатній рівень, 31% - середній рівень, а 23% - початковий рівень.

Після того як була вивчена тема «Водорості» ми знову провели контрольну роботу з учнями і за її результатами заповнили таблицю 4.

Таблиця 4

Рівень навчальних досягнень учнів на прикінцевому етапі дослідження

Рівень навчальних досягнень	Кількість учнів (відсоток)	
	абсол.	%
Високий рівень	1	8
Достатній	8	62
Середній	4	30
Початковий	-	-

Із таблиці 4 бачимо, високий рівень навчальних досягнень спостерігається у 8% учнів, достатній – у 62%, середній – у 31%.

Порівнюючи отримані дані, можемо зазначити, що кількість учнів, які мають високий рівень навчальних досягнень на прикінцевому етапі дослідження не змінилася – 8 % , але зросла кількість учнів, які мають достатній рівень навчальних досягнень – з 38% до 62 %. Кількість учнів із середнім рівнем навчальних досягнень залишилась незмінною – 31%. Але не було учнів із початковим рівнем навчальних досягнень. Отримані результати свідчать, що застосування технологій доповненої і віртуальної реальності позитивно впливає на опанування учнями навчальним матеріалом, про свідчать дані контрольної роботи.

Ми проводили на уроках біології педагогічне спостереження з метою виявлення пізнавальної активності учнів. Отримані дані показано у таблиці 5.

Таблиця 5

Рівень пізнавальної активності учнів на початковому етапі дослідження.

Рівень пізнавальної активності учнів	Кількість учнів (відсоток)	
	абсол.	%
Високий рівень	5	38
Середній	5	38
Низький	3	24

Із таблиці 5 ми бачимо, що на початковому етапі дослідження високий та середній рівень активності на уроці мали 38% учнів, а низький – 23%.

Особливості пізнавальної активності учнів на прикінцевому етапі дослідження відображено у таблиці 6. Як свідчать отримані дані, на прикінцевому етапі дослідження рівень пізнавальної активності учнів на уроках біології характеризується таким чином: високий рівень пізнавальної активності мають 54% учнів, а середній – 46% учнів. Учні з високим рівнем пізнавальної активності працювали на усіх етапах уроку, жваво брали участь

в обговоренні питань, поставлених учителем, виконували усі домашні завдання, використовуючи додаткові джерела інформації.

Таблиця 6

Рівень активності учнів на прикінцевому етапі дослідження дослідження.

Рівень пізнавальної активності учнів	Кількість учнів (відсоток)	
	абсол.	%
Високий рівень	7	54
Середній	6	46
Низький	-	-

Порівняння пізнавальної активності учнів на початковому та прикінцевому етапі дослідження показує, що вона збільшилась – зросла кількість учнів з високим рівнем пізнавальної активності з 38% до 54%, більше на 8% стало учнів, які демонструють середній рівень пізнавальної активності і зовсім немає учнів із низьким рівнем пізнавальної активності. Отже, використання технологій доповненої і віртуальної реальності підвищує пізнавальну активність учнів на уроках біології.

За результатами рефлексії, яку ми проводили на кожному уроці біології, нами було обчислено вияв інтересу до уроків біології, які проводяться за

Таблиця 7

Вияв інтересу учнів до уроків біології

Методика навчання, яка застосовується на уроці біології	Кількість учнів	
	абсол.	%
Традиційна методика	4	31
Застосування технологій віртуальної та доповненої реальності	9	69

традиційною методикою і з використанням технологій доповненої і віртуальної реальності. Отримані дані вказано у таблиці 7.

З таблиці ми бачимо, що більшість учнів (а саме 69%) обирають уроки з використанням технологій віртуальної та доповненої реальностей і тільки 31% учнів надає перевагу урокам за традиційною методикою.

Отже, технологія доповненої реальності відкриває нові можливості в освітньому процесі, особливо в біології, дозволяючи візуалізувати складні концепти та створювати інтерактивне середовище для взаємодії з навчальними матеріалами. Це робить процес навчання більш захопливим та ефективним, допомагаючи учням краще зрозуміти абстрактні поняття завдяки візуалізаціям та тривимірним моделям.

Інтеграція доповненої реальності у навчання біології активізує пізнавальну діяльність, сприяє розвитку самостійного навчання та індивідуалізації освітнього процесу. Завдяки доповненій реальності учні можуть працювати на власному рівні підготовки, що підвищує якість засвоєння матеріалу і підтримує їхній пізнавальний інтерес.

Застосування інноваційних технологій, таких як доповнена і віртуальна реальність, є важливим кроком до вдосконалення освітнього процесу з біології.

Висновки до другого розділу

У другому розділі висвітлено результати дослідно-експериментальної роботи з впровадження технологій віртуальної та доповненої реальностей на уроках біології у 7 класі.

Аналіз анкетування учнів показав високий рівень їх зацікавленості, позитивне ставлення до використання технологій віртуальної та доповненої реальності і готовність працювати з такими технологіями. Учні відзначили, що віртуальна та доповнена реальність допомагають краще зрозуміти навчальний матеріал завдяки наочності, тривимірним моделям та можливості керувати об'єктами.

Розроблена методика навчання передбачала застосування 3D-моделей, візуалізацій доповненої реальності, інтерактивної дошки, цифрового мікроскопа та онлайн-платформ. Доведено, що віртуальна та доповнена реальність сприяли глибшому розумінню тем «Водорості» та «Тварини», розвитку в учнів уміння аналізувати, порівнювати, спостерігати та робити висновки.

Застосування доповненої реальності сприяло глибшому розумінню матеріалу, адже учні не просто слухали пояснення, а взаємодіяли з моделями, обертати їх, збільшували та досліджували деталі.

Уроки проводились із використанням мультимедійної дошки, що дало можливість:

- демонструвати 3D-об'єкти у великому масштабі;
- виділяти ключові ознаки водоростей за допомогою цифрового маркера;
- працювати з інтерактивними таблицями, схемами та навчальними модулями;

Фронтальна демонстрація забезпечила чітке бачення матеріалу всім учням і підтримала ефективне обговорення в класі.

Показано, що учні експериментальної групи продемонстрували вищі результати на прикінцевому етапі дослідження за такими параметрами як рівень навчальних досягнень, пізнавальна активність, інтерес до уроків біології. Отримані дані підтверджують ефективність використання віртуальної та доповненої реальності в освітньому процесі.

Отже, впровадження технологій віртуальної та доповненої реальностей у процес навчання біології є ефективним шляхом підвищення мотивації учнів та результативності в опанування навчальним матеріалом.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Результати проведеного дослідження із застосування технологій віртуальної та доповненої реальності у біологічній освіті засвідчили ефективність розв'язання поставлених завдань і дали підстави для формулювання таких висновків.

1. Технології доповненої та віртуальної реальності є одними із найбільш перспективних сучасних технологій.

Технологія доповненої реальності (Augmented Reality, AR) інтегрує цифровий контент у фізичне оточення шляхом застосування мобільних пристроїв та спеціалізованих окулярів. Внаслідок цього реальний простір наповнюється віртуальними елементами.

Віртуальна реальність (VR, або Virtual Reality, VR) виступає як сучасна 3D-модель, яка стала доступною широкому колу користувачів. Завдяки цій технології користувач має змогу взаємодіє з тривимірними віртуальними елементами.

2. Технології доповненої та віртуальної реальності мають значні переваги щодо застосування в освітньому процесі. За їх допомогою можна детально розглядати будову біологічних об'єктів, візуалізувати складні біологічні процеси, створювати інтерактивні уроки, сприятливе середовище для співпраці учнів, забезпечити об'єктивне оцінювання навчальних досягнень учнів, стимулювати їх інтерес до вивчення біології. Ці технології створюють сприятливі умови для проведення практичних та лабораторних досліджень.

3. Розроблена методика навчання передбачала застосування 3D-моделей, візуалізацій доповненої реальності, інтерактивної дошки, цифрового мікроскопа та онлайн-платформ.

4. Використання доповненої та віртуальної реальності покращує розуміння учнями навчального матеріалу, активізує їх пізнавальну діяльність, сприяє розвитку самостійності та індивідуалізації освітнього процесу. Внаслідок цього поліпшуються навчальні досягнення учнів 7 класу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексов С. В., Дідик А. В. Залучення технологій доповненої реальності в освітній процес. URL: <https://doi.org/10.32782/2786-8141/2023-11> (дата звернення: 15.11.2025).
2. Барна О. В., Грод. І. М. Дидактичний потенціал функції доповненої реальності у пошуку Google на уроках природничого циклу: Редакційний комітет, 2021, 307 с.
3. Биков В. Ю., Спирін О. М., Пінчук О. П. Цифрова трансформація освіти і науки України : навч. посіб. Київ : ІТЗН НАПН України, 2020. 153 с.
4. Використання цифрових технологій на уроках біології та основ здоров'я у закладах загальної середньої освіти: збірник наукових праць. Білецька Г. А. та ін. Хмельницький : Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького. 2021. № 4 (27).
5. Велущак М. Я., Гарачковський О. І., Василенко О. В. Використання доповненої реальності в освітньому процесі закладів вищої освіти України. *Академічні візії*. 2025. № 42 С. 10-14.
6. Генкал С. Е. Методичні засади продуктивного навчання біології учнів профільних класів : монографія Суми : Мрія, 2013. 194 с.
7. Генкал С. Е. Формування предметної компетентності в учнів профільних класів на уроках біології. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології* — український науковий журнал. 2013. № 4 (30). С. 127-134.
8. Гончаренко С. У. Педагогічні дослідження: методологічні поради молодим науковцям. Київ-Вінниця : Рута, 2008. 296 с.
9. Державний стандарт базової середньої освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 р. № 898. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF> (дата звернення: 11.11.2025).
10. Доповнена реальність. Вікіпедія : вільна енциклопедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Доповнена_реальність (дата звернення 23.10.2025).

- 11.Захарченко В. І. Розвиток інформаційно-цифрових компетентностей учнів в умовах цифровізації освіти. Київ : Літера ЛТД, 2019. 83-111 с.
- 12.Заципанюк Л. В. Дидактичні особливості інформаційно-комунікаційних технологій при викладанні біології у середніх класах загальноосвітнього навчального закладу. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2017. № 11. С. 154-161.
- 13.Карасьова Л. В. Використання цифрових технологій у навчанні біології: теоретичні основи та практичні рекомендації. Одеса : Південний, 2020. 112-145 с.
- 14.Карбованець О. І. та ін. Деякі аспекти трансформації сучасної біологічної освіти та науки України: прогноз освітніх тенденцій, інноваційні підходи. *Вісник науки та освіти*. 2023. № 4. С. 479-494.
- 15.Карнішина Д. А. Дидактичні умови використання доповненої реальності на уроках хімії при вивченні теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» засобом мобільного додатку Vliprag в 10 класі: кваліфікаційна робота. Кривий Ріг, 2021. 40-50 с.
- 16.Клівак В. Технології доповненої реальності в освіті: виклики, можливості та перспективи. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері*. 2024. № 7. С. 58-66.
- 17.Коваленко М Н. П. та ін. Мотивація студентів як запорука успішного професійного розвитку. *Медична освіта*. 2020. No 3. С. 43-48
- 18.Колот, А. М. та ін. Досвід організації та активізації навчального процесу на основі впровадження інноваційних технологій : зб. матеріалів наук.-метод. конф., 5-8 лют. 2008 р. К.: КНЕУ 2008р., С. 156-158.
- 19.Компетентнісно-орієнтовані завдання до уроків природничих дисциплін : збірник матеріалів. Рівне : НМЦ ПТО, 2017. 46 с.
- 20.Котенєва І. С., Вовк С. В. Методичний супровід викладацької діяльності сучасного вчителя біології : навчально-методичний посібник. Старобільськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2020. 325 с.

21. Кочеткова О. С. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів в інтерактивному освітньому середовищі закладу загальної середньої освіти. *Педагогічна освіта: теорія і практика. Психологія. Педагогіка*. 2019. № 32. С. 87-91.
22. Кристопчук Т. Є. Педагогічні умови застосування інформаційних технологій у професійній підготовці землевпорядників в аграрному коледжі: дис.... канд. пед. наук: 13.00.04 Київ, 2008. 203 с.
23. Лещенко Т. О., Жовнір М. М., Юфименко В. Г. Імерсивні технології в мовній освіті: від теорії до практичного впровадження. *Інноваційна педагогіка*. 2022. № 54 (2). С. 13-17. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2022/54.2.2> (дата звернення: 26.10.2025).
24. Литвинова О. М. Інтеграція цифрових технологій в освітній процес: досвід і перспективи. Львів : Технологія, 2018. 91-123 с.
25. Литвинова С. Г., Буров Ю. О., Семеріков. С. О. 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: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62> (дата звернення 05.09.2025).
26. Мамотенко А. В., Кучинаш А. В. До питання щодо можливостей використання доповненої реальності на уроках біології в сучасній українській школі. *Distance learning in universities and modern problems : The 8th International scientific and practical conference*. Budapest : International Science Group, 2023. С. 314.
27. Матроскіна К. Віртуальна реальність замість звичних підручників. URL: <https://vido.com.ua/article/21907/virtualna-realnist-zamist-zvichnikh-pidruchnikiv/> (дата звернення: 25.10.2025).
28. Матвієнко Ю. Застосування технології доповненої реальності в освітній галузі. URL: <https://u.nu/6p7o> (дата звернення: 01.11.2025).

- 29.Матяш Н. Ю. Фундаменталізація шкільної біологічної освіти – основа формування предметної компетентності учня. *Український педагогічний журнал*. 2018. № 1. С. 54-60.
- 30.Мележик О. В. Сучасні інформаційні технології як інструмент ефективного вивчення природничих дисциплін.
URL: <https://dspace.vspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c102b2ff-0d33-4bed-9872-d35e49c3f945/content#page=32> (дата звернення: 27.10.2025).
- 31.Мельник Т. П. Компетентнісний підхід у формуванні інформаційно-цифрових компетентностей у школярів. Харків : Підручники і посібники, 2022. 60-89 с.
- 32.Матяш Н.Ю. та ін. Навчання біології учнів основної школи : метод. посіб. Київ : КОНВІ ПРИНТ, 2019. 208 с.
- 33.Наукові записки URL: <https://npd.roippo.org.ua/index.php/NPD/article/view/112> (дата звернення: 01.12.2025). 2020.
- 34.Ніколаєнко А. В. Технології в освіті: від традиційних до цифрових Київ : Вища школа, 2017. 23-44 с.
35. Остапченко Л., Балан П., Козленко О., Кулініч О., Юрченко Л. Біологія: підруч. для 7 класу закладів загальної середньої освіти. К.: Видавничий дім «Освіта». 2024. 304 с.
- 36.Павленко Л. І. Розвиток цифрової грамотності серед учнів на уроках. Харків : Освіта України, 2019. 37 с.
- 37.Пінчук О. П. Формування предметних компетентностей учнів основної школи в процесі навчання фізики засобами мультимедійних технологій автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 Київ, 2011. 20 с.
- 38.Полякова А. С., Ястребова О. С., Власюк М. М. Використання мультимедійних та інтерактивних технологій у викладанні біології у вищій школі. *Педагогічна академія: наукові записки*. 2025. С. 12-15.
- 39.Руденко Н. М. Цифрові технології у викладанні природничих наук. Одеса : Південний видавничий центр, 2020. 91–118 с.
- 40.Сабатовська І. С., Кайдалова Л. Г. Моделювання діяльності фахівця. Харків : Національний фармацевтичний університет, 2014. 198 с

- 41.Семенова Т. М. Використання мультимедійних технологій на уроках біології. Дніпро : Український освітній центр, 2020. 45–71 с.
- 42.Сердюк С. В. Формування пізнавального інтересу в учнів на уроках математики засобами доповненої реальності: кваліфікаційна робота. Кривий Ріг. 2024. 24-27 с.
- 43.Сисоєва С. О., Кристопчук Т. Є. Методологія науково-педагогічних досліджень. Рівне : Волинські обереги, 2013. 248 с.
- 44.Сліпчук І. Ю. Методика навчання біології учнів 8-9 класів звикористанням комп'ютерних технологій : автореф. дис. ... канд. пед.наук : 13.00.02 Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2008. 34 с.
- 45.Тарангул Л., Романюк С. Використання технології доповненої реальності в освітньому процесі закладів вищої освіти. Проблеми освіти, Випуск 1 (96), 2022, С.187-204
- 46.Ткаченко М. В., Артеменко А. О. Використання технологій доповненої реальності на уроках біології: *Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку природничо-математичних наук та методик їх викладання*: матеріали ІІ Всеукраїнської науково-практичної інтернетконференції (Глухів, 30-31 жовтня 2025 р.). Глухів, 2025. С. 649 - 654
- 47.Філат Т. В. Особливості та проблеми викладання мови в умовах дистанційного навчання. *Актуальні проблеми навчання іноземних студентів*: матеріали ХХІІІ Всеукраїнської науковопрактичної конференції, Дніпро. 2025. С. 25-30
- 48.Хміль Н. А., Кисельова О. Б., Використання технологій віртуальної та доповненої реальності в освітньому процесі : курс лекцій Харків, 2024. 45с. URL: <https://repository.khpa.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8241b932-9950-4319-b526-6720cae13633/content> (дата звернення 18.11.2025).
- 49.Хміль Н., Галицька-Дідух Т. Ван Ц. Використання віртуальної та доповненої реальності в українській. *Академічні візії*. 2023. № 22. С. 12. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8251886> (дата звернення: 17.09.2025).
- 50.Цифрові ресурси. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/items/29acbd24-882b-45dc-9de6-c8a4a2c0955e> (дата звернення: 23.10.2025).

- 51.Ярушак М., Хандоняк Н. Використання технологій доповненої реальності (AR) у навчальному процесі. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2021. № 44, С. 9.
52. Augmented Reality in Education: Interactive Classroom.
URL: <https://online.maryville.edu/blog/augmented-reality-in-education> (date of access: 17.11.2025).
53. Basilotta-Gómez-Pablos et al. Teachers' digital competencies in higher education: a systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2022. № 19. P. 34. URL: <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-021-00312-8#citeas> (date of access: 17.11.2025).
54. Bodekaer, M. This virtual laboratory will revolutionize science classes. *Operational Excellence*. 2016. URL: https://www.ted.com/talks/michael_bodekaer_this_virtual_lab_will_revolutionize_science_class/transcript (date of access: 17.09.2025)
55. Cieutat J.-M., Hugues O., Ghouaiel N. Active Learning based on the use of Augmented Reality Outline of Possible Applications: Serious Games, Scientific Experiments, Confronting Studies with Creation, Training for Carrying out Technical Skills. *International Journal of Computer Applications*. 2012. № 46 (20). P. 31-36.
56. Cummings J. J. How immersive is enough? A meta-analysis of the effect of immersive technology on user presence. *Media Psychology*. 2016. № 19 (2). P. 272-309. DOI: <https://doi.org/10.1080/15213269.2015.1015740> (date of access: 02.12.2025).
57. D. Keleş et al. The effect of virtual laboratory simulations on medical laboratory techniques students' knowledge and vocational laboratory education. *Turkish Journal of Biochemistry*. 2022. №. 47(4). P. 529-537.
58. Dede C. Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*. 2009. № 323 (5910). P. 66-69. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1167311> (date of access 22.11.2025).

- 59.Dovhal S., Oksana B., Immersive technologies and their impact on the modernization of the modern education system. *Dnipro Academy of Continuing Education Herald. Series: Philosophy, Pedagogy.* 2024. № 2 (2). C. 48-52. DOI: <https://doi.org/10.54891/2786-7013-2023-2-11> (date of access: 05.09.2025).
- 60.Dr. Khadija Alhumaid Four Ways Technology Has Negatively Changed Education. *Journal of Educational and Social Research*, 2019. № 9 (4), P. 10-20.
- 61.Fajardo D., Tovar V., Jonker W. H. Virtual Reality and Augmented Reality in Education: A Review. Utrecht : Universiteit Utrecht, 2020. 28 p.
- 62.Greenwald W. Augmented Reality (AR) vs. Virtual Reality (VR): What is the Difference? URL: <https://www.pcmag.com/news/augmented-reality-ar-vs-virtual-reality-vr-whats-the-difference> (date of access 09.11.2025).
- 63.Guinness H. What's the Difference Between VR, AR, and Mixed Reality? URL: <https://www.popsoci.com/technology/ar-vs-vr/> (date of access: 27.09.2025). 2023.
- 64.Lampropoulos G. et al. Augmented Reality and Gamification in Education: A Systematic Literature Review of Research, Applications, and Empirical Studies. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/app12136809> (date of access: 12.11.2025).
- 65.Man J., Guo F., Ma C. Innovative Analysis of Higher Vocational Education Model Based on Virtual Reality Technology. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1533. № 2
- 66.Martin-Gutierrez J. Guinters E., Perez-Lopez D. Improving Strategy of Self-Learning in Engineering: Laboratories with Augmented Reality. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2012. Vol. 51 P. 832–839. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.249> (date of access: 12.10.2025).
- 67.Potential of VR in the Vocational Education and Training of Craftsmen / J. Spilski et al. 19th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality (CONVR), November 2019. Bangkok, Thailand, 2019.
- 68.Viktoriia Volynets. Use of Virtual Reality Technologies in Education. *Continuing Professional Education: Theory and Practice*. 2021. № 4. C. 40-47.

- 69.Udeozor.C. Perceptions of the use of virtual reality games for chemical engineering education and professional training. *Higher Education Pedagogies*. 2021. № 6(1). P. 175-194.
- 70.Widiaty I., Yulia C., Abdullah A. G. The Application of Virtual Reality (VR) in Vocational Education: A Systematic Review. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. 2021. № 651. P. 112-120.