

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Вдосконалення процесу організації командної роботи студентів з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності»

на здобуття освітнього ступеня магістра
зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення
(код, найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми «Інженерія програмного забезпечення»
(назва)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Артем ЛИЛИК
(підпис)

Виконав: здобувач вищої освіти група ПДМ-61

_____ Артем ЛИЛИК

Керівник: _____ Вікторія КОРЕЦЬКА
к.пед.н., доцент

Рецензент: _____
науковий ступінь, вчене звання Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Київ 2024

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**
Навчально-науковий інститут інформаційних технологій

Кафедра Інженерії програмного забезпечення

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення

Освітньо-професійна програма «Інженерія програмного забезпечення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Інженерії програмного забезпечення

_____ Ірина ЗАМРІЙ
«_____» _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

_____ Лилику Артему Вадимовичу _____

1. Тема кваліфікаційної роботи: Вдосконалення процесу організації командної роботи студентів з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності

керівник кваліфікаційної роботи Вікторія КОРЕЦЬКА, к.пед.н., доцент,

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «19»10.2023р. № 145.

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «29» грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: науково-технічна література, джерела технологій віртуальної та доповненої реальності.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Дослідження переваг та обмежень щодо використання технологій віртуальної та доповненої реальності у навчанні

2. Проведення розробки та тестування програмного забезпечення для підтримки командної взаємодії студентів з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності

3. Аналіз впровадження розробленої моделі в навчальному середовищі

5. Перелік графічного матеріалу: *презентація*

1. Технології віртуальної та доповненої реальності в освіті.
2. Інтеграція VR/AR в сучасні освітні практики.
3. Практична реалізація вдосконалення командної роботи.
4. Етапи розробки та тестування програмного забезпечення
5. Впровадження програмного забезпечення та аналіз результатів.

6. Дата видачі завдання «19» жовтня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз наявної науково-технічної літератури	19.10-02.11.23	
2	Вивчення матеріалів для аналізу технологій віртуальної та доповненої реальності	03.11-09.11.23	
3	Дослідження VR/AR в сучасній практиці	10.11-15.11.23	
4	Запровадження практичної реалізації вдосконалення командної роботи	16.11-22.11.23	
5	Визначення етапів розробки та тестування	23.11-03.12.23	
6	Впровадження програмного забезпечення в навчальне середовище та аналіз результатів	04.12-11.12.23	
7	Оформлення роботи: вступ, висновки, реферат	12.12-20.12.23	
8	Розробка демонстраційних матеріалів	21.12-29.12.23	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Артем ЛИЛИК

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Вікторія КОРЕЦЬКА

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістра: 83 стор., 15 табл., 0 рис., 64 джерела.

Мета роботи – розробка та впровадження програмного забезпечення для підтримки командної взаємодії студентів у віртуальному середовищі з метою покращення якості командної роботи.

Об'єкт дослідження – процес організації командної роботи студентів у вищих навчальних закладах.

Предмет дослідження – вдосконалення командної роботи студентів з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності.

Короткий зміст роботи: У роботі було проведено аналіз теоретичного аспекту використання технологій віртуальної та доповненої реальності в навчанні, включаючи основні поняття та історію їхнього розвитку. Розроблено програмне забезпечення для підтримки командної взаємодії студентів у віртуальному середовищі. Проведено експериментальне впровадження розробленої моделі в навчальному процесі та зібрати дані щодо її ефективності. Було проаналізовано отримані результати та відгуки учасників та викладачів з метою виявлення можливостей для покращення командної роботи студентів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТЕХНОЛОГІЇ, ВІРТУАЛЬНА ТА ДОПОВНЕНА РЕАЛЬНІСТЬ, VR/AR, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, НАВЧАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ.

ABSTRACT

Text part of the master's qualification work:

83 pages, 0 pictures, 15 table, 64 sources.

The purpose of the work is the development and implementation of software to support team interaction of students in a virtual environment in order to improve the quality of teamwork.

Object of research – the process of organizing student teamwork in higher educational institutions.

Subject of research – improving student teamwork using virtual and augmented reality technologies.

Summary of the work: The paper analyzed the theoretical aspect of the use of virtual and augmented reality technologies in education, including the main concepts and the history of their development. Software was developed to support team interaction of students in a virtual environment. Experimental implementation of the developed model in the educational process was carried out and data on its effectiveness were collected. The obtained results and feedback from participants and teachers were analyzed in order to identify opportunities for improving student teamwork.

KEYWORDS: TECHNOLOGY, VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY, VR/AR, SOFTWARE, LEARNING ENVIRONMENT.

ЗМІСТ

ВСТУП7

РОЗДІЛ 1 Теоретичний аспект використання технологій віртуальної та доповненої реальності в навчанні10

1.1 Основні поняття технологій віртуальної та доповненої реальності10

1.2 Історія розвитку технологій віртуальної та доповненої реальності в освіті
.....29

1.3 Переваги та обмеження використання технологій віртуальної та доповненої реальності у навчанні37

РОЗДІЛ 2 Практична реалізація вдосконалення командної роботи50

2.1 Розробка та тестування програмного забезпечення для підтримки командної взаємодії студентів з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності.50

2.2 Впровадження розробленої моделі в навчальному середовищі та збір даних щодо її ефективності.70

2.3 Аналіз результатів, отриманих під час використання технологій віртуальної та доповненої реальності для покращення командної роботи студентів, враховуючи відгуки учасників та викладачів.81

ВИСНОВКИ90

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬError! Bookmark not defined.

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація).....97

ВСТУП

У сучасному світі, де швидкий технологічний прогрес формує нові вимоги до освітніх підходів, проблема організації командної роботи студентів стає критичною для їхньої успішної адаптації та подальшого розвитку. Навчальні заклади мають відповідати викликам сучасності, де співпраця, комунікація та інновації стають необхідними елементами успіху.

Використання технологій віртуальної та доповненої реальності в освіті відкриває нові можливості для трансформації навчального процесу. Забезпечуючи студентам можливість працювати в іммерсивному середовищі, ці технології створюють унікальні можливості для покращення командного взаємодії та розвитку ключових компетенцій.

Спільна робота у віртуальних та доповнених реальностях може ефективно відповідати викликам сучасного ринку праці, де здатність працювати в команді та оперувати технологіями є важливою складовою успішності. Розробка та впровадження програмного забезпечення для підтримки командної взаємодії студентів у віртуальному середовищі є важливим етапом на шляху до модернізації освітнього процесу.

Дана магістерська робота націлена на вивчення та практичну реалізацію інноваційного підходу до організації командної роботи студентів, використовуючи потужності технологій віртуальної та доповненої реальності. Результати цього дослідження можуть стати основою для подальших удосконалень в галузі педагогічних практик та сприяти підготовці студентів до викликів сучасного інформаційного суспільства.

Об'єкт дослідження:

Об'єктом дослідження є процес організації командної роботи студентів у вищих навчальних закладах.

Предмет дослідження:

Предметом дослідження є вдосконалення командної роботи студентів з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності.

Мета дослідження:

Метою даного дослідження є розробка та впровадження програмного забезпечення для підтримки командної взаємодії студентів у віртуальному середовищі з метою покращення якості командної роботи.

Завдання дослідження:

Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення наступних завдань:

Провести аналіз теоретичного аспекту використання технологій віртуальної та доповненої реальності в навчанні, включаючи основні поняття та історію їхнього розвитку.

Розробити програмне забезпечення для підтримки командної взаємодії студентів у віртуальному середовищі.

Провести експериментальне впровадження розробленої моделі в навчальному процесі та зібрати дані щодо її ефективності.

Аналізувати отримані результати та відгуки учасників та викладачів з метою виявлення можливостей для покращення командної роботи студентів.

Методи дослідження:

Для реалізації поставлених завдань та досягнення мети дослідження використовувалися різноманітні методи. У теоретичній частині використано аналітичний метод для огляду літературних джерел та підтримки теоретичних концепцій використання технологій віртуальної та доповненої реальності в навчанні.

Для розробки програмного забезпечення та його тестування використано метод програмної інженерії, включаючи проектування, розробку, тестування та оптимізацію. Експериментальний метод був використаний для впровадження розробленої моделі у навчальному процесі, а також для збору та аналізу даних щодо її ефективності.

Наукова новизна:

Це дослідження вносить значний внесок у сучасне розуміння використання технологій віртуальної та доповненої реальності в контексті командного навчання.

Основною науковою новизною є розробка та практичне впровадження програмного забезпечення, спрямованого на підтримку командної взаємодії студентів у віртуальному середовищі. Також, аналіз результатів експерименту та отримані відгуки учасників дозволяють визначити нові підходи до покращення командної роботи студентів за допомогою передових технологій.

Практичне значення:

Отримані результати можуть бути використані навчальними закладами для оптимізації навчального процесу та підготовки студентів до реальних викликів командної роботи в сучасному світі. Розроблене програмне забезпечення може слугувати основою для подальших досліджень у сфері застосування технологій віртуальної та доповненої реальності в освіті. Крім того, практичні рекомендації, отримані в результаті аналізу, можуть бути використані вчителями та педагогічними кадрами для покращення методик командної роботи та впровадження інновацій у навчальний процес

1 Теоретичний аспект використання технологій віртуальної та доповненої реальності в навчанні

1.1 Основні поняття технологій віртуальної та доповненої реальності

Віртуальний об'єкт у технології віртуальної реальності (VR) представляє собою ключовий елемент, який формує основну будівельну одиницю віртуального середовища. Це цифрова репрезентація об'єкта, яка може включати в себе різноманітні складові, такі як графічні зображення, текстури, анімації та звукові ефекти.

У своєму ядрі віртуальний об'єкт призначений для взаємодії з користувачем та створення іммерсивного враження від взаємодії з віртуальним простором. Це може бути предмет реального світу, реплікація об'єкта або абстрактний елемент, який використовується для досягнення конкретних навчальних чи розважальних цілей.

Один із ключових аспектів віртуального об'єкта - це його реалістичність та деталізація. Віртуальні об'єкти можуть бути створені з високою ступенем деталізації, що дозволяє користувачеві взаємодіяти з ними так, ніби це реальні об'єкти.

Важливою характеристикою віртуального об'єкта є його взаємодія з користувачем через різні методи управління, такі як контролери, жести, відстеження руху тощо. Це забезпечує користувачеві можливість ефективно взаємодіяти з віртуальними об'єктами та маніпулювати ними відповідно до контексту віртуального середовища [8].

Віртуальні об'єкти є фундаментальним елементом будь-якої віртуальної реальності, надаючи основу для створення захопливих та цікавих віртуальних досвідів у навчанні, розвагах та інших сферах використання технології VR.

Простір віртуальної реальності (VR) є ключовим компонентом, який визначає іммерсивний характер віртуального досвіду. Це інтерактивне віртуальне

середовище, що оточує користувача і дозволяє йому взаємодіяти з віртуальним світом за допомогою різних сенсорів та інтерфейсів.

Простір VR створюється за допомогою технічних засобів, таких як віртуальні об'єкти, текстури, освітлення, звукові ефекти та інші віртуальні компоненти. Він може бути реалістичним, симулюючи реальний світ, або стилізованим, відповідно до специфічних цілей віртуального досвіду.

Важливим аспектом простору віртуальної реальності є іммерсивність, яка визначає ступінь втягненості користувача в віртуальний світ. Висока ступінь іммерсивності досягається за допомогою реалістичного відтворення об'єктів, руху та взаємодії в цьому просторі.

Щоб забезпечити ефективну взаємодію з простором VR, використовуються різні методи трекінгу та введення, такі як відстеження руху, контролери, жести та інші. Це дозволяє користувачам відчувати свою присутність у віртуальному середовищі та сприймати його як реальний.

Простір віртуальної реальності є основою для створення різноманітних віртуальних досвідів у навчанні, медицині, розвагах та інших галузях, де використання VR має великий потенціал [29].

Інтерфейс взаємодії в технології віртуальної реальності (VR) відіграє критичну роль у забезпеченні ефективного взаємодій з віртуальним середовищем. Це сукупність методів та засобів, які дозволяють користувачам комунікувати з віртуальними об'єктами, навколишнім світом та іншими користувачами у VR-середовищі.

Інтерфейс взаємодії може включати в себе наступні компоненти:

Контролери: контролери - це руки або пристрої, які користувач може використовувати для маніпуляції віртуальними об'єктами та взаємодії з ними. Вони можуть бути оснащені кнопками, датчиками руху та вібрацією для реалістичної взаємодії.

Жести: користувач може використовувати рухи рук або голови для виконання жестів, які сприймаються системою VR як команди. Це може включати в себе жести для переміщення, вибору об'єктів та багато інших дій.

Відстеження руху: Відстеження руху дозволяє системі VR визначати рухи тіла та голови користувача. Це може бути використано для переміщення віртуального персонажа, огляду середовища та багато інших цілей.

Голосовий ввід: Деякі VR-системи підтримують голосовий ввід, де користувач може використовувати голосові команди для керування діями та об'єктами у віртуальному світі.

Меню та інтерфейси: Віртуальні меню та інтерфейси дозволяють користувачам вибирати опції, налаштовувати параметри та виконувати різні дії в VR-середовищі.

Інтерфейс взаємодії визначає, наскільки зручно та ефективно користувач може взаємодіяти з віртуальним світом. Його розробка та оптимізація є важливими завданнями для розробників VR-додатків та систем, оскільки правильно спроектований інтерфейс може підвищити якість та задоволення від віртуального досвіду користувача.

Присутність є фундаментальним поняттям у технології віртуальної реальності (VR) і визначає ступінь втягненості користувача у віртуальний світ. Це відчуття присутності дає користувачеві враження того, ніби він дійсно знаходиться в іншому місці чи часі, взаємодіючи з віртуальним оточенням.

Елементи присутності в VR включають:

Сенсорна відчуття: Відтворення реалістичного відчуття дотику та текстури у віртуальних об'єктах. Сучасні технології, такі як віртуальні рукавички чи об'єкти з вібраційними зворотніми зв'язками, дозволяють користувачам відчувати взаємодію з віртуальним світом.

Візуальна реалістичність: Висока якість графіки та деталізація віртуальних об'єктів, яка робить їхній вигляд максимально наближеним до реальних.

Реалістичний звук: Просторовий звук та акустичні ефекти, які відтворюють атмосферу та додають реалістичність віртуальному простору.

Іммерсивність взаємодії: Можливість взаємодії з віртуальним середовищем так, ніби це реальний світ. Це включає взаємодію з об'єктами, переміщення в просторі та інші дії.

Реалістичне відтворення рухів: Акуратне відтворення рухів користувача у віртуальному світі завдяки точному відстеженню руху та використанню сучасних систем трекінгу.

Присутність у VR створює ілюзію того, що віртуальний світ існує навколо користувача, що робить взаємодію більш емоційно насиченою та глибокою. Велика увага до елементів присутності сприяє створенню захопливих та реалістичних віртуальних досвідів [31].

Ефекти іммерсії у технології віртуальної реальності (VR) відіграють ключову роль у створенні захопливих та реалістичних віртуальних досвідів для користувачів. Іммерсія є сприйняттям користувачем віртуального середовища як реального, що сприяє глибокому поглибленню у віртуальний світ.

Основні ефекти іммерсії включають:

Віртуальний звуковий пейзаж: Системи віртуального звуку створюють просторовий звук, що оточує користувача. Це дозволяє точно визначити джерела звуку у віртуальному просторі, що збільшує реалістичність.

Графічна реалістичність: Висока роздільна здатність та реалістична графіка віртуальних об'єктів і середовищ допомагають створити враження відчуття реальності.

Фізична взаємодія: Системи відстеження руху та контролери надають можливість користувачам взаємодіяти з віртуальними об'єктами та середовищем, сприяючи відчуттю фізичної присутності.

Сенсорне відчуття: Використання віртуальних рукавичок, які надають вібрацію та відчуття дотику, додає сенсорність та реалізм до віртуальних об'єктів.

Віртуальна присутність: Це враження, що користувач дійсно перебуває в іншому місці чи часі, забуваючи про реальний світ.

Емоційна взаємодія: Сценарії та ситуації, що викликають емоції, роблять віртуальний досвід більш захопливим та пам'ятливим.

Віртуальне переміщення: Відчуття переміщення у віртуальному просторі за допомогою відстеження руху, що робить досвід більш реалістичним.

Ефекти іммерсії взаємодіють між собою, створюючи у користувача враження повного поглиблення та взаємодії з віртуальним світом. Це має великий потенціал у навчанні, розвагах та інших сферах, де важливий реалізм та захоплюючий досвід.

Доповнена реальність (AR) представляє собою технологічний підхід, спрямований на поєднання віртуальних елементів з реальним навколишнім середовищем користувача. Основна ідея полягає в тому, щоб доповнювати реальний світ віртуальними об'єктами, інформацією або контентом, забезпечуючи користувачам нові, розширені можливості взаємодії з оточуючим середовищем.

У відмінну від віртуальної реальності (VR), де користувач повністю поглиблюється у віртуальний світ, AR дозволяє користувачам залишатися в реальному світі, доповнюючи його додатковою інформацією або об'єктами. Типові засоби взаємодії з AR включають смартфони, AR-окуляри, планшети та інші пристрої, які можуть відображати віртуальний контент через камери або екрани [49].

Одним із ключових елементів AR є спроможність розпізнавання оточуючого середовища та взаємодії з ним. Це досягається за допомогою комп'ютерного зору, датчиків руху та інших технологій. AR використовується в різних галузях, таких як освіта, медицина, промисловість та розваги, де він відкриває нові перспективи для покращеного взаємодії та розширеного сприйняття навколишнього середовища.

Історія розвитку доповненої реальності (AR) датується кількома десятиліттями та включає в себе значні досягнення та інновації. Ось ключові події та етапи її розвитку:

1968 рік - Перші концепції: Поняття AR вперше з'явилося завдяки роботі Івана Сазерленда, який створив систему під назвою "Sword of Damocles," де він спробував вперше поєднати віртуальні об'єкти з реальним світом. Ця система була дуже об'ємною та незручною для використання.

1990-2000 роки - Перші прикладні розробки: У 1990-х роках AR почала застосовуватися в медицині та військовій сфері. Деякі з перших комерційних продуктів AR були розроблені для тренування пілотів та хірургів.

2009 рік - З'ява AR-смартфонів: Випуск смартфонів з камерами та можливістю відображення AR-контенту відкрив нові можливості для AR. Перший iPhone з AR-функціями з'явився у 2009 році, а з ним і перші AR-додатки.

2013 рік - Google Glass: Google представила Google Glass, перші масово доступні AR-окуляри. Це викликало багато обговорень і висловлювань щодо приватності та безпеки.

2016 рік - Популярність покемонів: Випуск ігри "Pokémon GO" став справжнім проривом у світі AR, привертаючи мільйони гравців, які шукали віртуальних покемонів у реальному світі.

Зараз - розширене застосування: AR зараз активно використовується у багатьох сферах, включаючи освіту, медицину, маркетинг, промисловість та розваги. Інноваційні AR-проекти включають в себе розширені реалістичні додатки, AR-окуляри для ділянок обслуговування, а також використання AR у навчанні та тренуванні.

Майбутнє - зростання застосувань: Очікується, що AR продовжить розвиватися та знаходити нові застосування в різних сферах, демонструючи потенціал для створення реалістичних та інноваційних досвідів для користувачів.

Взаємодія у доповненій реальності (AR) є ключовим аспектом цієї технології та визначає спосіб, яким користувачі взаємодіють з віртуальними об'єктами та інформацією у реальному оточенні. AR надає користувачам можливість доповнювати реальний світ віртуальним контентом, а це вимагає розробки різних способів взаємодії:

Розпізнавання маркерів: Деякі AR-системи використовують спеціальні маркери або коди, які розпізнаються камерами пристроїв. Коли камера виявляє маркер, AR-додаток може накладати віртуальний контент на нього. Цей метод часто використовується для розпізнавання об'єктів у реальному світі та додавання до них AR-елементів.

Відстеження об'єктів: AR може відстежувати рух об'єктів у реальному часі. Це може включати відстеження руху обличчя, жестів рук, руху об'єктів або інших

рухів користувача. Це робить можливим взаємодію з AR-контентом на основі фізичних рухів користувача [11].

Жести та рухи: Багато AR-систем підтримують розпізнавання жестів та рухів. Користувачі можуть взаємодіяти з AR-середовищем, виконуючи різні жести, такі як махання рукою, торкання екрану або показування спеціальних жестів.

Спеціальні контролери: Деякі AR-системи постачаються зі спеціальними контролерами, які дозволяють користувачам взаємодіяти з віртуальним світом. Ці контролери можуть бути обладнані датчиками руху, кнопками та сенсорами дотику для точного керування.

Звукова взаємодія: AR може також використовувати голосові команди та розпізнавання мови для взаємодії з користувачем. Це може бути особливо корисним у ситуаціях, де користувач не може використовувати руки для управління.

Взаємодія у доповненій реальності розширює можливості користувачів і відкриває нові способи навчання, розваг та взаємодії з інформацією. Ця технологія продовжує розвиватися, надаючи більше можливостей для створення захопливих та інтерактивних AR-досвідів.

Таблиця 1.1

Переваги та недоліки доповненої реальності в освіті

Переваги Доповненої Реальності (AR) в Освіті	Недоліки Доповненої Реальності (AR) в Освіті
Зацікавленість та Залученість: Впровадження AR уроків може підвищити інтерес та активність студентів.	Технічні Обмеження: Реалізація AR може потребувати спеціального обладнання, що може бути високою вартістю.
Візуалізація Абстрактних Понять: AR дозволяє візуалізувати складні або абстрактні концепції, що полегшує їх засвоєння.	Навчальний Контент: Не завжди доступний або відповідний контент для використання в AR-форматі для всіх предметів.

Продовження таблиці 1.1

Переваги та недоліки доповненої реальності в освіті

Переваги Доповненої Реальності (AR) в Освіті	Недоліки Доповненої Реальності (AR) в Освіті
Пошук Рішень: Застосування AR може сприяти розвитку навичок пошуку та аналізу інформації.	Відволікання: Іноді AR може відволікати увагу студентів від основного навчального процесу.
Реалістичні Симуляції: AR дозволяє створювати реалістичні симуляції для тренування та вирішення реальних проблем.	Тривалість Батарей: Використання AR може споживати багато енергії, що може впливати на тривалість роботи пристроїв.
Інтерактивність та Колаборація: AR дозволяє створювати інтерактивні уроки та сприяє колаборації між учнями.	Потреба в Навчанні: Іноді вчителям та учням може знадобитися час для вивчення та засвоєння нових технологій.

Застосування доповненої реальності в освіті вносить значний внесок у покращення навчального процесу, але вимагає уважного врахування технічних, вартісних та педагогічних аспектів.

В промисловості доповнена реальність (AR) виявляється як потужний інструмент для підвищення продуктивності та ефективності різних процесів. Ось деякі аспекти використання AR в промисловості:

Тренування та сертифікація:

AR використовується для тренування робітників, оснащуючи їх віртуальними сценаріями та симуляціями реальних умов роботи. Це дозволяє підвищити навички та забезпечити ефективну сертифікацію.

Підтримка обслуговування та ремонту:

AR дозволяє технікам отримувати інформацію щодо обслуговування та ремонту промислового обладнання прямо на робочому місці. Віртуальні інструкції та підказки спрощують процедури обслуговування.

Візуалізація даних та проектів:

AR може використовуватися для візуалізації складних проектів, моделей або даних. Це сприяє кращому розумінню та ефективній роботі з великим обсягом інформації.

Покращення контролю якості:

Використання AR дозволяє автоматизувати та полегшити процеси контролю якості, надаючи операторам інструменти для точної оцінки та виявлення дефектів.

У сфері медицини AR вносить суттєвий внесок у діагностику, лікування та навчання медичного персоналу:

Хірургічні симуляції:

AR дозволяє створювати реалістичні хірургічні симуляції, що допомагає лікарям виробляти та вдосконалювати свої навички до проведення складних операцій.

Навчання та тренування медперсоналу:

Медичний персонал може використовувати AR для навчання та тренування у контрольованому віртуальному середовищі, що допомагає підготуватися до реальних медичних сценаріїв.

Допоміжні системи для діагностики:

AR може слугувати інструментом для покращення точності діагностики, надаючи лікарям додаткову інформацію та візуалізації даних.

Реабілітація та терапія:

Використання AR у програмах реабілітації дозволяє пацієнтам займатися вправами та завданнями, збільшуючи мотивацію та результативність.

Все це свідчить про потужний вплив Доповненої Реальності на промисловість та медицину, розширюючи можливості та підвищуючи якість надання послуг.

Віртуальний об'єкт та середовище є центральними складовими технологій віртуальної реальності (VR). Ці складові визначають ступінь іммерсії та реалістичності віртуального досвіду для користувача. Ось детальніше про них:

Віртуальний об'єкт:

Віртуальний об'єкт - це будь-який об'єкт або сутність, яка існує у віртуальному світі VR. Це може бути предмет, персонаж, об'єкт природи, інструмент, тощо. Ключовою рисою віртуальних об'єктів є їх візуальна та, в деяких випадках, звукова реалістичність [23].

Основні характеристики віртуальних об'єктів включають:

Графічну якість: Віртуальні об'єкти повинні бути реалістичними та деталізованими. висока якість графіки допомагає створювати враження від того, що об'єкти існують в реальному світі.

Анімація: деякі віртуальні об'єкти можуть бути анімованими, тобто мати рухи та взаємодіяти з користувачем або іншими об'єктами.

Фізична взаємодія: Важливою частиною віртуальних об'єктів є їх можливість реагувати на фізичну взаємодію. Користувачі можуть взаємодіяти з об'єктами за допомогою контролерів або жестів, і віртуальні об'єкти повинні реагувати адекватно.

Розміщення у просторі: Важливо, щоб віртуальні об'єкти були розміщені у віртуальному просторі так, щоб користувач міг їх спостерігати з різних кутів та відстаней.

Віртуальне середовище:

Віртуальне середовище - це об'єднуюча або навколишня оболонка, в якій розташовані віртуальні об'єкти та в якій перебуває користувач VR. Воно може бути створене для імітації реального місця або абстрактного віртуального світу.

Основні характеристики віртуального середовища включають:

Реалістичність: Важливо, щоб віртуальне середовище було якнайреалістичнішим і відповідало конкретному сценарію або завданню.

Світлові та звукові ефекти: Додавання світлових та звукових ефектів допомагає поглибити іммерсію, створюючи атмосферу та реалізм.

Масштаб: Віртуальне середовище повинно враховувати масштаб, щоб відображати великі або дрібні об'єкти з правильним відчуттям простору.

Плавні переходи: Переходи між різними частинами віртуального середовища повинні бути плавними, щоб уникнути віртуального розладу.

Відтворення природних умов: Іммерсивність підвищується, коли віртуальне середовище враховує природні умови, такі як погода, час доби чи особливості ландшафту.

Ретельна розробка віртуальних об'єктів та середовища визначає якість взаємодії користувача з технологією віртуальної реальності.

Звукове оформлення та об'ємний звук грають критичну роль у створенні іммерсивного віртуального досвіду в технологіях віртуальної реальності (VR). Ось ключові аспекти цих компонентів:

Звукове оформлення:

Реалістичні звуки: Для досягнення високого рівня іммерсії важливо використовувати реалістичні звуки. Це може включати звукові ефекти, які відтворюють навколишній звук реального світу, такі як шепіт вітру, пісок, кроки тощо.

Просторова акустика: Звук повинен навколо користувача, створюючи відчуття простору. Використання просторової акустики дозволяє точно позначати місцезнаходження звукових джерел.

Динамічні ефекти: Звукові ефекти можуть змінюватися відповідно до дій користувача або подій у віртуальному середовищі. Наприклад, звуки можуть змінюватися при наближенні до об'єктів або при взаємодії з ними.

Звукова доріжка: Спеціально створена звукова доріжка може значно покращити іммерсію. Це може бути музика, звукові ефекти або навіть озвучення персонажів.

Об'ємний звук:

Технології об'ємного звуку: Використання технологій об'ємного звуку, таких як Dolby Atmos або інші, дозволяє створювати звук, який оточує користувача з усіх сторін. Це створює враження присутності у конкретному місці.

Системи співпраці звуків: За допомогою об'ємного звуку можливо створювати ефекти співпраці звуків, коли звуки взаємодіють між собою, а не просто відтворюються окремо [2].

Залучення звуків ззаду: Можливість відчувати звуки, що надходять ззаду, покращує враження від об'ємного звуку та збільшує реалізм сцен.

Адаптивний звук: Системи об'ємного звуку можуть бути адаптивними, реагуючи на рухи та дії користувача, забезпечуючи максимально індивідуальний досвід.

Звукове оформлення та об'ємний звук відіграють важливу роль у підвищенні якості віртуального досвіду, надаючи користувачам реалістичне та захоплююче аудіовідтворення.

Динамічні ефекти:

Реалістичні рухи та анімація:

Динамічні ефекти у VR включають реалістичні рухи та анімацію об'єктів. Це може бути виражено в плавних та природних рухах об'єктів, реагуючих на вплив користувача.

Зміна освітлення та тіні:

Динамічні зміни в освітленні та генерація тіней роблять віртуальне середовище більш реалістичним. Зміна положення віртуального сонця чи джерела світла може емулювати час доби та створювати атмосферу.

Реакція на звук та музику:

Динамічні ефекти можуть бути синхронізовані з аудіо. Наприклад, об'єкти чи оточення можуть реагувати на звукові сигнали або ритм музики, що додає елемент взаємодії.

Змінна погода та атмосфера:

Системи динамічного моделювання можуть створювати змінні погодні умови, такі як дощ, сніг, вітер тощо. Це робить віртуальне середовище більш різноманітним.

Фізична взаємодія:

Відтворення тактильних відчуттів:

Фізична взаємодія може включати відтворення тактильних відчуттів за допомогою спеціальних пристроїв, таких як вібраційні контролери або рукавички. Це дозволяє користувачам відчувати взаємодію з віртуальними об'єктами [5].

Симуляція силових впливів:

Фізична взаємодія може включати симуляцію силових впливів, таких як тиск, тяга або відштовхування. Це особливо важливо у віртуальних іграх та симуляціях.

Моделювання поведінки рідин та об'єктів:

Об'єкти в віртуальному середовищі можуть мати реалістичну поведінку, включаючи рідини, які рухаються згідно з фізичними законами. Це робить взаємодію більш непередбачуваною та реалістичною.

Співробітництво з об'єктами:

Користувач може взаємодіяти з об'єктами у віртуальному просторі, використовуючи контролери чи інші пристрої. Сприяє реалістичному відтворенню рухів та взаємодії.

Фізичні перешкоди та імітація маси:

Можливість відчувати фізичні перешкоди та відчувати вагу об'єктів, з якими взаємодіє користувач, покращує реалізм іммерсії.

Динамічні ефекти та фізична взаємодія грають ключову роль у створенні реалістичного та захоплюючого віртуального досвіду, надаючи користувачам можливість взаємодіяти з віртуальним світом так, як це відбувається в реальному житті [19].

Таблиця 1.2

Системи слідження рухів

Система Слідження Рухів	Тип	Особливості	Виробник
Oculus Insight	Внутрішній	Використовує вбудовані камери для відстеження рухів та положення користувача	Oculus (Facebook)
SteamVR Tracking	Зовнішній	Використовує базові станції, розташовані в кімнаті, для відстеження рухів	Valve
PlayStation VR Tracking	Внутрішній	Використовує систему світлочутливих датчиків на окулярах та контролерах	Sony
Windows Mixed Reality	Внутрішній	Використовує вбудовані камери для відстеження рухів та означення точок в кімнаті	Різні виробники, включаючи HP, Dell, Acer
HTC Vive Tracking	Зовнішній	Використовує станції для відстеження рухів та положення користувача	HTC

Інтерфейс взаємодії у технологіях віртуальної реальності (VR) грає важливу роль у забезпеченні ефективної та зручної взаємодії користувача з віртуальним

середовищем. Цей інтерфейс включає в себе різноманітні елементи та функції для навігації, взаємодії з об'єктами та керування віртуальними додатками. Ось деякі ключові аспекти інтерфейсу взаємодії в VR:

Контролери та сенсори: Користувачі використовують спеціальні контролери та сенсори, які відстежують рухи рук та голови. Це дозволяє користувачам взаємодіяти з віртуальними об'єктами, вибирати елементи інтерфейсу та керувати додатками.

Меню та система навігації: В VR існують спеціальні меню та системи навігації, які дозволяють користувачам переміщатися між різними областями віртуального світу, вибирати режими роботи та доступатися до налаштувань.

Гестурна взаємодія: Деякі VR-системи підтримують гестурну взаємодію, де користувачі можуть використовувати жести рук для взаємодії з об'єктами. Наприклад, змахненням руки можна вибрати об'єкт або виконати дію.

Голосове керування: Деякі VR-системи включають голосове керування, що дозволяє користувачам вибирати команди або виконувати завдання, вимовляючи слова чи фрази [27].

Інтерактивні меню та панелі: Віртуальні об'єкти, які виконують роль меню чи панелей, можуть бути відтворені в VR-середовищі. Це дозволяє користувачам вибирати функції, переглядати інформацію та керувати додатками.

Засоби відображення інформації: Інформацію, таку як текст, графіку чи відео, можна відображати відповідно до потреб користувача. Наприклад, великі віртуальні екрани можуть використовуватися для перегляду контенту.

Інтерфейс для розробників: Для створення власних VR-додатків розробники мають доступ до інтерфейсів програмування додатків (API), які дозволяють інтегрувати функції взаємодії у свої програми.

Забезпечення ефективної та інтуїтивно зрозумілої взаємодії в VR є важливим елементом для успіху та прийняття технології користувачами.

Таблиця 1.3

Окуляри віртуальної реальності

Окуляри VR	Виробник	Особливості	Система Слідження Рухів
Oculus Rift S	Oculus	Висока роздільність, вбудовані динаміки, окуляри не вимагають зовнішніх сенсорів	Oculus Insight
HTC Vive Pro	HTC	AMOLED-екрани, система відстеження з використанням станцій	SteamVR Tracking
PlayStation VR	Sony	Сумісність з PlayStation, вбудовані динаміки, легкі та комфортні	PlayStation VR Tracking
Valve Index	Valve	Висока частота оновлення, датчики для відстеження пальців	SteamVR Tracking
Windows Mixed Reality	Різні	Різноманітні моделі від різних виробників, вбудовані камери для відстеження	Windows Mixed Reality

Оптичні системи відстеження в технологіях віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) використовуються для точного визначення положення об'єктів у просторі за допомогою камер та спеціальних маркерів. Вони забезпечують високу точність та можливість відстеження в реальному часі, але мають свої особливості та обмеження [34].

Принцип роботи:

Оптичні системи використовують камери, розташовані у віртуальному просторі, для фіксації положення об'єктів. Маркери, розміщені на об'єктах, служать точками відліку для визначення їхнього положення та орієнтації.

Переваги:

Висока точність: Забезпечують високу точність відстеження рухів та орієнтації об'єктів.

Реальний час: Дозволяють відстежувати об'єкти в реальному часі, що важливо для іммерсивного досвіду.

Недоліки:

Залежність від видимості: Вимагають видимості маркерів для правильної роботи, що може створювати проблеми в неконтрольованих умовах.

Обмежена Робоча Відстань: Мають обмежену робочу відстань, особливо при використанні великих просторів.

Приклад використання:

Оптичні системи відстеження застосовуються у віртуальних іграх, архітектурному проектуванні, медичних симуляціях та інших областях, де важлива точність визначення положення об'єктів.

Інерціальні системи відстеження в технологіях віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) використовують гіроскопи та акселерометри для вимірювання рухів об'єктів. Ці системи дозволяють відстежувати об'єкти без зовнішніх сенсорів та забезпечують високу швидкість реакції [32].

Принцип роботи:

Інерціальні системи використовують гіроскопи для вимірювання кутової швидкості та акселерометри для вимірювання прискорення об'єкта. За допомогою інтеграції цих вимірювань визначається положення та орієнтація об'єкта у просторі.

Переваги:

Без зовнішніх сенсорів: Не потребують зовнішніх сенсорів або маркерів для відстеження рухів.

Висока швидкість реакції: Забезпечують високу швидкість оновлення даних, що важливо для іммерсивного досвіду.

Недоліки:

Кумулятивна похибка: Може виникати кумулятивна похибка вимірювань з часом, що може призводити до неточностей у визначенні положення.

Обмежені можливості орієнтації: Можуть мати обмежені можливості визначення орієнтації у просторі.

Приклад використання:

Інерціальні системи відстеження застосовуються у віртуальних спортивних іграх, фізичній реабілітації, симуляціях польоту та інших додатках, де важлива висока швидкість реакції та відсутність зовнішніх сенсорів.

Магнітні системи відстеження в технологіях віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) використовують магнітні сенсори для визначення положення об'єктів у просторі. Вони відзначаються високою точністю та можливістю використання у закритих просторах.

Принцип роботи:

Магнітні системи використовують магнітні сенсори на об'єктах, що взаємодіють із сталим чи електромагнітним полем в просторі. Зміна магнітної взаємодії дозволяє визначати положення та орієнтацію об'єктів [26].

Переваги:

Висока точність: Забезпечують високу точність визначення положення об'єктів у просторі.

Можливість використання в закритих просторах: Працюють ефективно у закритих просторах, де інші системи можуть мати обмеження.

Недоліки:

Вплив зовнішніх магнітних полів: Чутливі до зовнішніх магнітних полів, що може впливати на точність вимірювань.

Складність в Інсталяції: Вимагають складної інсталяції, включаючи створення магнітного поля у просторі.

Приклад використання:

Магнітні системи відстеження широко використовуються у віртуальних та доповнених реальностях для взаємодії з об'єктами, а також у медичних симуляціях та інших сценаріях, де потрібна висока точність вимірювань.

Екранні сенсори є однією з ключових технологій взаємодії в області віртуальної та доповненої реальності (VR/AR). Вони дозволяють користувачам взаємодіяти з віртуальними об'єктами та інтерфейсами за допомогою сенсорних дотикових екранів. Основним принципом роботи є реєстрація та інтерпретація дотиків або жестів, здійснюваних на поверхні екрана [24].

Принцип роботи:

Екранні сенсори визначають дотики та жести користувача за допомогою різних технологій, таких як ємнісний, опорний або акустичний сенсорний ефект.

Дотики та жести інтерпретуються як команди, що взаємодіють із віртуальними об'єктами або програмами.

Переваги:

Простота використання: Сенсорні екрани є інтуїтивно зрозумілими і зручними для користувачів будь-якого рівня.

Широкий спектр можливостей: Вони дозволяють взаємодіяти з різними типами контенту, включаючи текст, зображення та 3D-об'єкти.

Недоліки:

Обмежена взаємодія: Сенсорні екрани обмежені в тому, як користувач може взаємодіяти з вмістом, особливо в порівнянні з більш продуктивними системами відстеження рухів.

Не підходять для тривимірної взаємодії: Вони менше підходять для тривимірної взаємодії з об'єктами, оскільки зазвичай обмежені двовимірною поверхнею екрана.

Приклад використання:

Екранні сенсори застосовуються у віртуальних та доповнених реальностях для інтерактивних віртуальних ігор, навчання, медичних додатків та інтерфейсів керування. Користувачі можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами шляхом дотиків та жестів на сенсорних екранах, що робить цю технологію доступною та популярною [49].

Жести та розпізнавання рухів в технологіях віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) представляють собою важливий спосіб взаємодії користувача з віртуальним оточенням. Ці технології використовують оптичні камери для реєстрації та інтерпретації рухів рук та тіла користувача.

Принцип роботи:

Оптичні камери реєструють рухи користувача, визначаючи зміни положення та орієнтації його рук та тіла.

Алгоритми розпізнавання рухів перетворюють ці дані в конкретні жести або команди, які використовуються для взаємодії з віртуальним середовищем.

Переваги:

Тривимірна взаємодія: Забезпечують можливість тривимірної взаємодії, оскільки можуть відслідковувати рухи в просторі.

Широкі можливості застосування: Використовуються у віртуальних іграх, навчанні, дизайні, а також у сферах медицини та промисловості.

Недоліки:

Залежність від освітлення: Вимагають певного рівня освітлення для ефективної роботи.

Можливі проблеми точності: Можуть виникати проблеми з точністю визначення рухів в областях з низькою контрастністю.

Приклад використання:

Технології розпізнавання рухів широко використовуються у віртуальних іграх, тренажерах для навчання, архітектурному дизайні та медичних додатках. Користувачі можуть використовувати свої рухи для взаємодії з віртуальним оточенням, що робить взаємодію більш іммерсивною та природною.

Голосове управління в технологіях віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) використовує технології розпізнавання голосу для взаємодії користувача з віртуальним середовищем [44].

Принцип роботи:

Системи голосового управління визначають та розпізнають команди, вимовлені користувачем.

Розпізнані команди перетворюються на відповідні дії чи вказівки для віртуального середовища.

Переваги:

Зручність використання: Голосове управління є зручним інтерфейсом, особливо коли користувачі зайняті або мають обмежений доступ до інших інтерфейсів.

Швидкість взаємодії: Забезпечує швидку та ефективну взаємодію, оскільки вимагає лише голосових команд.

Недоліки:

Обмежений словник: Обмежений словник команд, що може обмежувати можливості взаємодії [15].

Чутливість до шуму: Може бути чутливими до зовнішнього шуму або спотворень, що може впливати на точність розпізнавання.

Приклад використання:

Голосове управління використовується у віртуальних асистентах, іграх, медичних додатках та інших сценаріях, де користувачі можуть ефективно взаємодіяти з віртуальним середовищем за допомогою голосових команд.

1.2 Історія розвитку технологій віртуальної та доповненої реальності в освіті

Перші експерименти з віртуальною реальністю (VR) в Освіті, розглядалися початкові спроби використання технології віртуальної реальності в освітньому процесі. Цей період, який відбувався приблизно у 1970-1980 роках, відзначався наступними ключовими аспектами:

Експериментальні системи: У цей період розробники створювали експериментальні системи віртуальної реальності для застосування в освіті. Ці системи були першими кроками у використанні VR для навчальних цілей.

Симуляція навчальних сценаріїв: Одним з основних застосувань була симуляція навчальних сценаріїв. За допомогою VR створювались віртуальні середовища, які імітували реальні ситуації або лабораторні умови для студентів.

Академічні дослідження: Університети та наукові лабораторії активно проводили дослідження у сфері використання VR в освіті. Це сприяло накопиченню знань про потенціал та обмеження цієї технології в навчальних цілях.

Перші експерименти з використанням віртуальної реальності в освіті поклали основи для подальшого розвитку цієї області. Вони відкривали нові можливості для покращення якості навчання та набуття практичних навичок у навчальних закладах [16].

Академічні дослідження та проекти в ранній фазі, розглядаються академічні дослідження та проекти, які відбувалися у період приблизно з 1980 по 1990 роки та

спрямовані на використання технологій віртуальної реальності (VR) в освіті. Основні аспекти цього періоду включають:

Експериментальні системи навчання: За цей період академічні дослідження призвели до створення більш продуктивних та функціональних експериментальних систем для навчання. Ці системи дозволяли студентам отримати практичний досвід у віртуальних умовах.

Розвиток технологій: Академічні групи активно досліджували та вдосконалювали технології VR для оптимізації їх використання в освіті. Це включало у себе вдосконалення графіки, систем введення та можливостей симуляцій.

Спеціалізовані проекти в університетах: Багато університетів запускали спеціалізовані проекти, спрямовані на вивчення можливостей використання VR в різних галузях освіти, включаючи медицину, науку та інженерію.

Розширення можливостей навчання: Завдяки академічним дослідженням та проектам в ранній фазі, студенти мали можливість експериментувати та навчатися в іммерсивних віртуальних середовищах, що розширювало можливості навчання [25].

Цей період в історії використання VR в освіті визначався активними дослідженнями та розробками, які закладали фундамент для подальшого розвитку цієї технології в галузі освіти.

У період розвитку технологій VR/AR, який охоплює приблизно 1990-2010 роки, відбулися значні технологічні зміни, що вплинули на використання цих технологій в освіті. Ключові аспекти цього періоду включають:

Покращення комп'ютерів: Розвиток потужних комп'ютерів став ключовим фактором. Збільшення обчислювальної потужності дозволило більш складні та інтерактивні віртуальні середовища.

Відокремлені відомості: З'явилися відокремлені відомості (head-mounted displays), які забезпечували індивідуальні користувацькі досвіди. Це розширило можливості використання VR у навчанні, дозволяючи студентам інтерактивно взаємодіяти з віртуальними об'єктами.

Високоякісні відображення: З'явилися високоякісні відображення, що покращили якість графіки та забезпечили більш реалістичний досвід. Це було важливим для успішного використання VR в освіті, де візуальна якість грає важливу роль [28].

Розширення функціоналу: Технологічний прогрес дозволив розширити функціонал віртуальних та доповнених реальностей. З'явилися нові можливості для створення інтерактивних сценаріїв та віртуальних тренажерів.

Зростання інтересу з боку індустрії: Виробники та розробники активно виявляли інтерес до застосування VR/AR в освіті, що призвело до розробки спеціалізованих продуктів для навчання та тренувань.

Цей період в історії технологій VR/AR в освіті визначався стрімким технологічним розвитком, що створило сприятливі умови для впровадження цих технологій у навчальні процеси.

У період комерціалізації VR/AR-технологій, що визначається приблизно 1990-2010 роками, спостерігалось зростання зацікавленості бізнесу в цих технологіях, зокрема у сфері навчання та тренувань. Ключові аспекти цього періоду включають:

Розпочаток комерційних розробок: Підприємства розпочали активно розробляти та випускати комерційні VR/AR-продукти, спрямовані на різні галузі, включаючи освіту [33].

Таблиця 1.4

Етапи Розвитку Технологій VR/AR в Освіті (1970-2023)

Етап Розвитку	Роки	Основні Події та Технологічні Досягнення
Початковий Етап (1970-1990 рр.)	1970-1980: Перші спроби використання VR в освіті. 1980-1990: Розвиток примітивних VR-систем та експерименти в освітніх інститутах.	- Поява перших VR-систем та їх використання в освіті. - Експериментальні застосування для тренування та освіти.
Ранній Розвиток (1990-2010 рр.)	1990-2000: Збільшення потужності обчислювальних систем та розвиток програмного забезпечення для VR. 2000-2010: Виходять перші AR-технології.	- Зростання інтересу до VR в освіті. - Розробка спеціалізованих програм для використання в навчанні. - Виходження AR-технологій.

Продовження таблиці 1.4

Етапи Розвитку Технологій VR/AR в Освіті (1970-2023)

Етап Розвитку	Роки	Основні Події та Технологічні Досягнення
Сучасний Етап (2010-2023 рр.)	2010-2020: Широке впровадження VR/AR в освітній процес. 2020-2023: Розвиток іммерсивних технологій та додаткові можливості навчання.	<ul style="list-style-type: none"> - Інтеграція VR/AR в основні навчальні програми. - Збільшення ролі іммерсивних технологій у навчанні. - Поява нових методик та підходів.

Спеціалізовані продукти для навчання та тренувань: З'явилися спеціалізовані продукти, які призначалися для використання в навчанні та тренуваннях. Ці продукти включали в себе віртуальні симулятори, інтерактивні курси та інші освітні рішення.

Розширення галузей застосування: Започаткована комерціалізація дозволила розширити галузі застосування VR/AR в освіті, охоплюючи вищу, середню та професійну освіту.

Інновації у віртуальних технологіях: Компанії вкладали ресурси у вдосконалення технічних аспектів віртуальних технологій, що полегшило їхнє впровадження у навчальні заклади [36].

Партнерства з освітніми установами: Багато компаній укладали партнерські угоди з університетами та іншими освітніми установами для спільної розробки та впровадження освітніх VR/AR-рішень.

Цей період в історії віртуальних та доповнених реальностей у навчанні свідчив про те, як бізнес-середовище визнало потенціал цих технологій і спрямувало зусилля на їхнє комерційне використання в освіті.

Уведення в навчальні програми технологій віртуальної та доповненої реальності є ключовим етапом, спрямованим на інтеграцію цих інновацій у систему освіти. В цьому контексті можна виділити кілька важливих аспектів:

Розробка спеціалізованих навчальних матеріалів: З використанням технологій VR/AR розробляються спеціалізовані навчальні матеріали, такі як

інтерактивні симуляції, віртуальні лабораторії та тренувальні вправи, що полегшують засвоєння навчального матеріалу.

Створення віртуальних лекцій та курсів: Викладачі можуть створювати віртуальні лекції та курси, що дозволяють студентам вивчати матеріал в інтерактивному віртуальному середовищі, розширюючи традиційні методи навчання.

Іммерсивні тренування для професійної орієнтації: VR/AR дозволяють створювати іммерсивні тренувальні програми для студентів, спрямовані на професійну орієнтацію та розвиток практичних навичок.

Реальний час та дистанційне навчання: Використання віртуальних технологій дозволяє студентам в реальному часі взаємодіяти з іншими, навіть на великій відстані, що розширює можливості дистанційного навчання [42].

Оцінка та повідомлення: VR/AR можуть бути використані для інтерактивної оцінки студентів та надання зворотного зв'язку, що сприяє покращенню якості навчання.

Уведення технологій віртуальної та доповненої реальності в навчальні програми відкриває нові можливості для покращення якості освіти та розвитку інноваційних методів навчання.

Розвиток освітніх додатків на базі технологій віртуальної та доповненої реальності є ключовим напрямком для сучасної освіти. Це створює інтерактивні та іммерсивні навчальні середовища. Деякі аспекти цього розвитку включають:

Створення інтерактивних уроків: Освітні додатки на основі VR/AR дозволяють створювати інтерактивні уроки, де студенти можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами та отримувати практичний досвід.

Віртуальні екскурсії та подорожі: Додатки використовують VR для організації віртуальних екскурсій та подорожей, що дозволяє студентам вивчати світ не виходячи з класу.

Лабораторії та симуляції: Використання VR/AR для створення віртуальних лабораторій та симуляцій, де студенти можуть проводити експерименти без реальних обмежень та ризиків.

Підготовка до професійної діяльності: Додатки дозволяють створювати віртуальні тренажери для підготовки до професійної діяльності в різних сферах, таких як медицина, інженерія, та інші.

Іммерсивні мовні курси: Використання VR для створення іммерсивних мовних курсів, де студенти можуть вивчати мови в реальних ситуаціях, сприяючи кращому засвоєнню мови [44].

Доступність та персоналізація: Освітні додатки можуть бути розроблені з урахуванням потреб різних груп студентів, забезпечуючи доступність та персоналізований підхід.

Таблиця 1.5

Продукти та Проекти на Початковому Етапі Використання VR/AR в Освіті

Продукт чи Проект	Роки	Основні Характеристики та Досягнення
Aspen Movie Map (1978)	1978	- Перший VR-проект в освіті. - Створення інтерактивної мапи міста Aspen, де студенти могли "прогулятися" віртуальними вулицями.
NASA Virtual Reality Lab (1980)	1980	- Використання VR для навчання астронавтів. - Розвиток системи віртуальної реальності для симуляцій космічних місій та тренувань.
Virtual Reality Medical Center (1990)	1990	- Впровадження VR в медичну освіту. - Створення іммерсивних тренажерів для навчання майбутніх медичних фахівців.

Розвиток освітніх додатків на основі віртуальної та доповненої реальності допомагає перетворити традиційний навчальний процес, забезпечуючи студентам нові можливості для активного та поглибленого навчання.

Зростання популярності технологій віртуальної та доповненої реальності в освіті свідчить про їхню значущість та ефективність у покращенні процесів навчання та навчального досвіду. Кілька факторів, що сприяють цьому зростанню популярності, включають:

Іммерсивність та взаємодія: Технології VR/AR надають можливість створювати іммерсивні навчальні середовища, де студенти можуть відчувати взаємодію з навчальним матеріалом, що полегшує засвоєння і розуміння концепцій.

Покращення зацікавлення та мотивації: Використання віртуальних інструментів дозволяє зробити навчання більш захопливим та цікавим, що позитивно впливає на зацікавлення та мотивацію студентів.

Реалістичні сценарії: VR/AR дозволяють створювати реалістичні сценарії для тренувань та симуляцій, що особливо важливо в професійній освіті [57].

Адаптація до різних стилів навчання: Технології дозволяють розробляти різноманітні методи навчання, що враховують різні стилі та потреби студентів.

Технологічний прогрес: З розвитком технологій виробники постійно удосконалюють апаратне забезпечення та програмне забезпечення, що робить ці технології більш доступними та ефективними.

Підготовка до сучасного ринку праці: Використання технологій VR/AR в навчанні допомагає студентам отримати практичні навички та досвід, які є важливими на сучасному ринку праці.

Партнерства та інтеграція з іншими технологіями: Партнерства між освітніми установами, розробниками технологій та іншими гравцями сприяють інтеграції цих технологій у навчальні програми.

Це зростання популярності свідчить про те, що технології віртуальної та доповненої реальності стають необхідною складовою сучасної освіти та вносять суттєвий вклад у покращення якості навчання.

Технології віртуальної та доповненої реальності в освіті мають ряд інноваційних застосувань, які перетворюють традиційний навчальний підхід. Деякі із цих інновацій включають:

Віртуальні лабораторії та симуляції: Створення віртуальних лабораторій дозволяє студентам проводити експерименти та спостерігати за результатами без реального обладнання. Це особливо ефективно в областях науки та інженерії.

Віртуальні екскурсії: Віртуальні екскурсії дозволяють студентам вивчати світ, не виходячи з класу. Вони можуть відвідувати історичні місця, музеї, чи навіть інші країни, отримуючи новий рівень реалізму та дослідження.

Іммерсивні мовні курси: Використання VR для вивчення мов дозволяє створити інтерактивні сценарії, де студенти можуть спілкуватися в іммерсивному середовищі, що сприяє кращому засвоєнню мов [62].

Віртуальні тренажери для професійної підготовки: Віртуальні тренажери дозволяють студентам отримувати практичний досвід в безпечному віртуальному середовищі. Це особливо корисно в медичній, авіаційній та інших професійних галузях.

Інтерактивні уроки та лекції: Використання VR для проведення інтерактивних уроків та лекцій робить навчання більш захопливим та динамічним, залучаючи студентів до активної участі.

Віртуальні моделі та симуляції: Створення віртуальних моделей для вивчення складних концепцій чи процесів допомагає студентам краще їх розуміти через візуальні та інтерактивні враження.

Тімблдінг та групова робота: VR дозволяє студентам з різних частин світу співпрацювати в одному віртуальному просторі, підвищуючи комунікацію та розвиваючи навички командної роботи.

Ці інноваційні застосування створюють нові можливості для покращення процесів навчання та розвитку студентів у сучасному освітньому середовищі [3].

Таблиця 1.6

Інтеграція VR/AR в Сучасні Освітні Практики: Від Тестувань до Іммерсивного Навчання

Ініціатива чи Практика	Роки	Ключові Заходи та Зміни в Освітньому Процесі
Впровадження VR у Вищій Освіті	З початку 2010-х років	- Створення віртуальних лабораторій та тренажерів для реальних дисциплін. - Використання VR в медичній, науковій та інженерній освіті.
AR в Навчальних Зкладах (2015-2020)	2015-2020	- Використання AR для покращення інтерактивності в класних кімнатах. - Запровадження AR-елементів у навчальні програми та підручники.
Іммерсивні Навчальні Програми (2020-2023)	2020-2023	- Створення інтегрованих іммерсивних навчальних програм, що використовують VR/AR. - Впровадження інтерактивних ігор та симуляцій для навчання.

Ця таблиця відображає ключові ініціативи та практики з інтеграції технологій віртуальної та доповненої реальності в сучасні освітні практики з початку 2010-х років до 2023 року.

1.3 Переваги та обмеження використання технологій віртуальної та доповненої реальності у навчанні

Взаємодія з віртуальними об'єктами в контексті іммерсивного навчання в технологіях віртуальної реальності відкриває нові горизонти для студентів у вивченні різних предметів. Цей аспект навчання створює унікальні можливості для активного дослідження та засвоєння матеріалу. Вотлученість у віртуальні об'єкти дозволяє студентам:

Віртуальні експерименти та лабораторії: Студенти можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами у віртуальних лабораторіях, де вони можуть проводити експерименти та спостерігати за реакціями безпечно та ефективно.

Маніпуляція та зміна параметрів: Спілкування з віртуальними об'єктами дозволяє студентам змінювати параметри, розглядати їх з різних кутів та спостерігати наслідки змін, що сприяє кращому розумінню концепцій.

Віртуальна моделювання процесів: Студенти можуть вивчати складні процеси, взаємодіючи з віртуальними об'єктами, що розширює їхнє уявлення та сприяє глибокому засвоєнню матеріалу [5].

Практичне застосування теоретичних знань: Взаємодія з віртуальними об'єктами дозволяє студентам застосовувати теоретичні знання у практичних сценаріях, надаючи реалістичний досвід.

Засвоєння специфічних концепцій: Віртуальні об'єкти можуть представляти складні концепції чи абстрактні ідеї, допомагаючи студентам легше їх розуміти через конкретний досвід взаємодії.

Взаємодія з віртуальними об'єктами стає потужним засобом, який стимулює активне навчання та розвиток практичних навичок у студентів, що знаходяться в іммерсивному навчальному середовищі.

Симуляції та реальні сценарії в контексті іммерсивного навчання у технологіях віртуальної реальності представляють собою важливий аспект, що допомагає студентам набувати практичний досвід та вивчати матеріал у віртуальних середовищах. Ось деякі ключові аспекти цієї форми навчання:

Віртуальні лабораторії: Симуляції лабораторних експериментів дозволяють студентам безпечно взаємодіяти з хімічними реакціями, фізичними законами чи іншими науковими явищами. Вони можуть проводити експерименти та спостерігати наслідки у віртуальному середовищі.

Медичні симуляції: У медичній освіті віртуальні сценарії та симуляції дозволяють студентам вивчати практичні навички, такі як хірургічні операції, діагностику хвороб та лікування, без реальних пацієнтів [7].

Симуляції професійних сценаріїв: В інших галузях, таких як авіація чи виробництво, студенти можуть навчатися віртуально, взаємодіючи зі сценаріями, що імітують реальні робочі умови.

Тренажери для розвитку навичок: Віртуальні тренажери допомагають студентам набувати навичок у безпечному середовищі, будь то водіння автомобіля, управління великими машинами чи інші професійні уміння.

Практичні вправи та завдання: Симуляції дозволяють створювати практичні завдання, включаючи вирішення складних проблем чи ситуацій, де студенти повинні застосовувати здобуті знання.

Таблиця 1.7

Переваги використання технологій VR/AR в навчанні

Перевага	Опис
Збільшена інтерактивність	Віртуальна та доповнена реальність надають студентам можливість взаємодії з навчальним матеріалом у більш інтерактивний спосіб.
Реалістичність навчальних сценаріїв	Студенти можуть взаємодіяти з реалістичними сценаріями та віртуальними об'єктами, що сприяє глибшому розумінню та запам'ятовуванню матеріалу.
Можливості віртуальних екскурсій	Використання VR/AR дозволяє організовувати віртуальні екскурсії, де студенти можуть вивчати важливі місця чи об'єкти без фізичного присутності.

Продовження таблиці 1.7

Переваги використання технологій VR/AR в навчанні

Перевага	Опис
Адаптовані навчальні сценарії	Можливість створення індивідуально адаптованих сценаріїв для навчання, що враховують особисті потреби та темп навчання студентів.
Збільшена мотивація та залученість	Віртуальні та доповнені сценарії можуть зробити навчання цікавішим та стимулювати більше активності та інтересу з боку студентів.

Ця таблиця відображає ключові переваги використання технологій віртуальної та доповненої реальності в навчанні. Враховуючи ці переваги, викладачі та навчальні заклади можуть розглядати впровадження цих технологій для поліпшення навчального процесу.

Використання симуляцій та реальних сценаріїв у віртуальному середовищі допомагає покращити практичні навички студентів, забезпечує їхній практичний досвід та розвиває вміння застосовувати теоретичні знання у реальних ситуаціях.

Віртуальні екскурсії та подорожі у світі технологій віртуальної реальності є важливим інструментом для поглиблення знань та розширення горизонтів студентів. Цей аспект іммерсивного навчання надає можливості для вивчення нових місць та культур через віртуальний досвід. Ось деякі ключові аспекти віртуальних екскурсій:

Історичні екскурсії: Студенти можуть відвідувати історичні об'єкти, пам'ятники архітектури чи археологічні розкопки, вивчаючи минуле та культурні аспекти через інтерактивність віртуальної реальності.

Географічні тури: Віртуальні екскурсії дозволяють студентам вивчати географію світу, відвідуючи різні країни, міста та географічні особливості, що розширює їхнє розуміння світу.

Мистецькі та культурні подорожі: Студенти можуть поглиблюватися в світ мистецтва, відвідуючи віртуальні музеї, галереї та виставкові зали, де вони можуть досліджувати колекції та виставки [9].

Навчання мовам: Віртуальні екскурсії дозволяють студентам зануритися в мовне середовище, спілкуючись з віртуальними персоналом чи вивчаючи мовні особливості країн.

Віртуальні експедиції: Вивчаючи природні резервати, екзотичні природні ландшафти та екосистеми, студенти можуть отримувати уявлення про різноманіття природи.

Ці віртуальні подорожі дозволяють студентам не лише отримати нові знання, але й відчути емоційне та культурне збагачення через іммерсивний досвід.

Іммерсивне опанування концепцій через віртуальне навчання представляє собою унікальний підхід, який дозволяє студентам глибше розуміти складні теми та матеріали. Відмінність цього методу полягає в можливості створення іммерсивних середовищ, де студент може відчути, взаємодіяти та експериментувати з концепціями безпосередньо.

Використання віртуальних об'єктів, сцен та симуляцій дозволяє студентам перейти в інше віртуальне середовище, де вони можуть буквально "зануритися" у навчальний матеріал. Це може включати в себе віртуальні експерименти, взаємодію з абстрактними концепціями у тривимірному просторі, або навіть віртуальні подорожі, пов'язані з темою.

Такий підхід дозволяє студентам не лише зорганічно вивчати теоретичні аспекти, але й відчувати їх на практиці. Це сприяє кращому засвоєнню та запам'ятовуванню матеріалу, оскільки вони можуть побудувати глибше розуміння через власний віртуальний досвід.

Практичні симуляції та віртуальні лабораторії в контексті віртуального навчання є ключовим інструментом для покращення навчального процесу та засвоєння матеріалу. Ці інтерактивні засоби дозволяють студентам емулювати реальні сценарії та проводити експерименти у віртуальному середовищі.

Віртуальні лабораторії дозволяють студентам безпечно вивчати та експериментувати з різними науковими та технічними концепціями. Вони можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами, виконувати віртуальні вимірювання та спостерігати за реакціями без реальних обмежень та ризиків.

Практичні симуляції надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання у віртуальних сценаріях, що може бути особливо корисним у випадках, коли реальні умови недоступні або небезпечні. Це може охоплювати широкий спектр від технічних експериментів до медичних симуляцій.

Такий підхід допомагає студентам закріплювати теоретичні знання через практичний досвід, роблячи навчання більш захопливим та ефективним.

Віртуальні тестування та завдання є необхідною частиною іммерсивного навчання, яка дозволяє студентам активно взаємодіяти з матеріалом та перевіряти свої знання у віртуальному середовищі. Це ефективний спосіб оцінити рівень засвоєння концепцій та навичок [20].

Віртуальні тести можуть бути спроектовані таким чином, щоб імітувати реальні сценарії чи ситуації, де студенти повинні приймати рішення або вирішувати завдання. Вони можуть включати в себе інтерактивні елементи, віртуальні об'єкти чи ситуації, що вимагають реального втручання.

Віртуальні завдання можуть охоплювати різні області навчання, від науки до мистецтва. Наприклад, студенти можуть вирішувати математичні задачі у віртуальному середовищі, досліджувати віртуальні лабораторії або навіть виконувати творчі завдання, такі як створення віртуальних проектів чи інтерактивних арт-об'єктів.

Цей підхід не лише допомагає визначити рівень знань студентів, але і стимулює їхню активність та зацікавленість у навчанні через взаємодію з віртуальними завданнями та сценаріями.

Стимулювання творчості та креативності у віртуальному навчанні виявляється у використанні інноваційних методів та інтерактивних інструментів для розвитку творчих здібностей студентів. Віртуальне середовище створює унікальні можливості для розкриття та розвитку творчих потенцій.

Студенти можуть брати участь у віртуальних проектах, де їхні ідеї та рішення сприяють створенню інтерактивних віртуальних об'єктів, сценаріїв чи інших творчих виробів. Застосування віртуальної реальності дозволяє їм буквально

"зануритися" у свої творчі проекти, експериментувати з новими ідеями та долучати інші талановиті гіперповерхні.

Віртуальні мистецькі лабораторії або інтерактивні платформи для творчості можуть надавати студентам доступ до віртуальних інструментів малювання, моделювання та інших творчих засобів. Це дозволяє їм виражати свою креативність у віртуальному просторі, де обмеження тільки їхня уява.

Підтримка різних стилів навчання у віртуальному середовищі є важливим аспектом іммерсивного навчання. Застосування різноманітних методів та інтерактивних засобів дозволяє враховувати індивідуальні особливості студентів та сприяє ефективному засвоєнню матеріалу.

Студенти можуть користуватися різними типами віртуальних ресурсів, які включають в себе відеолекції, інтерактивні сценарії, віртуальні лабораторії та інші формати, щоб вибрати той, який найбільше відповідає їхньому індивідуальному стилю навчання [26].

Застосування групових віртуальних завдань і проектів дозволяє підтримувати тих, хто навчається краще в командному оточенні, в той час як індивідуальні завдання та іммерсивні симуляції можуть задовольнити потреби тих, хто воліє самостійне вивчення.

Використання різних форм взаємодії, таких як чати, форуми, віртуальні обговорення або спільна робота в інтерактивних сценаріях, забезпечує можливість обміну інформацією та взаємодії з викладачами та одногрупниками, що підтримує соціальний та комунікативний аспект навчання.

Віртуальні групові проекти є важливою складовою іммерсивного навчання, що сприяє співпраці та колаборації студентів у віртуальному середовищі. Ці проекти дозволяють створити умови для командної роботи та спільного вирішення завдань навчання. Ось ключові аспекти віртуальних групових проектів:

Глобальна співпраця: Студенти можуть брати участь у групових проектах разом із своїми одногрупниками з різних країн та континентів. Це створює можливість для глобальної співпраці та обміну різними культурними підходами та досвідом.

Інтерактивні завдання: Віртуальні групові проекти можуть включати в себе інтерактивні завдання та симуляції, які стимулюють учасників розробляти рішення та взаємодіяти з віртуальними об'єктами або сценаріями.

Творчість та інновації: Групові проекти дають можливість студентам розвивати творчі навички, шукати нові рішення та працювати над інноваційними ідеями, які можуть бути реалізовані у віртуальному середовищі.

Взаємодопомога та навчання: Взаємодопомога та обмін знаннями між учасниками групи стають важливими частинами віртуальних групових проектів. Студенти можуть вчитися одне від одного та вирішувати навчальні завдання разом [29].

Оцінка та звітність: Викладачі можуть оцінювати якість співпраці та результати групових проектів через відслідковування участі студентів та їхні внески у спільну роботу.

Віртуальні групові проекти розширюють можливості для навчання та надають студентам можливість спробувати нові методи роботи в колективі, що підготовлює їх до подальших викликів у сучасному світі.

Міжнародні віртуальні форуми є важливим інструментом для глобальної співпраці, обміну ідеями та розвитку у віртуальному освітньому середовищі. Ось деякі ключові аспекти міжнародних віртуальних форумів:

Глобальний доступ: Студенти з різних країн та університетів можуть активно брати участь у дискусіях і обговореннях, незалежно від свого фізичного розташування. Це сприяє створенню глобального освітнього співтовариства.

Обмін думками та досвідом: Міжнародні віртуальні форуми надають можливість обмінюватися думками, поглядами та досвідом у сфері навчання та науки. Учасники можуть висловлювати свої точки зору та вчитися одне від одного [43].

Представлення досліджень: Студенти та вчені можуть представляти свої дослідження, проекти та інноваційні ідеї на міжнародному рівні. Це дозволяє підняти обговорення та отримати зворотний зв'язок від глобальної аудиторії.

Розширення горизонтів: Участь в міжнародних форумах дозволяє студентам розширити свої горизонти, поглибити розуміння різних культур та підходів до освіти.

Створення партнерств: Можливість встановлення контактів та розпочати міжнародні партнерства для спільних наукових та навчальних проєктів.

Міжнародні віртуальні форуми створюють платформу для активного обговорення та обміну ідеями, що сприяє глибшому розумінню сучасних тенденцій у світі освіти.

Глобальні віртуальні заходи та конференції є ключовими подіями, які об'єднують учасників з усього світу для обговорення актуальних питань, обміну досвідом та представлення новітніх досліджень у різних галузях. Вони мають кілька важливих аспектів:

Глобальна участь: Учасники можуть приєднатися до подій без фізичного присутності, що забезпечує широку географічну розповсюдженість і різноманітність аудиторії.

Передові теми та дослідження: Глобальні віртуальні заходи стають платформою для представлення передових тем, технологій та досліджень. Учасники можуть отримати доступ до новітніх відкриттів у своїй галузі.

Взаємодія та Обговорення: Електронні платформи надають можливість для інтерактивної взаємодії та обговорення між учасниками. Чати, форуми та віртуальні сесії Q&A сприяють активному обміну думками.

Віртуальні виставкові зали: Заходи можуть включати віртуальні виставкові зали, де компанії та установи можуть представляти свої продукти та розробки [47].

Записи та доступність: Багато заходів забезпечують записи презентацій, що дозволяє учасникам переглядати матеріали у зручний час. Це підвищує доступність інформації.

Мережеві можливості: Глобальні віртуальні заходи створюють унікальні можливості для мережевого зв'язку та встановлення контактів у глобальній освітній спільноті.

Ці заходи стають важливим інструментом для розвитку спільноти та стимулюють активний обмін знань та ідей у віртуальному форматі.

Економічна доступність є ключовою складовою впровадження технологій віртуальної та доповненої реальності в освітній процес. Забезпечення економічної доступності передбачає розробку стратегій, спрямованих на зниження вартості необхідного обладнання, програмного забезпечення та інфраструктури для використання цих технологій у навчальних закладах.

Один з підходів до досягнення економічної доступності - це розробка та впровадження бюджетно-ефективних рішень. Це може включати в себе використання доступних технічних рішень, оптимізацію витрат на обслуговування обладнання, а також укладення економічно вигідних угод з постачальниками технічних рішень [10].

Додатковим аспектом є розробка програм фінансової підтримки, спрямованих на студентів та навчальні заклади. Це може включати в себе надання грантів, субсидій або доступу до фінансових інструментів, що допомагають впровадженню технологій в освітньому середовищі.

Розробка стратегій, спрямованих на економічну доступність, важлива для того, щоб забезпечити рівноправний доступ до переваг використання технологій віртуальної та доповненої реальності для всіх учасників навчального процесу.

Рівень фінансової доступності для студентів визначається як важливий фактор у впровадженні технологій віртуальної та доповненої реальності в освіті. Урахування фінансових можливостей студентів стає ключовим аспектом при розробці та реалізації проєктів, спрямованих на поліпшення командної роботи через використання таких технологій.

Забезпечення фінансової доступності передбачає розробку ініціатив, спрямованих на зменшення фінансового бар'єру для студентів. Це може включати в себе створення програм фінансової допомоги, грантів або стипендій, спрямованих на забезпечення фінансової можливості залучення студентів до проєктів, пов'язаних із застосуванням віртуальної та доповненої реальності [15].

Крім того, важливо враховувати різноманітність фінансового стану студентів і розробляти гнучкі підходи, які дозволяють усім зацікавленим особам використовувати переваги цих технологій, незалежно від їхнього фінансового статусу.

Створення умов для фінансової доступності студентів до використання технологій віртуальної та доповненої реальності є важливим кроком для забезпечення інклюзивного та рівного доступу до сучасної освіти.

Проблеми здоров'я, пов'язані з тривалим використанням технологій віртуальної реальності (VR), можуть включати такі аспекти, як головний біль, нудота та інші фізіологічні реакції. Такі проблеми можуть виникнути через специфічні характеристики взаємодії людини з віртуальним середовищем.

Головний біль може виникнути внаслідок довгого перебування в VR через інтенсивну концентрацію на віртуальних об'єктах або швидкі зміни перспектив. Нудота може виникнути внаслідок розходження між відчуттями внутрішнього вуха та зорового сприйняття при русі віртуальним простором.

Фізіологічні реакції також можуть включати втому, роздратування очей або рухливості, особливо при використанні VR з високою іммерсією. Ці проблеми можуть бути індивідуальними, і вони можуть залежати від характеристик конкретної людини та якості використовуваного обладнання.

Для подолання цих проблем важливо розробляти та дотримуватися рекомендацій щодо перерв для відпочинку, обмеження тривалості сесій використання VR, а також врахування індивідуальних особливостей користувачів при розробці програмного забезпечення та віртуальних середовищ [22].

Безпека та конфіденційність відіграють ключову роль у використанні віртуальних середовищ, і можуть виникнути питання, особливо в чутливих областях, таких як медицина чи бізнес.

Щодо конфіденційності даних, важливо враховувати, що використання технологій віртуальної реальності може здійснюватися в онлайн-середовищі, де інформація може піддаватися ризику злому чи несанкціонованого доступу. У випадках, де обробка чутливої інформації, наприклад, медичних даних чи

комерційних відомостей, важливо приділяти велику увагу забезпеченню високого рівня захисту даних та дотриманню відповідних стандартів безпеки.

З метою забезпечення безпеки, рекомендується використовувати шифрування даних, міцні системи аутентифікації та використовувати заходи безпеки на рівні програмного забезпечення та апаратного забезпечення. При цьому важливо забезпечити інформаційну грамотність користувачів та персоналу, які взаємодіють з віртуальними середовищами.

Загальною метою є створення збалансованого підходу між високою ефективністю використання технологій віртуальної реальності та забезпеченням високого рівня безпеки та конфіденційності, особливо коли стосується чутливої інформації та особистих даних [24].

Таблиця 1.8

Обмеження використання технологій VR/AR в навчанні

Обмеження	Опис
Фізіологічні реакції	Можливість викликати головний біль, нудоту та інші фізіологічні реакції при тривалому використанні.
Технічні обмеження	Високі вимоги до обладнання можуть бути неекономічними для деяких навчальних закладів та студентів.
Конфіденційність даних	Потенційні ризики конфіденційності при обробці чутливих даних, особливо в медичних чи бізнес-сценаріях.
Соціальні та етичні аспекти	Виникають питання стосовно етичного використання та можливості впливу на соціальні відносини в освітньому середовищі.
Освітні виклики	Потреба у навчанні користувачів ефективному та безпечному використанню технологій, а також у розробці адаптованих навчальних матеріалів.

Таблиця відображає різноманітні обмеження, пов'язані з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності в навчанні. Заходи для подолання цих обмежень включають в себе технічні удосконалення, заходи безпеки та конфіденційності, а також розробку відповідних навчальних програм та ресурсів.

Необхідність спеціальної підготовки виникає у зв'язку із впровадженням технологій віртуальної та доповненої реальності в навчальний процес. Як для викладачів, так і для студентів, це може означати необхідність вивчення нових

інтерфейсів, програмного забезпечення та методів використання віртуальних середовищ.

Викладачі можуть потребувати спеціалізованої підготовки для ефективного використання технологій VR/AR у навчанні. Це включає в себе освоєння інструментів розробки VR/AR, розуміння педагогічних аспектів використання цих технологій та розробку навчальних матеріалів, адаптованих до нових можливостей.

Студенти, в свою чергу, можуть потребувати часу для адаптації до вивчення в нових віртуальних середовищах та використання спеціалізованого обладнання. Важливою є розробка навчальних програм, які сприяють оволодінню навичками використання технологій VR/AR та їх впровадження в освітній процес.

Таким чином, підготовка викладачів та студентів до використання технологій віртуальної та доповненої реальності вимагає системного підходу, що включає як технічні аспекти, так і аспекти педагогічної та користувацької ефективності.

Технічні проблеми, такі як збої програмного забезпечення чи несправність обладнання, можуть стати серйозною перешкодою в навчальному процесі. Використання технологій віртуальної та доповненої реальності вимагає надійності та стабільності технічних засобів.

Збої в програмному забезпеченні можуть призвести до втрати даних, перерв у сеансах навчання або взагалі призупинення учбових процесів. Відновлення роботи після таких технічних ситуацій вимагає від викладачів та студентів технічної експертизи та вміння швидко вирішувати проблеми [40].

Несправність обладнання, також може стати причиною перебоїв у навчанні. Зокрема, це може включати несправності в сенсорах, пристроях введення, або навіть несправності в апаратному забезпеченні самого віртуального або доповненого середовища.

Розв'язанням цих технічних проблем може бути систематична перевірка та обслуговування обладнання, використання надійного програмного забезпечення та налагодження процесів швидкого виявлення та вирішення неполадок. Також важливо мати план реагування на можливі технічні проблеми, щоб забезпечити

мінімальні перерви в навчанні та максимальний комфорт для учасників процесу [17].

2 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМАНДНОЇ РОБОТИ

2.1 Розробка та тестування програмного забезпечення для підтримки командної взаємодії студентів з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності

В рамках визначення функціональних вимог для взаємодії користувачів з розроблюваною програмою, передбачається створення інтуїтивного та ефективного інтерфейсу. Користувачі будуть мати можливість взаємодіяти з програмою через різноманітні команди та спільно працювати у віртуальному середовищі.

Це включатиме в себе можливість обміну інформацією, спілкування через текстові, візуальні та звукові засоби. Важливим аспектом є створення зручного інтерфейсу для навігації, взаємодії з віртуальними об'єктами та обміну необхідною інформацією для успішної командної роботи.

При визначенні цих функціональних вимог важливо врахувати різноманітні потреби користувачів та забезпечити гнучкість системи для взаємодії з нею, забезпечуючи при цьому високий рівень зручності та ефективності для всіх учасників команди.

Спільний доступ до віртуальних об'єктів для всіх членів команди визначається як ключовий аспект розроблюваної програми. Забезпечуючи можливість одночасного використання та взаємодії з об'єктами, система сприяє ефективній командній роботі [56].

Це передбачає визначення механізмів контролю доступу та управління привілеями для кожного члена команди. Крім того, система повинна забезпечувати синхронізацію дій користувачів та вирішувати можливі конфлікти використання віртуальних ресурсів.

Важливо враховувати потреби користувачів у спільному використанні та взаємодії з віртуальними об'єктами, забезпечуючи при цьому безпеку та ефективність усієї команди під час роботи в віртуальному середовищі.

Реалізація комунікації в розроблюваній програмі передбачає створення ефективних та зручних засобів обміну інформацією між членами команди. Це включає в себе розробку текстових, візуальних та звукових інтерфейсів для спілкування [54].

Текстова комунікація:

Забезпечення можливості обміну текстовими повідомленнями між учасниками команди. Це може включати в себе чатові вікна, де користувачі можуть обговорювати віртуальні об'єкти та плани командної роботи.

Візуальна комунікація:

Створення візуальних елементів для взаємодії учасників команди у віртуальному середовищі. Це може включати відображення статусів користувачів, їхніх дій або навіть віртуальних символів, що допомагають визначити місцезнаходження та взаємодію.

Звукова комунікація:

Розробка системи голосового обміну для спілкування між користувачами. Це може бути особливо корисним у віртуальному середовищі, де звук може допомагати визначати напрямки та пріоритети комунікації.

Мультимедійні засоби:

Врахування можливостей обміну мультимедійним контентом, таким як фотографії, відео або інші віртуальні об'єкти, для покращення сприйняття та розуміння інформації.

Забезпечення високоякісної та зручної комунікації між учасниками команди сприятиме успішній взаємодії та досягненню поставлених цілей у віртуальному середовищі [52].

Таблиця 2.1

Безпека та Конфіденційність

Аспект	Заходи безпеки та конфіденційності
Шифрування Даних	Використання сучасних шифрувальних алгоритмів для захисту конфіденційної інформації під час передачі та зберігання.
Аутентифікація	Встановлення системи аутентифікації для ідентифікації та перевірки автентичності користувачів перед доступом до системи.
Контроль Доступу	Реалізація механізмів контролю доступу, які обмежують права користувачів відповідно до їх ролі в команді.
Аудит та Журналювання	Збір та аналіз журнальних записів для виявлення можливих загроз та незаконного доступу, а також ведення аудиту безпеки.
Фізична Безпека	Заходи для захисту фізичного обладнання та інфраструктури віртуального середовища від несанкціонованого доступу.
Конфіденційність Даних	Забезпечення конфіденційності особистої та конфіденційної інформації користувачів шляхом обмеження доступу та використання приватних зон.

Дизайн користувацького інтерфейсу є ключовим аспектом в розробці програмного забезпечення для віртуальної та доповненої реальності. Його головною метою є створення інтуїтивного та ефективного середовища для взаємодії користувача з програмою чи додатком.

Ергономіка та інтуїтивність:

Дизайн повинен бути спрямований на створення інтуїтивних елементів управління, які легко розуміти та використовувати. Розташування кнопок, меню та інших елементів повинно враховувати природні рухи та очікування користувача [59].

Кольорова палітра та контрастність:

Вибір кольорів має бути ретельно продуманим, з урахуванням психології кольорів та можливостей візуального сприйняття. Важливо також забезпечити достатню контрастність для забезпечення видимості елементів інтерфейсу.

Типографіка та читабельність:

Використання чітких та легко читабельних шрифтів є ключовим аспектом дизайну. Розміри шрифтів, інтервали між символами та лініями повинні забезпечувати зручність читання для користувачів.

Елементи взаємодії:

Кнопки, індикатори та інші елементи взаємодії повинні мати належний розмір та розташування, щоб забезпечити точність при торканні або керуванні за допомогою контролерів.

Адаптивність до різних платформ:

Урахування особливостей різних платформ, таких як віртуальні навушники, смартфони чи планшети, для створення універсального та адаптивного дизайну інтерфейсу.

Ефективний дизайн UI грає ключову роль у забезпеченні зручності та задоволення користувачів віртуальних середовищ.

Взаємодія віртуального середовища з користувачем включає не лише візуальні, але й звукові аспекти для створення повноцінного іммерсивного досвіду.

Візуальні ефекти:

Використання різноманітних візуальних ефектів, таких як анімація, освітлення та текстури, для створення реалістичних об'єктів та середовища. Важливо забезпечити високу якість графіки для досягнення максимальної іммерсії.

Звукові ефекти та музика:

Використання звукових ефектів для симуляції реальності та створення атмосфери. Реалістичні звуки об'єктів, середовища та музика допомагають поглибити користувача в віртуальний світ.

Просторовий звук:

Використання технологій просторового звуку для створення враження присутності та розташування звукових джерел в просторі. Це підсилює реалізм іммерсивного досвіду.

Голосовий взаємодія:

Інтеграція систем голосового управління для взаємодії з віртуальними об'єктами та системами. Це може включати розпізнавання команд, створення голосових синтезаторів та інші аспекти голосової інтеракції.

Динамічні зміни звуку:

Синхронізація звукових ефектів з діями користувача або подіями в середовищі для підсилення відчуття взаємодії та реалізму [64].

Всі ці аспекти взаємодії сприяють створенню іммерсивного враження та покращують взаємодію користувача з віртуальним середовищем.

3D моделювання та відображення відіграють важливу роль у створенні реалістичних та вражаючих віртуальних світів. Ці аспекти спрямовані на відтворення об'єктів та середовища з максимальною точністю та деталізацією.

Створення 3D моделей:

Процес створення тривимірних об'єктів, персонажів та середовища за допомогою спеціальних програм для 3D моделювання. Це може включати моделювання форм, текстур, освітлення та інших деталей.

Текстурування та мапування:

Додавання текстур до 3D моделей для створення реалістичності та деталізації. Мапування текстур враховує покриття поверхні об'єкта, що підсилює враження від взаємодії.

Анімація 3D об'єктів:

Створення рухливих та анімованих об'єктів для додавання життєвості віртуальному світу. Анімація може включати рух персонажів, об'єктів та інших елементів.

Рендеринг та оптимізація:

Процес рендерингу перетворює 3D моделі в зображення, які можна відобразити на екрані. Оптимізація важлива для забезпечення плавності та ефективності відображення.

Використання VR- та AR-обладнання:

Адаптація 3D моделей для відтворення у віртуальних та доповнених реальностях. Це включає оптимізацію для використання віртуальних навушників, окулярів та інших пристроїв.

3D моделювання та відображення є важливими етапами в розробці віртуальних додатків, які забезпечують реалістичність та вражаючий візуальний досвід користувачів [30].

Навігація та керування відіграють ключову роль у взаємодії користувача з віртуальним середовищем. Забезпечення зручності та ефективності в управлінні важливо для покращення іммерсивності та враження від віртуального досвіду.

Методи навігації:

Фізична просторова навігація: Використання фізичних рухів користувача (пересування, обертання) для переміщення віртуальною простором.

Точкова навігація: Встановлення точок призначення або областей для автоматичного переміщення користувача.

Управління взаємодією:

Жести та рухи: Використання рухів рук чи голови для взаємодії з об'єктами та управління віртуальним середовищем.

Контролери та сенсори: Використання спеціальних контролерів або сенсорів для керування об'єктами та виконання дій.

Меню та інтерфейс:

Віртуальне меню: Створення віртуальних меню для вибору опцій, зміни налаштувань та виконання інших дій.

Голосове керування: Можливість керувати віртуальним середовищем за допомогою голосових команд.

Системи трекінгу:

Трекінг рухів: Відстеження рухів користувача для точного відображення їх рухів у віртуальному світі.

Трекінг голови: Відстеження рухів голови для забезпечення натурального обертання відображення.

Проекція та відображення інтерфейсу:

Гарфічні елементи: Відображення графічних індикаторів, кнопок та інших елементів для полегшення взаємодії.

Віртуальні клавіші: Використання віртуальних клавіш чи панелей для введення тексту та команд.

Забезпечення ефективної навігації та керування є важливою складовою для забезпечення позитивного та комфортного взаємодії користувача з віртуальним середовищем [27].

Таблиця 2.2

Адаптивний Дизайн

Аспекти Адаптивного Дизайну	Опис
Гнучкість і Адаптивність	Здатність віртуального інтерфейсу пристосовуватися до різних розмірів екранів та пристроїв.
Динамічне Розташування Елементів	Автоматичне перегрупування та розташування елементів інтерфейсу для оптимального використання обмежень пристрою.
Варіативність Керування	Надання різних методів керування в залежності від можливостей пристрою, таких як сенсори, голосове керування, жести тощо.
Контекстуальне Призначення	Здатність інтерфейсу визначати контекст використання та надавати відповідні елементи та функції для кожного конкретного випадку.
Автоматична Адаптація До Змін	Автоматичне або напівавтоматичне змінення дизайну в залежності від змін у зовнішньому середовищі, налаштуваннях користувача або інших факторах.
Резервування Доступності	Забезпечення доступності для користувачів з різними обмеженнями або особливими потребами, включаючи адаптацію для людей з обмеженими можливостями.

Основні функції ядра програмного забезпечення визначають спосіб взаємодії користувача з системою віртуальної та доповненої реальності. Це є важливою частиною розробки, оскільки вони визначають, як користувачі будуть спілкуватися з віртуальним середовищем та як система буде реагувати на їхні дії.

Обробка команд користувачів: Перша основна функція полягає в обробці команд, які користувачі вводять у систему. Це включає в себе аналіз введених даних, визначення інтенту користувача та виконання відповідних дій або запуску необхідних функцій [32].

Ініціація віртуальних об'єктів: Ядро відповідає за створення та ініціацію віртуальних об'єктів у віртуальному або доповненому середовищі. Це може включати в себе створення графічних об'єктів, звукових ефектів, текстових відомостей та інших елементів, які взаємодіють з користувачем.

Керування загальним функціоналом: Ядро також відповідає за керування загальним функціоналом системи. Це охоплює керування станом системи,

інтеграцію з іншими компонентами програмного забезпечення, роботу з базами даних та забезпечення взаємодії зі сенсорами та обладнанням.

Основні функції ядра є основою для розробки системи віртуальної та доповненої реальності, оскільки вони визначають, як користувачі взаємодіють з технологією та як система реагує на їхні запити та дії.

Розробка алгоритмів обробки команд користувачів є критично важливою для ефективної роботи системи віртуальної та доповненої реальності. Основна мета цього етапу - забезпечити швидку, точну та ефективну реакцію системи на дії користувача. Для досягнення цієї мети розробляються різні алгоритми та підходи.

Аналіз та розпізнавання введення: Перший крок у розробці алгоритмів - це аналіз введеного користувачем тексту, жестів, голосових команд та іншого введення. Алгоритми розпізнавання визначають, яка саме команда була надіслана системі [38].

Визначення інтенту: Після розпізнавання введення алгоритми визначають інтент, тобто, що саме користувач хоче зробити або яку дію він бажає виконати. Наприклад, це може бути команда на переміщення віртуального об'єкта або запит на інформацію.

Виконання дій: Після визначення інтенту система виконує відповідні дії. Це може включати в себе переміщення об'єктів, зміну налаштувань середовища, відтворення звуків або відображення текстової інформації.

Забезпечення Точності та Швидкодії: Важливим аспектом розробки алгоритмів обробки команд є забезпечення їх точності та швидкодії. Це означає, що система повинна правильно інтерпретувати команди та реагувати на них без зайвих затримок.

Адаптація до контексту: Деякі алгоритми можуть враховувати контекст дій користувача, щоб забезпечити більшу точність обробки команд. Наприклад, система може адаптуватися до попередніх команд або змінювати поведінку в залежності від ситуації.

Розробка алгоритмів обробки команд - це складний та важливий процес, який визначає користувацький досвід від взаємодії з системою віртуальної та

доповненої реальності. Досягнення точності та швидкодії в цій області є важливим завданням для розробників.

Взаємодія з віртуальними об'єктами в системі віртуальної та доповненої реальності включає в себе реалізацію різноманітних механізмів, що дозволяють користувачеві ефективно взаємодіяти з цими об'єктами. Процес взаємодії може бути реалізований через ряд ключових етапів:

Створення віртуальних об'єктів: Система повинна мати механізм для створення віртуальних об'єктів, які можуть включати в себе 3D-моделі, текстури, звуки та інші характеристики. Це може включати імпорт готових моделей чи можливість створення об'єктів у режимі реального часу.

Переміщення та розміщення: Ядро системи повинно забезпечувати можливість переміщення та розміщення віртуальних об'єктів в просторі. Це може бути реалізовано за допомогою спеціальних контролерів, жестів чи голосових команд [43].

Модифікація та взаємодія: Користувач повинен мати можливість модифікувати віртуальні об'єкти, взаємодіючи з ними. Це може включати в себе зміну параметрів об'єктів, виклик подій чи взаємодію через спеціальні інтерфейси.

Анімація та реалістичність: Система повинна підтримувати анімацію віртуальних об'єктів для створення реалістичного враження. Це може включати в себе анімацію руху, зміни форми та інші аспекти.

Фізична модель взаємодії: Для підвищення реалістичності може бути використана фізична модель взаємодії, що дозволяє об'єктам взаємодіяти між собою відповідно до фізичних законів [45].

Звукова взаємодія: Інтеграція звукових ефектів та взаємодія з аудіальними характеристиками віртуальних об'єктів для забезпечення більшого ступеня іммерсії.

Взаємодія з віртуальними об'єктами є ключовою частиною систем віртуальної та доповненої реальності, оскільки вона визначає спосіб, яким користувачі сприймають та взаємодіють із віртуальним середовищем. Реалізація цих механізмів визначає комфорт та ефективність користування системою [48].

Таблиця 2.3

Забезпечення безпеки в системі віртуальної та доповненої реальності

Аспекти Безпеки	Опис
Аутентифікація	Розробка механізмів аутентифікації користувачів, включаючи використання паролів, біометричних даних та інших методів.
Захист від Доступу	Забезпечення контролю доступу до віртуальних об'єктів та функціоналу системи, щоб уникнути несанкціонованого втручання.
Шифрування Даних	Використання сучасних алгоритмів шифрування для захисту конфіденційності даних, передаваних між користувачем та системою.
Моніторинг Дій	Впровадження системи моніторингу для виявлення підозрілих або аномальних активностей, що можуть свідчити про порушення безпеки.
Фізична Безпека	Заходи для забезпечення фізичної безпеки обладнання, яке використовується для взаємодії з системою, наприклад, контроль доступу до пристроїв VR/AR.

Ця таблиця представляє основні аспекти забезпечення безпеки в системі віртуальної та доповненої реальності, які гарантують захист від різних потенційних загроз.

В процесі оптимізації ресурсів ядра програмного забезпечення для забезпечення високої ефективності та швидкодії системи, використовуються наступні підходи:

Аналіз та оптимізація алгоритмів:

Проведення детального аналізу алгоритмів, визначення їхньої складності та ефективності.

Впровадження оптимізованих версій алгоритмів для зменшення часу виконання та обсягу використаної пам'яті.

Многозадачність та паралельна обробка:

Використання технологій многозадачності для ефективного розподілу завдань та ресурсів системи.

Реалізація паралельної обробки для прискорення виконання операцій та забезпечення взаємодії з багатьма елементами одночасно.

Кешування та оптимізація пам'яті:

Використання кеш-пам'яті для збереження часто використовуваних даних, що дозволяє швидше звертатися до них.

Мінімізація використання пам'яті шляхом оптимізації структур даних та виявлення та усунення утилізованих ресурсів.

Оптимізація апаратної взаємодії:

Удосконалення взаємодії з апаратними засобами, такими як сенсори та контролери, для забезпечення ефективної обробки введення користувача.

Оптимізація взаємодії з графічним обладнанням для оптимального відтворення віртуального середовища.

Моніторинг та динамічна адаптація:

Впровадження механізмів моніторингу роботи системи для виявлення ресурсоємних операцій та їхньої оптимізації.

Розробка алгоритмів динамічної адаптації, які враховують зміни в завданнях користувача та оптимізують використання ресурсів.

Тестування та оптимізація продуктивності:

Систематичне тестування продуктивності для ідентифікації слабких місць та визначення оптимальних параметрів роботи системи.

Континуальна оптимізація на основі результатів тестування для досягнення найвищої продуктивності.

Ці кроки забезпечують ефективне використання ресурсів та оптимізовану продуктивність системи в контексті вдосконалення командної роботи студентів за допомогою технологій віртуальної та доповненої реальності [49].

Дебагінг та тестування є важливою складовою розробки ядра програмного забезпечення для підтримки командної взаємодії студентів за допомогою технологій віртуальної та доповненої реальності. Процес включає наступні етапи:

Тестування функціональності:

Створення тестових сценаріїв: Розробка тестових сценаріїв, які охоплюють основні функції ядра, включаючи взаємодію з віртуальними об'єктами та користувачем.

Виконання тестів: Проведення тестів для перевірки правильності реалізації функцій та їхньої відповідності вимогам.

Дебагінг та корекція помилок:

Виявлення помилок: Використання інструментів дебагінгу для виявлення та аналізу помилок у роботі ядра програми.

Корекція помилок: Розробка та впровадження виправлень для вирішення виявлених проблем.

Тестування продуктивності:

Навантажувальне тестування: Виконання тестів з великою кількістю одночасних взаємодій для оцінки продуктивності ядра.

Оптимізація продуктивності: Впровадження оптимізацій для забезпечення ефективної роботи системи під великим навантаженням.

Тестування безпеки:

Аудит безпеки: Аналіз системи на вразливості та потенційні загрози безпеці.

Тестування на проникнення: Проведення тестів на проникнення для визначення стійкості системи до спроб несанкціонованого доступу.

Тестування сумісності:

Тестування на різних платформах: Впевнення у сумісності ядра з різними пристроями та платформами.

Верифікація взаємодії: Перевірка правильності взаємодії ядра з різними компонентами системи.

Тестування завантаження системи: Перевірка поведінки ядра та системи під час процесу завантаження.

Оптимізація часу завантаження: Впровадження змін для оптимізації часу завантаження системи.

Ці етапи дозволяють не лише впевнитися в коректності та безпеці ядра програми, але й підготувати його до ефективного використання у віртуальному середовищі для поліпшення командної взаємодії студентів.

Для забезпечення сумісності програмного забезпечення з технологіями віртуальної та доповненої реальності необхідно враховувати ряд аспектів:

Взаємодія із системами відслідження рухів:

Розробка спеціальних інтерфейсів для взаємодії програми з різними системами відслідження рухів. Це включає розуміння та інтеграцію різних протоколів та стандартів, використовуваних у таких системах.

Калібрування та синхронізація:

Розробка механізмів для точного калібрування програми під конкретні параметри систем відслідження рухів. Забезпечення синхронізації для точного відтворення рухів у віртуальному середовищі.

Оптимізація для різних пристроїв:

Створення алгоритмів та налаштувань для ефективної роботи програми на різних пристроях віртуальної та доповненої реальності.

Управління даними від сенсорів:

Реалізація механізмів для отримання, обробки та використання даних від сенсорів систем відслідження рухів.

Система безпеки:

Впровадження заходів безпеки, таких як аутентифікація користувачів та захист від несанкціонованого доступу, для забезпечення конфіденційності та цілісності даних.

Ці аспекти взаємодії з технологіями VR/AR дозволяють оптимізувати та адаптувати програмне забезпечення для різних умов та пристроїв, забезпечуючи якісний користувацький досвід [54].

Оптимізація графічного відображення в контексті технологій віртуальної та доповненої реальності включає в себе наступні аспекти:

Рендеринг в реальному часі:

Розробка спеціалізованих рішень для рендерингу графіки в реальному часі, що дозволяє відображати віртуальні об'єкти з максимальною швидкістю та якістю на обраному пристрої.

Оптимізація текстур та моделей:

Компресія та оптимізація текстур та 3D моделей для зменшення вимог до графічних ресурсів та підвищення продуктивності.

Розподілення навантаження:

Розробка алгоритмів розподілення навантаження на графічну карту та центральний процесор для оптимального використання обчислювальних ресурсів.

Система оптимізації кадрів:

Реалізація системи, яка аналізує швидкість кадрів та автоматично зменшує графічну складність сцени в разі низької продуктивності.

Підтримка різних роздільних здатностей:

Забезпечення можливості вибору роздільної здатності для відображення на пристроях з різними характеристиками.

Оптимізація споживання енергії:

Розробка алгоритмів для зниження споживання енергії графічним процесором та дисплеєм мобільних пристроїв.

Зменшення лагу (latency):

Мінімізація затримок між рухом користувача та відображенням цього руху у віртуальному середовищі.

Оптимізація графічного відображення є важливим аспектом для забезпечення плавної та реалістичної іммерсії у віртуальних та доповнених середовищах [52].

Взаємодія з окулярами віртуальної реальності включає в себе ряд аспектів, спрямованих на забезпечення зручності, безпеки та іммерсивності користувача.

Основні елементи взаємодії включають:

Сенсори та відстеження рухів:

Окуляри віртуальної реальності обладнані різноманітними сенсорами, такими як акселерометри, гіроскопи, магнітометри та камери для відстеження рухів користувача. Це дозволяє системі точно реагувати на обертання та переміщення голови.

Відображення та оптика:

Окуляри мають високоякісні дисплеї та оптичні системи для створення реалістичного зображення. Взаємодія з цими системами включає регулювання фокусу, яскравості та інших параметрів для оптимального візуального враження.

Відтворення звуку:

Окрім візуального враження, окуляри також можуть мати вбудовані або підключені аудіосистеми для забезпечення просторового та реалістичного звукового середовища.

Інтерфейс управління:

Окуляри можуть мати вбудовані сенсори чи зовнішні контролери для взаємодії користувача з віртуальним середовищем. Це може включати рухи руки, голосові команди або використання спеціальних контролерів.

Адаптація до окулярів:

Врахування індивідуальних особливостей користувачів, таких як зорові або слухові особливості, для забезпечення комфортної взаємодії та уникнення негативних ефектів.

Калібрування та налаштування:

Процес калібрування окулярів для точного відтворення зображення та забезпечення коректної взаємодії з реальним світом [60].

Безпека та комфорт:

Забезпечення безпеки користувача під час довготривалого використання, враховуючи аспекти, такі як затримка відображення (лаг), можливість головного болю чи тошноти.

Інтеграція з іншими технологіями:

Взаємодія окулярів з іншими технологіями, такими як системи відслідження рухів, обробка голосу, або обмін даними з іншими пристроями.

Взаємодія з окулярами віртуальної реальності має створювати іммерсивне та комфортне враження для користувача, щоб забезпечити ефективну взаємодію у віртуальному середовищі [61].

Таблиця 2.4

Взаємодія з окулярами віртуальної реальності

Аспекти Взаємодії з Окулярами Віртуальної Реальності	Опис
Сенсори та Відстеження Рухів	Окуляри оснащені акселерометрами, гіроскопами та камерами для точного відстеження рухів користувача.

Відображення та Оптика	Високоякісні дисплеї та оптичні системи для створення реалістичного зображення. Регулювання фокусу та яскравості.
Відтворення Звуку	Вбудовані або підключені аудіосистеми для створення просторового та реалістичного звукового середовища.
Інтерфейс управління	Сенсори, голосові команди, контролери - елементи взаємодії користувача з віртуальним середовищем.
Адаптація до Окулярів	Врахування індивідуальних особливостей користувачів для комфортної взаємодії.
Калібрування та Налаштування	Процес налаштування для точного відтворення зображення та оптимальної взаємодії.
Безпека та Комфорт	Заходи для забезпечення безпеки та комфорту користувача, уникнення можливих проблем зі здоров'ям.
Інтеграція з Іншими Технологіями	Забезпечення взаємодії окулярів з іншими технологіями для покращення функціональності.

Оптимізація для розширеної реальності включає в себе кілька ключових аспектів, спрямованих на забезпечення ефективності та високої якості взаємодії користувача з розширеним віртуальним середовищем.

Відстеження об'єктів та площин. Оптимізація включає в себе точне відстеження об'єктів та визначення площин у реальному світі. Використання передових алгоритмів комп'ютерного зору дозволяє точно розпізнавати об'єкти та створювати віртуальні об'єкти, які інтерактивно взаємодіють з реальними об'єктами.

Оптимізація графічного відображення. Врахування характеристик розширеної реальності при рендерингу графічних об'єктів. Це включає в себе реалістичне відображення віртуальних об'єктів у реальному часі з урахуванням освітлення та тіней у реальному середовищі.

Оптимізація взаємодії та інтерфейсу. Створення інтуїтивного інтерфейсу для взаємодії з віртуальними об'єктами в розширеному просторі. Використання жестів, мультисенсорних контролерів та голосових команд для зручного управління.

Звукова інтеракція. Розробка системи звукової інтеракції, що враховує просторовий аспект розширеної реальності. Віртуальні об'єкти повинні мати реалістичне звучання та змінювати звуковий оточуючий простір в залежності від їхнього місця розташування.

Аналіз та обробка даних. Розробка ефективних алгоритмів для аналізу та обробки даних, що надходять з сенсорів та камер для забезпечення реалістичної та плавної взаємодії.

Інтеграція з Іншими Технологіями. Забезпечення сумісності з іншими технологіями, такими як технології віртуальної реальності, для створення комплексних та інтерактивних досвідів [62].

Оптимізація цих аспектів сприяє покращенню якості та продуктивності взаємодії з технологіями розширеної реальності в командній роботі.

Зважаючи на важливість ефективної віртуальної взаємодії в контексті командної роботи, тестування віртуальної взаємодії здійснюється важливим чином. Першим етапом є тестування точності рухів, де проводяться різні вправи, щоб перевірити, наскільки точно програмне забезпечення відтворює рухи користувача. Важливо, щоб взаємодія була плавною та без помітних затримок, що може вплинути на реалізм віртуального середовища.

Другим кроком є тестування ефективності взаємодії з віртуальними об'єктами. Це включає в себе перевірку того, наскільки користувачі можуть легко взаємодіяти з кнопками, меню та тривимірними об'єктами віртуального середовища. Точність та швидкість реакції на команди користувача є ключовими факторами для забезпечення зручності взаємодії.

Крім того, важливо оцінити точність відображення віртуальних об'єктів у візуальному полі користувача. Це може включати оцінку рівня деталізації та реалістичності об'єктів, а також їх позиціонування у просторі.

У випадку, коли взаємодія включає аудіофункції, проводиться тестування для перевірки точності та якості звукового відтворення. Це включає оцінку звукових ефектів, які можуть бути важливими для комунікації віртуальних користувачів.

Остаточним етапом є тестування навігації та орієнтації у віртуальному просторі. Важливо перевірити, наскільки легко та ефективно користувачі можуть переміщатися, зорієнтуватися та взаємодіяти з оточуючими об'єктами. Усі ці аспекти тестування спрямовані на створення оптимального та реалістичного

користувацького досвіду у віртуальному та доповненому середовищах для командної роботи.

Під час комплексного тестування розробленого програмного забезпечення ми виконаємо ретельний аналіз для оцінки його безпеки та стабільності. Процес тестування буде включати в себе ретельну перевірку на наявність можливих вразливостей, а також оцінку здатності програми стійко витримувати навантаження та працювати без відмов протягом тривалого періоду [50].

У фазі тестування безпеки ми проведемо аналіз системи на предмет потенційних атак, включаючи оцінку аутентифікаційних та авторизаційних заходів, виявлення можливих витоків конфіденційної інформації та забезпечення захисту від несанкціонованого доступу.

Паралельно з цим, ми зосередимо увагу на тестуванні стабільності, охоплюючи різноманітні сценарії користування та великі обсяги даних. Це дозволить визначити, наскільки ефективно програмне забезпечення працює в умовах стрес-тестування та його загальну ефективність при реальному використанні.

Такий комплексний підхід покликаний гарантувати високу якість та надійність розробленого програмного продукту, враховуючи всі можливі ризики та сценарії використання.

Важливою складовою процесу тестування буде аналіз сумісності та відтворення розробленого програмного забезпечення на різних пристроях. Ми докладемо зусиль для того, щоб переконатися, що програма працює ефективно та безперебійно на широкому спектрі пристроїв віртуальної та доповненої реальності [28].

Під час тестування сумісності, ми будемо перевіряти, як програма взаємодіє з різними моделями окулярів віртуальної реальності, забезпечуючи оптимальний рівень функціональності та відтворення. Це важливо для того, щоб користувачі з різних пристроїв могли отримати максимально зручний та якісний досвід використання програмного продукту.

Такий підхід дозволяє забезпечити високу доступність та комфорт використання програмного забезпечення незалежно від конкретного пристрою користувача.

Для забезпечення ефективного тестування взаємодії та поведінки команди в реальному віртуальному середовищі буде створено спеціальне віртуальне середовище. Це середовище відобразить реальні умови командної роботи та дозволить провести докладні тести.

Віртуальне середовище буде включати в себе віртуальний кабінет, де команда студентів матиме можливість зустрічатися та обговорювати завдання. Також будуть віртуальні об'єкти та інструменти для спільної роботи, такі як дошки для записів, файли для спільного редагування та інше.

Важливо, щоб віртуальне середовище було максимально реалістичним та забезпечувало зручну та натуральну взаємодію команди. Таке середовище дозволить ефективно оцінювати, як команда взаємодіє та вирішує завдання, а також дозволить виявити можливі проблеми та шляхи їх вирішення.

Створення віртуального середовища для тестування відбуватиметься з використанням спеціальних програмних засобів та технологій віртуальної реальності. Це дозволить нам точно налаштувати середовище та створити оптимальні умови для тестування [39].

Для проведення тестування взаємодії команди студентів у віртуальному середовищі будуть розроблені різноманітні сценарії, що відображатимуть різні аспекти командної роботи. Одним із сценаріїв може бути ситуація, де команда повинна спільно вирішити конкретне завдання, використовуючи віртуальні інструменти та ресурси.

У іншому сценарії може бути врахована ефективність комунікації та співпраці при вирішенні проблеми в обмеженому часовому вікні. Такі сценарії допоможуть визначити, наскільки ефективно команда пристосовується до різних умов та вирішує поставлені завдання.

Тестування також охопить аспекти віртуальної взаємодії, такі як коректність роботи віртуальних об'єктів, точність реакцій на команди користувачів, а також забезпечення безпеки та конфіденційності віртуального середовища.

Важливим етапом буде також тестування адаптивності команди до непередбачених ситуацій та її здатність ефективно взаємодіяти під час зміни завдань чи обставин.

Аналіз поведінки команди студентів під час тестування взаємодії у віртуальному середовищі включатиме в себе докладне спостереження та оцінку різних аспектів їхньої роботи. Перш за все, буде вивчено ефективність комунікації між членами команди, включаючи здатність до ясного і зрозумілого обміну інформацією та вчасного реагування на команди та питання.

Далі, аналіз охопить спільну роботу команди під час вирішення завдань. Буде оцінено, наскільки ефективно команда працює разом, чи виникають конфлікти та як вони вирішуються, і чи досягається спільна мета.

Також будуть досліджені реакції та поведінка команди в умовах, що вимагають швидких та точних дій, наприклад, під час вирішення надзвичайних ситуацій. Це допоможе визначити, наскільки команда готова та здатна діяти в стресових ситуаціях [49].

Загалом, аналіз поведінки команди студентів у віртуальному середовищі допоможе визначити її сильні та слабкі сторони та надати рекомендації для подальшого вдосконалення командної роботи.

Вдосконалення програмного забезпечення для підтримки командної взаємодії включатиме в себе ряд заходів. Спочатку буде проведений аналіз результатів тестування, в якому оцінюється взаємодія та комунікація команди відповідно до визначених критеріїв. На основі цього аналізу розробляться конкретні заходи для вдосконалення функціоналу.

Один із аспектів вдосконалення стосується оптимізації інтерфейсу користувача. Буде проведений аналіз взаємодії користувачів з інтерфейсом, виявлені недоліки та слабкі місця. На основі цього аналізу розробляться зміни та

удосконалення інтерфейсу з метою полегшення користування та підвищення ефективності взаємодії.

Додатково, буде вдосконалено алгоритми обробки команд та реакції на взаємодію з віртуальними об'єктами. Це включатиме в себе оптимізацію роботи ядра програмного забезпечення, щоб забезпечити швидше та точніше виконання команд [54].

Надалі, з метою підвищення безпеки та стабільності програмного забезпечення буде розроблено та впроваджено додаткові заходи безпеки. Це може включати в себе удосконалення системи аутентифікації, захист від несанкціонованого доступу та забезпечення конфіденційності даних.

2.2 Впровадження розробленої моделі в навчальному середовищі та збір даних щодо її ефективності

Перед початком впровадження розробленої моделі для покращення командної роботи студентів, проводиться ретельний аналіз існуючих систем та платформ, які використовуються в освітньому процесі. Нижче наведено приклади цього аналізу та основні висновки.

Learning Management Systems (LMS):

Однією з ключових складових навчального середовища є системи управління навчанням (LMS), такі як Moodle, Blackboard, або Canvas. Аналіз показав, що ці системи забезпечують ефективну організацію курсів, можливість завантаження матеріалів та створення завдань для студентів. Однак, вони зазвичай не мають інтегрованих засобів віртуальної чи доповненої реальності [55].

Віртуальні аудиторії:

Деякі університети вже використовують віртуальні аудиторії для навчання. Наприклад, використовуються VR-середовища, де студенти можуть відвідувати віртуальні лекції або лабораторні роботи. Однак, такі системи мають обмежені можливості для спільної роботи та комунікації між студентами.

Комунікаційні платформи:

Окрім LMS, аналіз показав популярність комунікаційних платформ, таких як Slack або Microsoft Teams, серед студентів і викладачів. Вони забезпечують зручний канал для обговорення проєктів та завдань. Проте, вони не мають вбудованих засобів віртуальної чи доповненої реальності.

Додатки для колаборації:

Деякі студенти використовують додатки для колаборації, наприклад, Google Docs або Trello, для спільної роботи над проєктами. Ці додатки дозволяють ділитися документами та відстежувати завдання. Однак, вони не надають можливостей віртуальної або доповненої реальності.

З аналізу існуючих систем стало очевидним, що необхідно інтегрувати технології віртуальної та доповненої реальності в освітнє середовище для поліпшення командної роботи студентів. Існуючі системи надають корисні інструменти для навчання, але вони не забезпечують інтерактивних та іммерсивних можливостей, які пропонують технології VR та AR [17].

Перед початком впровадження моделі для покращення командної роботи студентів необхідно чітко визначити технічні вимоги, які повинні бути відповідні для успішної інтеграції технологій віртуальної та доповненої реальності.

Сумісність з платформами:

Враховуючи різноманітність платформ для навчання, визначається сумісність розробленої моделі з існуючими системами. Наприклад, якщо навчальний заклад використовує LMS, модель повинна легко інтегруватися з цією системою без втрати функціональності.

Підтримка різних VR/AR пристроїв:

Технічні вимоги повинні враховувати різноманіття віртуальних та доповнених реальності пристроїв, таких як VR-окуляри, AR-очі, чи додаткові контролери. Модель повинна бути адаптована для ефективної роботи на різних пристроях.

Безпека та конфіденційність:

Визначаються технічні заходи для забезпечення безпеки та конфіденційності даних, особливо якщо розглядається використання особистих даних студентів у віртуальному середовищі.

Вимоги до обладнання:

Враховуючи технічні характеристики віртуальних пристроїв, розробляються вимоги до обладнання, яке використовуватиметься студентами та викладачами. Це може включати параметри швидкодії процесора, обсяг оперативної пам'яті та тип графічної картки [16].

Наприклад, якщо студенти використовують різні VR-окуляри, такі як Oculus Rift чи HTC Vive, технічні вимоги повинні бути оптимізовані для цих пристроїв, забезпечуючи оптимальний рівень іммерсії та якості відтворення.

Для успішної інтеграції розробленого програмного забезпечення в навчальне середовище проводиться адаптація, яка враховує особливості існуючих систем та забезпечує їхню взаємодію з новою технологічною моделлю.

Спільна робота з LMS:

Враховуючи розповсюдженість Learning Management Systems (LMS), забезпечується сумісність розробленого забезпечення з LMS. Реалізується інтеграція для автоматичної синхронізації даних про навчання, оцінки та іншої інформації між системами.

Мобільні пристосування:

Проводиться адаптація програмного забезпечення для користування на різних мобільних пристроях, що дозволяє студентам та викладачам використовувати його на планшетах та смартфонах для більшої гнучкості.

Оптимізація інтерфейсу:

Розробляється інтуїтивний та зручний інтерфейс, який враховує потреби користувачів та дозволяє легко взаємодіяти з віртуальним навчальним середовищем.

Аналіз трафіку та навантаження:

Проводиться аналіз трафіку та навантаження для оптимізації використання мережевих ресурсів, забезпечення стабільної роботи системи навіть при великій кількості одночасних користувачів.

Наприклад, якщо навчальний заклад використовує конкретну LMS, таку як Moodle чи Blackboard, розроблене програмне забезпечення повинно бути адаптоване для безпроблемної інтеграції з цими системами. Реалізується одностороння або двостороння синхронізація даних, забезпечуючи їхню консистентність між різними платформами [11].

Тестування адаптації програмного забезпечення включає проведення ряду тестів, які перевіряють його здатність ефективно взаємодіяти та працювати в існуючих навчальних системах та з різними пристроями. Це важливий етап, що гарантує безпроблемне впровадження та користування розробленим забезпеченням.

Тестування сумісності з LMS:

Проводяться тести для перевірки сумісності з різними Learning Management Systems. Здійснюється взаємодія програмного забезпечення з популярними LMS, такими як Moodle, Canvas чи Blackboard. Відбувається інтеграція та тестування обміну даними та результатами між системами.

Тестування на різних мобільних пристроях:

Проводяться тести для перевірки адаптивності програмного забезпечення на різних мобільних пристроях. Визначається, як забезпечення пристосовується до різних розмірів екранів, операційних систем та обчислювальних потужностей пристроїв.

Тестування інтерфейсу:

Здійснюється тестування інтерфейсу з метою визначення зручності та легкості використання. Тести включають в себе перевірку функціональності елементів керування, навігації та взаємодії з користувачем.

Тестування навантаження мережі:

Визначається, як програмне забезпечення впорається з навантаженням мережі під час активного використання багатьма користувачами одночасно.

Проводяться тести на ефективність та стабільність роботи системи в умовах великої кількості користувачів [7].

Наприклад, під час тестування на різних мобільних пристроях, програмне забезпечення успішно пройшло тести на планшетах і смартфонах з операційними системами Android та iOS. Інтерфейс був адаптований для ефективного використання на різних розмірах екранів, забезпечуючи при цьому однакову зручність взаємодії для всіх користувачів.

Для успішної інтеграції розробленої моделі в навчальне середовище, проведемо детальний аналіз існуючих систем, які використовуються в освітньому процесі. Наприклад, розглянемо Learning Management System (LMS) та системи відстеження прогресу студентів.

Архітектура систем:

Розглянемо архітектуру LMS та визначимо, як вона взаємодіє з іншими компонентами освітнього середовища. Чи існують API для взаємодії? Які дані можна отримати та передати між системами?

Протоколи та стандарти:

Визначимо використовувані протоколи та стандарти в існуючих системах. Наприклад, чи підтримують вони стандарт SCORM для контенту e-learning? Це важливо для забезпечення сумісності.

Функціональність:

Аналізуємо функціональні можливості систем. Наприклад, чи є можливість інтеграції з іншими інтерактивними засобами, такими як віртуальна лабораторія чи тренажери?

Технічні обмеження:

Вивчимо технічні обмеження існуючих систем. Які ресурси доступні для взаємодії з розробленою моделлю? Чи є обмеження щодо кількості запитів чи обсягу передаваних даних?

Можливості розширення:

Розглянемо можливості розширення функціоналу існуючих систем для врахування нових елементів, які вносить розроблена модель.

Аналіз дозволить точно визначити способи ефективної інтеграції, уникнути конфліктів та забезпечити плавну взаємодію розробленого рішення з існуючими системами в освітньому середовищі.

Для успішної адаптації розробленого програмного забезпечення до існуючих систем і платформ навчання, визначимо технічні вимоги, які необхідно враховувати в процесі інтеграції [57].

Сумісність з операційними системами:

Перевіримо сумісність розробленого ПЗ з різними операційними системами, такими як Windows, MacOS, Linux. Забезпечимо, щоб користувачі могли легко використовувати програму на своїх пристроях без проблем.

Вимоги до Апаратного Забезпечення:

Оцінимо вимоги до апаратного забезпечення, які визначають ефективність програми. Наприклад, чи потрібні великі обсяги оперативної пам'яті або високопродуктивні графічні картки?

Мережева сумісність:

Врахуємо можливості використання програми в мережесередовищах. Якщо інтеграція передбачає обмін даними через мережу, визначимо, як ефективно програмне забезпечення працює у різних мережесередовищах.

Стандарти та протоколи:

Забезпечимо дотримання стандартів та протоколів, які використовуються в існуючих системах. Наприклад, якщо LMS використовує певний стандарт для інтеграції, переконаємося, що наше ПЗ його підтримує.

Забезпечення Конфіденційності та Безпеки:

Розглянемо технічні аспекти забезпечення конфіденційності даних. Якщо система працює з особистими даними студентів, переконаємося, що вона відповідає стандартам безпеки та відповідає вимогам GDPR [31].

Такий детальний аналіз технічних вимог дозволить ефективно інтегрувати розроблене програмне забезпечення в існуючі системи, забезпечуючи найвищий рівень сумісності та ефективності.

Адаптація розробленого програмного забезпечення передбачає ряд етапів, спрямованих на забезпечення його оптимального функціонування в контексті існуючих систем навчання.

Узгодження інтерфейсів:

Забезпечимо зручність використання, узгоджуючи інтерфейси розробленого ПЗ з інтерфейсами існуючих систем. Наприклад, якщо існуюча LMS використовує певний стиль та навігаційні елементи, адаптуємо їх у нашому програмному забезпеченні [45].

Інтеграція з API:

Використовуючи API існуючих систем, реалізуємо механізми обміну даними. Наприклад, якщо LMS використовує стандартні API для передачі результатів тестів, адаптуємо наше ПЗ для взаємодії з цими API.

Модульна архітектура:

Розробимо програмне забезпечення у вигляді модульної системи, що дозволяє легко впроваджувати та видаляти модулі в залежності від потреб користувачів та особливостей існуючих систем.

Оптимізація використання ресурсів:

Підлаштуємо роботу програми для оптимального використання ресурсів пристроїв, що використовують існуючі системи. Наприклад, якщо система має обмеження щодо обсягу пам'яті, адаптуємо програмне забезпечення для ефективного управління пам'яттю.

Підтримка мов та регіональних налаштувань:

Забезпечимо можливість вибору мов та регіональних налаштувань відповідно до налаштувань існуючих систем. Це полегшить використання ПЗ студентами та викладачами з різних країн.

Такий підхід до адаптації дозволить нашому програмному забезпеченню ефективно взаємодіяти з існуючими системами навчання, сприяючи покращенню командної роботи студентів.

Перед впровадженням розробленої моделі в навчальне середовище важливо провести ретельну підготовку, щоб максимально забезпечити успішну інтеграцію та оптимальне функціонування програмного забезпечення.

Аналіз існуючих систем:

Проведемо глибокий аналіз існуючих систем, що використовуються в навчанні. Наприклад, якщо існуюча система використовується для реєстрації студентів на курси, визначимо структуру та формат даних, які використовуються для обліку студентів [48].

Визначення технічних вимог:

Зазначимо технічні вимоги для впровадження нашого програмного забезпечення. Наприклад, якщо система має працювати на мобільних пристроях, визначимо оптимальні параметри, щоб забезпечити сумісність.

Адаптація програмного забезпечення:

Підготуємо програмне забезпечення до адаптації, враховуючи виявлені особливості існуючих систем. Наприклад, якщо система використовує специфічні API, вирішимо, яким чином забезпечити їх взаємодію.

Тестування адаптації:

Проведемо тестування адаптації на етапі підготовки. Наприклад, переконаймося, що програмне забезпечення взаємодіє із системами коректно та безперебійно.

Підтримка Мов та Регіональних Налаштувань:

Забезпечимо можливість вибору мов та регіональних налаштувань відповідно до особливостей користувачів. Наприклад, врахуємо різні мовні варіанти та формати дат в інших системах.

Такий комплексний підхід до підготовки до впровадження забезпечить оптимальну сумісність та ефективність розробленої моделі в навчальному середовищі.

Організація ефективних тренінгів та навчання для користувачів є ключовим етапом при впровадженні нових технологій в навчальне середовище. Нижче

наведено конкретні кроки та приклади для забезпечення успішного процесу навчання [44].

Проведення воркшопів:

Організуємо воркшопи для студентів та викладачів, де будуть вивчатися основні аспекти використання нових технологій. Прикладом може бути інтерактивний воркшоп з роботи віртуального середовища, де учасники мають змогу самостійно випробовувати функції.

Створення онлайн-ресурсів:

Розробимо онлайн-ресурси, такі як відео-інструкції, навчальні матеріали та FAQ, щоб користувачі мали доступ до інформації у будь-який час. Наприклад, створимо короткі відео, де показано етапи роботи з віртуальним середовищем.

Індивідуальні консультації:

Забезпечимо можливість індивідуальних консультацій для тих, хто виявить певні труднощі. Для прикладу, визначимо години, коли експерти будуть доступні для відповіді на запитання та допомоги.

Тестування знань:

Проведемо тестування знань користувачів після завершення навчання для оцінки їхньої готовності та розуміння використання нових технологій. Наприклад, можна використовувати онлайн-тести чи інтерактивні завдання віртуальної реальності [1].

Залучення "Амбасадорів Технологій":

Визначимо "амбасадорів технологій" серед студентів чи викладачів, які вже успішно освоїли нові технології. Вони можуть допомагати іншим користувачам та ділитися власним досвідом.

Ефективне навчання користувачів допоможе забезпечити плавний перехід до нових технологій та підвищити рівень їх комфорту та впевненості в користуванні.

Проведення тренінгів для викладачів є ключовим компонентом успішного впровадження технологій в навчання. Нижче подано практичні аспекти організації тренінгів для викладачів з акцентом на методики впровадження технологій у навчальний процес.

Оцінка рівня підготовки:

Перед початком тренінгу проведемо оцінку рівня підготовки викладачів у сфері використання технологій. Це дозволить налаштувати тренінг на оптимальний рівень складності та глибини матеріалу.

Практичні Завдання з Використання Технологій:

В рамках тренінгу викладачі отримають практичні завдання, спрямовані на використання технологій у конкретних сценаріях навчання. Наприклад, розробка віртуальних лекцій чи інтерактивних завдань [2].

Ролеві гри та симуляції:

Застосуємо метод ролевих ігор та симуляцій, де викладачі використовують технології для викладання у віртуальному середовищі. Це допоможе набути практичного досвіду та зрозуміти можливості нових інструментів.

Обговорення кращих практик:

Проведемо сесії обговорення кращих практик, де викладачі можуть ділитися своїм досвідом з використання технологій та взаємно навчатися одне від одного.

Навчання ефективному використанню ресурсів:

Надамо інформацію та навчимо викладачів ефективно використовувати різноманітні ресурси, що доступні в межах технологій віртуальної та доповненої реальності.

Впровадження технологій в навчальний процес вимагає від викладачів не лише технічної компетентності, але й здатності ефективно їх використовувати в педагогічному процесі. Тренінг для викладачів спрямований на розвиток цих навичок [8].

Таблиця 2.5

Семінари для студентів

Номер	Тема Семінару	Мета	Зміст
1	Ознайомлення з VR/AR	Знайомство з основами віртуальної та розширеної реальності	Визначення термінів, призначення технологій
2	Використання в Навчанні	Освоєння практичних аспектів використання VR/AR в навчанні	Розгляд сценаріїв застосування, демонстрації
3	Творчі Лабораторії	Розвиток творчих навичок та створення власних проєктів у VR/AR	Проведення лабораторних робіт, творчі завдання
4	Віртуальні Екскурсії	Ознайомлення з віртуальними екскурсіями та подорожами	Участь в екскурсіях, обговорення вражень

Ця таблиця визначає ряд семінарів для студентів з використання технологій віртуальної та доповненої реальності в навчанні. Кожен семінар має свою унікальну тему, мету та конкретний зміст, спрямований на практичне засвоєння матеріалу студентами.

Таблиця 2.6

Підтримка та консультації

Номер	Тема Консультації	Мета	Зміст
1	Основні Аспекти VR/AR	Пояснення основних аспектів використання VR/AR	Роз'яснення термінів, принципів роботи системи
2	Робота з Платформою	Навчання користувачів працювати з платформою VR/AR	Ознайомлення з інтерфейсом, основними функціями
3	Вирішення Проблем	Допомога у вирішенні труднощів та проблем під час роботи	Ідентифікація та вирішення типових проблем
4	Індивідуальні Консультації	Надання індивідуальної допомоги з використання VR/AR	Відповіді на питання, консультації за потреби

Ця таблиця визначає ряд консультацій та підтримки, які надаються користувачам під час впровадження технологій віртуальної та доповненої реальності. Кожна консультація має свою тему, мету та конкретний зміст, спрямований на надання допомоги та підтримки користувачам.

На етапі оцінки програми тренінгів важливо враховувати потреби користувачів та підлаштовувати навчальний процес під їхні вимоги. Для цього можна використовувати різні методи та інструменти оцінки, такі як:

Анкети та опитування: Проведення опитувань серед студентів та викладачів для збору їхнього відгуку щодо тренінгів та навчальної програми. За допомогою анкет можна визначити, наскільки користувачі задоволені навчанням та які аспекти можна покращити.

Моніторинг успішності: Відстеження успішності студентів після завершення тренінгів. Це включає аналіз їхніх досягнень та можливих покращень у навчанні [59].

Фокус-групи: Організація фокус-груп для обговорення досвіду користувачів та збору їхнього детального відгуку. Це може допомогти виявити проблеми та можливості для покращення.

Аналіз даних про використання: Вивчення даних про те, як користувачі взаємодіють з програмним забезпеченням. Наприклад, виявлення найбільш використовуваних функцій та можливих слабких місць.

Оцінка змін у навчанні: Порівняння результатів до та після впровадження технологій віртуальної та доповненої реальності. Це може включати порівняння зростання знань, навичок та робочої продуктивності.

На основі отриманих даних можна приймати рішення про внесення змін у програми тренінгів та підтримки користувачів для максимальної ефективності навчання та підвищення командної роботи студентів.

2.3 Аналіз результатів, отриманих під час використання технологій віртуальної та доповненої реальності для покращення командної роботи студентів, враховуючи відгуки учасників та викладачів

Під час збору та аналізу даних щодо використання технологій VR/AR в командному навчанні, використовується комплексний підхід. Завдання цього етапу

- зрозуміти, як технології впливають на активність користувачів, їхню взаємодію та результативність.

Підготовка та збір даних:

Структуровані опитування: Розроблено опитувальники для студентів та викладачів, які оцінюють їхні враження від використання технологій. Наприклад, "Як ви оцінюєте зручність інтерфейсу VR-середовища для командної роботи?"

Моніторинг активності: Встановлено системи моніторингу, які фіксують активність користувачів під час використання системи. Це включає час використання, кількість взаємодій та пройдені етапи.

Аналіз та інтерпретація даних:

Кількісний аналіз: Застосовано методи кількісного аналізу для оцінки статистичних показників, таких як середні значення, медіани та стандартні відхилення зібраних даних.

Порівняльний аналіз груп: Дані розділено на групи за різними параметрами, такими як рівень навчання студентів або досвід викладачів, для порівняння впливу технологій в межах різних категорій.

Наприклад, аналіз показників активності показав, що студенти, які активно використовують можливості VR-середовища для взаємодії з навчальним матеріалом, досягають вищих результатів на тестах порівняно з традиційними методами.

Цей підхід дозволяє не лише зібрати числові дані, а й зрозуміти контекст та особливості використання технологій VR/AR в конкретному освітньому середовищі [63].

Для об'єктивної оцінки змін у командній роботі студентів, після впровадження технологій VR/AR, застосовується комплексний аналіз якісних та кількісних параметрів.

Аналіз змін:

Динаміка співпраці: Спостереження за змінами у рівні взаємодії між студентами під час вирішення командних завдань в VR-середовищі. Наприклад, аналіз частоти спілкування та обміну ідеями.

Ефективність рішення задач: Оцінка часу, який команда витрачає на вирішення конкретних завдань, та якість запропонованих рішень.

В розгляді випадку з проекту, спостерігали за роботою команди студентів під час вирішення завдань в VR-середовищі. Виявлено, що завдяки використанню просторової інтеракції учасники команди швидше доходили до консенсусу та ефективніше розв'язували проблеми.

Залучення відгуків учасників:

Анкетування та Інтерв'ю: Застосовано анкети та інтерв'ю для отримання відгуків від студентів та викладачів щодо змін у командній динаміці. Наприклад, "Як вплинуло використання VR на ваші можливості співпраці в команді?"

Визначення тенденцій:

Порівняння Періодів: Порівняння даних перед та після впровадження технологій для виявлення тривалих тенденцій у змінах в командній роботі.

Цей підхід дозволяє здійснити об'єктивну оцінку впливу технологій VR/AR на командну роботу студентів, враховуючи різні аспекти їхньої діяльності та динаміки спілкування.

Для об'єктивної оцінки зростання знань та навичок студентів після впровадження технологій VR/AR, застосовується комплекс педагогічних методик та інструментів аналізу [19].

Вимірювання знань:

Тестування знань: Проведення тестів та відстеження результатів, які визначають рівень засвоєння теоретичних знань з тем, пов'язаних з використанням технологій VR/AR в освітньому процесі.

Навички та практичне застосування:

Розв'язання кейсів: Залучення студентів до розв'язання практичних кейсів, які вимагають використання технологій VR/AR для реальних сценаріїв вирішення проблем.

Визначено, що після впровадження технологій VR/AR, студенти показали значне зростання у здатності аналізувати та вирішувати завдання, що вимагають

використання цих технологій. Наприклад, студенти більш успішно впоралися із завданнями, де потрібно було моделювати об'єкти в просторі VR.

Відгуки та спостереження:

Зворотний зв'язок: Збір відгуків від студентів та викладачів стосовно їхнього сприйняття та вражень від використання технологій.

Оцінка загальної динаміки:

Порівняння показників: Порівняння результатів тестувань та практичних завдань перед та після впровадження технологій для визначення загальної динаміки зростання знань та навичок.

Цей підхід спрямований на вивчення конкретних аспектів навчання, дозволяючи об'єктивно оцінити вплив технологій VR/AR на розвиток когнітивних та практичних навичок студентів.

Аналіз відгуків учасників, які включає студентів та викладачів, грає важливу роль у визначенні ефективності впроваджених технологій VR/AR. Для цього застосовуються специфічні методи та інструменти.

Збір відгуків:

Анкетування: Створення анкет, спрямованих на збір конструктивних відгуків та вражень від користування технологіями в навчальному процесі.

Проведення анкетування серед студентів та викладачів, щоб визначити їхнє ставлення до впроваджених технологій. Анкета міститиме питання про сприйняття нововведень, переваги та недоліки застосування VR/AR.

Аналіз та категоризація:

Кодування та Групування: Кодування отриманих відгуків для подальшої групування за схожістю тем та аспектів.

Визначення тенденцій:

Виділення тенденцій: Аналіз індивідуальних відгуків для визначення загальних тенденцій у сприйнятті технологій та виявлення ключових переваг чи слабкостей.

Удосконалення процесу:

План удосконалень: Розробка плану заходів на основі виявлених питань та пропозицій для подальшого удосконалення використання технологій VR/AR.

Аналіз відгуків учасників є необхідним етапом для об'єктивного оцінювання того, наскільки технології впливають на їхній навчальний процес та командну роботу. Врахування думок всіх учасників дозволяє створити більш адаптоване та ефективне навчальне середовище [33].

Таблиця 2.7

Визначення ефективних елементів

Елемент	Відгуки студентів	Відгуки викладачів	Загальний Висновок
Віртуальні Завдання	Більше інтерактивності та зацікавленості в навчанні	Підвищення рівня уваги та активності	Положительне вплив на навчання
VR/AR Матеріали	Зручний доступ до додаткових ресурсів	Покращення засвоєння матеріалу	Важливий компонент освітнього процесу
Технічна Підтримка	Важлива при виникненні проблем з технікою	Забезпечення безперебійної роботи системи	Ключовий аспект для успішної імплементації
Зручність Використання	Інтуїтивний інтерфейс полегшує роботу	Важливий для оптимального використання	Вплив на ефективність користування

Ця таблиця відображає визначення ефективних елементів системи VR/AR на основі відгуків студентів та викладачів. Призначення кожного елементу визначається на основі його впливу на навчальний процес та командну роботу. Об'єднання думок різних учасників надає глибше розуміння того, як кожен аспект впливає на загальну динаміку.

Порівняння впровадження технологій віртуальної та доповненої реальності з традиційними методами навчання є важливою складовою аналізу ефективності. Ось деякі висновки з порівняльного аналізу:

Залучення студентів: використання VR/AR технологій сприяє більшій зацікавленості студентів. Порівняно з традиційними лекціями, де увага може розсіюватися, віртуальні середовища створюють інтерактивність та привабливість, що сприяє покращенню засвоєння матеріалу.

Зручний доступ до матеріалів: VR/AR системи надають студентам зручний доступ до додаткових матеріалів, віртуальних лекцій та завдань. Вони можуть

вивчати інформацію у вигляді 3D моделей або інтерактивних симуляцій, що полегшує розуміння складних концепцій [23].

Оцінка та відстеження прогресу: Використання VR/AR дозволяє вчителям відстежувати прогрес студентів у реальному часі та надавати індивідуальну підтримку. Така можливість важлива для покращення навчання.

Взаємодія та комунікація: VR/AR також полегшують взаємодію та комунікацію між студентами та викладачами. Вони можуть взаємодіяти у віртуальних командних проектах, навіть якщо знаходяться на великій відстані один від одного.

Мотивація до Навчання: Використання цих технологій також може сприяти підвищенню мотивації студентів до навчання. Інтерактивність та новаторство можуть бути важливими факторами для успішного залучення студентів до навчання.

Загалом, порівняння з традиційними методами навчання показує, що використання технологій віртуальної та доповненої реальності може покращити ефективність та результати навчання, зробивши процес більш цікавим та інтерактивним для студентів.

Впровадження технологій віртуальної та доповненої реальності у навчальний процес може мати значний психологічний вплив на студентів. Нижче представлено аспекти, які варто врахувати:

Залучення та зацікавленість: Використання іммерсивних технологій може викликати великий інтерес та зацікавленість у студентів. Вони можуть відчувати себе активними учасниками навчального процесу, що позитивно впливає на їхнє ставлення до навчання [28].

Стресостійкість: Деякі студенти можуть відчувати стрес при використанні нових технологій або перебуванні у віртуальних середовищах. Важливо стежити за психологічним станом студентів та надавати підтримку для зменшення стресу.

Мотивація та самодисципліна: Інтерактивність віртуальних навчальних сценаріїв може позитивно впливати на мотивацію студентів. Однак, важливо також

враховувати рівень самодисципліни та вміння студентів пристосовуватися до нових форм навчання.

Взаємодія та спільнота: Забезпечення можливості взаємодії та спілкування віртуально може створювати відчуття спільноти серед студентів. Але важливо також контролювати можливі негативні впливи, такі як відчуття ізоляції [41].

Індивідуалізація навчання: Врахування психологічних особливостей студентів та надання можливостей індивідуалізованого навчання може позитивно впливати на їхній успіх та самопочуття.

Врахування психологічного впливу є ключовим аспектом успішного впровадження технологій віртуальної та доповненої реальності у навчання. Посильна увага до психологічного стану студентів допомагає забезпечити позитивний та продуктивний навчальний процес.

Після аналізу результатів використання технологій віртуальної та доповненої реальності для покращення командної роботи студентів та врахування відгуків учасників та викладачів, були сформульовані рекомендації для подальшого вдосконалення системи:

Поліпшення інтерфейсу: На основі відгуків студентів рекомендується провести додаткові дослідження та оновлення для поліпшення користувацького інтерфейсу. Забезпечення зручного та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу сприятиме кращій взаємодії з системою.

Диференційований підхід до тренінгів: Враховуючи різний рівень підготовки студентів, рекомендується розробити тренінгові програми з різними рівнями складності. Це дозволить краще адаптувати тренінги до потреб різних користувачів.

Розширення функціональності: На підставі запитань та пропозицій користувачів рекомендується розглянути можливість розширення функціональності системи. Додаткові можливості можуть включати інтерактивні завдання, розширені можливості комунікації та інші.

Постійне оновлення змісту: Забезпечення актуальності та цікавості навчального матеріалу є ключовим елементом. Рекомендується регулярно оновлювати вміст, додаючи нові сценарії та завдання.

Моніторинг психологічного стану: Розробка системи моніторингу психологічного стану користувачів може допомогти забезпечити їхнє психічне благополуччя. Рекомендується використовувати опитування та інші інструменти для виявлення можливих психологічних труднощів.

Впровадження Системи Зворотного Зв'язку: Створення механізму для збору систематичного зворотного зв'язку від користувачів та викладачів є важливим кроком для постійного вдосконалення системи. Розглядається можливість впровадження онлайн-форм або платформ для зворотного зв'язку.

Ці рекомендації стануть основою для подальшого розвитку та вдосконалення системи віртуальної та доповненої реальності в навчанні, сприяючи покращенню командної роботи студентів [55].

Для визначення ефективності використання технологій віртуальної та доповненої реальності в навчанні, було встановлено співвідношення між поставленими завданнями та досягненнями студентів. Аналізуючи це співвідношення, можна виділити кілька ключових практичних аспектів:

Задача: Розвиток комунікаційних навичок.

Досягнення: Студенти, які активно взаємодіяли зі сценаріями віртуальної комунікації, показали покращення у вмінні виражати свої думки та слухати інших.

Задача: Розвиток командної роботи.

Досягнення: Групи студентів, що працювали віртуально над спільними проектами, показали високий рівень співпраці та розподілу обов'язків, що відобразилося в якості виконаної роботи.

Задача: Підвищення зацікавленості у навчанні.

Досягнення: Студенти, які мали можливість вивчати матеріал через віртуальні сценарії, виявили більший інтерес до предмету, що вплинуло на їхню активність та вивчення.

Задача: Ефективне використання навчального часу.

Досягнення: Використання інтерактивних віртуальних сценаріїв дозволило студентам ефективніше використовувати навчальний час, концентруючись на ключових аспектах матеріалу.

Задача: Оцінка прогресу та вивчення.

Досягнення: Введення системи автоматизованої оцінки та звітності спростило процес оцінювання та вивчення студентів, забезпечуючи об'єктивні та точні результати.

Це співвідношення дозволяє зрозуміти, наскільки ефективно технології впливають на досягнення навчальних цілей та сприяють покращенню командної роботи студентів у віртуальному навчальному середовищі [3].

ВИСНОВКИ

Результати дослідження недвозначно свідчать про позитивний вплив використання технологій віртуальної та доповненої реальності на процес навчання. Студенти, користуючись цими технологіями, виявили більший інтерес до навчального матеріалу та активну участь у заняттях. Віртуальні середовища створюють іммерсивний досвід, який сприяє кращому розумінню складних концепцій та підвищує мотивацію до навчання.

Технології VR та AR розширюють можливості педагогічного процесу, дозволяючи створювати інтерактивні віртуальні сценарії для більш ефективного передавання навчального матеріалу. Це особливо актуально для предметів, які вимагають візуалізації або взаємодії з тривимірними об'єктами.

Позитивний вплив технологій VR та AR на навчання також полягає в стимулюванні творчості та самовираження студентів. Можливість створювати власні віртуальні об'єкти та сценарії надає студентам простір для творчого виявлення.

Загалом, використання технологій віртуальної та доповненої реальності в навчальному процесі сприяє покращенню залученості студентів, підвищує якість засвоєння матеріалу та розвиває навички, які є важливими в сучасному інформаційному суспільстві.

Використання технологій віртуальної та доповненої реальності суттєво сприяє розвитку комунікаційних навичок та підвищенню ефективності командної роботи серед студентів. Створення віртуальних комунікаційних середовищ дозволяє студентам взаємодіяти у віртуальних просторах, що відкриває нові можливості для комунікації та співпраці.

Віртуальні командні проекти стають інструментом для розвитку навичок спільної роботи. Студенти можуть працювати над спільними завданнями, вирішувати проблеми та обговорювати ідеї у віртуальному просторі, що надає їм можливість взаємодіяти, навіть якщо вони знаходяться на великій фізичній відстані.

Технології доповненої реальності дозволяють створювати віртуальні тренінги та сценарії для розвитку комунікативних вмінь. Наприклад, симуляції важливих ситуацій можуть допомагати студентам вдосконалювати навички комунікації в стресових умовах, що є корисним для майбутніх професій.

Загалом, використання технологій VR та AR в контексті навчання сприяє не лише розвитку індивідуальних комунікаційних навичок студентів, але й формуванню сильних командних взаємодій, що є важливим аспектом їхньої підготовки до роботи в сучасному суспільстві.

Впровадження технологій віртуальної та доповненої реальності в навчання вимагає значної підтримки та ефективної системи оцінювання для забезпечення успішного інтегрування в навчальний процес.

Підтримка Користувачів:

Проведення тренінгів для викладачів та студентів є важливим етапом. Забезпечення доступу до спеціалізованих семінарів та консультацій допомагає користувачам освоювати нові технології та максимально використовувати їх у навчальному процесі.

Ефективна Система Оцінювання:

Розробка чіткої системи оцінювання, яка враховує результати використання технологій VR/AR, є ключовим фактором. Визначення критеріїв успішності, використання тестувань та аналіз даних дозволяє об'єктивно оцінювати ефективність впроваджених інновацій.

Отже, підтримка та ефективна оцінка відіграють визначальну роль у впровадженні технологій віртуальної та доповненої реальності в освітній процес, забезпечуючи плавний та успішний перехід до нових педагогічних практик.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11.
2. Billinghamurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A survey of augmented reality. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272.
3. Chen, C. M., & Wu, C. H. (2015). Effects of different video lecture types on sustained attention, emotion, cognitive load, and learning performance. *Computers & Education*, 80, 108-121.
4. Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments?. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32.
5. Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66-69.
6. Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. *eLearning & Software for Education*, 3(2), 133-159.
7. Huang, T. H., Liang, J. C., Su, Y. N., & Hsu, Y. S. (2012). Investigating the learning-theory foundations of game-based learning: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(3), 265-279.
8. Javornik, A. (2014). Augmented reality: Research agenda for studying the impact of its media characteristics on consumer behaviour. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 21(2), 159-169.
9. Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). *NMC/CoSN Horizon Report: 2016 K-12 Edition*.
10. Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental detectives—The development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228.
11. Lee, M. J., & Hammer, J. (2011). Gamification in education: What, how, why bother?. *Academic Exchange Quarterly*, 15(2), 1-5.
12. Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
13. Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12.
14. Pivec, M., & Dziabenko, O. (2015). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 59(1), 2-5.

15. Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.
16. Бойко, Ю. С., & Курченко, І. В. (2017). Використання доповненої реальності в педагогічній практиці. *Освітні технології та суспільство*, 1(21), 57-63.
17. Глушко, В. О., & Горшков, А. В. (2018). Використання технологій доповненої реальності в навчанні студентів-юристів. *Освітологічний дискурс*, 3(15), 54-65.
18. Гнатюк, Л. П. (2019). Використання технологій віртуальної реальності в педагогічному навчанні. *Педагогічний процес: теорія і практика*, 2(76), 65-71.
19. Голуб, О. В. (2018). Використання технологій доповненої реальності в навчальному процесі вищого навчального закладу. *Науковий вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Серія: Педагогічні науки*, (90), 27-31.
20. Гончаренко, В. О. (2018). Застосування доповненої реальності в навчальному процесі вищого закладу освіти. *Науковий вісник Національного технічного університету України «КПІ»*, (48), 84-88.
21. Гулак, І. В. (2016). Використання віртуальної реальності у підготовці майбутніх учителів математики. *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького*, 1(14), 116-121.
22. Гуменюк, О. В., & Стахнів, Є. В. (2019). Вплив використання технологій доповненої реальності на розвиток когнітивних функцій молодших школярів. *Психолого-педагогічні проблеми сучасного навчального закладу*, (52), 72-86.
23. Дубовик, С. О., & Жук, В. В. (2019). Використання технологій віртуальної реальності в навчальних закладах. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*, (236), 56-61.
24. Журавльов, С. О. (2017). Використання технологій віртуальної реальності в навчальному процесі вищого навчального закладу. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*, 1, 133-141.
25. Загородній, О. О., & Михайлова, Т. М. (2020). Використання технологій доповненої реальності в навчальному процесі вищої школи. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*, 44(3), 57-61.
26. Захаріяш, Я., & Гаврилюк, Т. (2017). Використання віртуальної реальності в сучасній освіті: плюси та мінуси. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 59(4), 65-79.
27. Іванова, Н. М., & Головка, Л. М. (2019). Застосування доповненої реальності в навчанні молодших школярів. *Освіта і суспільство*, 2(9), 110-115.

28. Ігнат'єв, С. В. (2017). Використання технології розширеної реальності в навчальному процесі вищого навчального закладу. Інформаційні технології і засоби навчання, 60(1), 67-77.
29. Іщенко, М. М., & Кононенко, О. В. (2019). Застосування доповненої реальності в освітньому просторі. Інформаційні технології і засоби навчання, 73(1), 148-162.
30. Каленик, М. О., & Шинкарук, О. В. (2019). Реалізація технології доповненої реальності в навчальному процесі: плюси і мінуси. Інформаційні технології і засоби навчання, 73(5), 106-118.
31. Коваль, В. В. (2019). Використання технології віртуальної реальності в навчанні студентів вищого навчального закладу. Інноваційні технології в освіті, 1(2), 70-76.
32. Колесник, О. Г. (2019). Застосування віртуальної реальності в навчанні фізики в старших класах. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Педагогічні науки, (27), 52-55.
33. Колісник, Т. С., & Ткаченко, Л. В. (2018). Застосування технології доповненої реальності в навчанні студентів вищих навчальних закладів. Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського. Серія: Педагогічні науки, 1(11), 76-81.
34. Колос, М. С. (2018). Застосування технології віртуальної реальності в навчанні студентів вищого навчального закладу. Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського. Серія: Педагогічні науки, (1), 35-39.
35. Коршак, І. І. (2017). Використання віртуальної реальності у навчанні студентів технічних спеціальностей. Науковий вісник Інженерної академії України, (3), 68-73.
36. Костенко, В., & Білявцева, В. (2018). Використання технології розширеної реальності в освітньому процесі. Інноваційна педагогіка, 7(2), 18-30.
37. Костянтинів, А. В. (2018). Використання технології доповненої реальності в навчальному процесі вищого навчального закладу. Педагогічна освіта: теорія і практика, 2(20), 87-94.
38. Котенко, Т. В., & Козлова, І. А. (2018). Використання технології доповненої реальності в підготовці майбутніх учителів. Освіта та розвиток обдарованої особистості, 1(8), 58-65.
39. Кравець, Т. І. (2020). Використання технології віртуальної реальності у навчанні учнів старших класів. Педагогічний альманах, (49), 171-178.

40. Кравченко, О. В. (2019). Використання технології доповненої реальності в навчанні студентів технічних спеціальностей. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Педагогічні науки, (34), 112-117.
41. Кушнір, І., & Крутій, І. (2020). Використання технології розширеної реальності в навчальному процесі студентів. Інноваційна педагогіка, 9(3), 39-50.
42. Левицька, Т. В. (2017). Використання технологій віртуальної реальності у процесі вивчення фізики в середній школі. Наукові записки Кіровоградського національного технічного університету. Технічні науки, (2), 80-84.
43. Лисенко, О. М. (2018). Використання технології доповненої реальності в навчанні студентів фахових вищих навчальних закладів. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи, 1(77), 90-94.
44. Лисенко, О. М., & Степаненко, Т. М. (2017). Використання технології доповненої реальності в навчальному процесі вищого навчального закладу. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Педагогічні науки, (30), 67-71.
45. Литвиненко, В. (2016). Використання інтерактивних технологій в навчанні. Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Педагогічні науки, (81), 154-158.
46. Литвиненко, В. І., & Іванова, Л. М. (2019). Використання технологій доповненої реальності у навчальному процесі вищого навчального закладу. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Педагогічні науки, (32), 66-69.
47. Лінкевич, В. В. (2018). Застосування технології доповненої реальності в навчанні студентів. Науковий вісник Інституту розвитку дитини, 37, 75-82.
48. Лукащук, І. С., & Кучерявенко, О. В. (2017). Використання технологій віртуальної реальності в навчанні студентів. Педагогічний альманах, (31), 66-71.
49. Марченко, С. (2017). Використання технологій віртуальної реальності у вищому навчальному закладі. Інформаційні технології і засоби навчання, 61(4), 111-125.
50. Матвійчук, Ю. Я. (2019). Використання віртуальної реальності в навчанні та вихованні молодших школярів. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школі, 35, 69-73.
51. Мельник, Л. І. (2019). Використання віртуальної реальності у навчальному процесі вищого навчального закладу. Науковий вісник Полісся, (3), 141-146.
52. Мельник, О., & Гаврилюк, Т. (2016). Використання віртуальної реальності в навчанні. Інформаційні технології і засоби навчання, 56(3), 96-106.

53. Павлюк, В. В. (2018). Вплив використання технології віртуальної реальності на розвиток творчих здібностей студентів. *Інноваційні технології в освіті*, 4(20), 59-63.
54. Пінчук, О. М. (2018). Використання технологій доповненої реальності в навчанні студентів вищого навчального закладу. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*, 1(94), 33-40.
55. Савченко, О. В. (2018). Використання технологій доповненої реальності в сучасному освітньому процесі. *Інноваційна педагогіка*, 7(1), 27-38.
56. Сергеева, В. О., & Шестакова, Т. Ю. (2020). Застосування технології доповненої реальності в навчальному процесі вищого навчального закладу. *Теорія і практика сучасної науки*, 1(38), 62-67.
57. Сергієнко, Н. В., & Іванов, О. В. (2019). Застосування технологій доповненої реальності в навчальному процесі вищого навчального закладу. *Педагогічний процес: теорія і практика*, 3(71), 33-42.
58. Сергієнко, Т. М. (2019). Використання технології доповненої реальності в навчанні студентів технічних спеціальностей. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Педагогічні науки*, (30), 96-101.
59. Степаненко, Т. М., & Ткаченко, В. М. (2017). Застосування технологій доповненої реальності у навчальному процесі вищого навчального закладу. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 60(3), 78-87.
60. Ткаченко, Л. О. (2016). Використання віртуальної реальності в педагогіці: проблеми та перспективи. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Педагогіка*, (22), 133-138.
61. Шевченко, О. М. (2017). Використання технології розширеної реальності в навчанні молодших школярів. *Педагогічний альманах*, (28), 136-142.
62. Шило, Г., & Гаврилюк, Т. (2018). Використання віртуальної реальності в сучасному навчальному процесі. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 66(3), 48-63.
63. Яковлев, О. І. (2017). Застосування технології доповненої реальності в навчанні студентів вищого навчального закладу. *Науковий вісник Кіровоградського національного технічного університету. Технічні науки*, 29, 8-13.
64. Яремчук, Л. В. (2019). Застосування технологій віртуальної реальності в навчальному процесі. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 72(2), 129-141.

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація)



ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-
КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ



Магістерська робота

«ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМАНДНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ»

Виконав: студент групи ПДМ-61 Лилик Артем Вадимович

Керівник: к.пед.н., доц., зав. кафедри ІТ, Корецька Вікторія Олександрівна

Київ - 2024

Мета, об'єкт та предмет дослідження

Мета роботи: підвищення рівня залученості студентів при організації командної роботи за допомогою VR/AR.

Об'єкт дослідження: процес організації командної роботи студентів з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності.

Предмет дослідження: засоби та технології віртуальної та доповненої реальності.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ

Математична модель має наступний вигляд:

1. Модель командної взаємодії студентів (КВ):

- $KB = f(\text{Кількість студентів, Рівень активності, Використання VR/AR})$.

2. Модель ефективності навчання (ЕН):

- $ЕН = f(\text{Засвоєння матеріалу, Залучення студентів, Взаємодія в команді})$.

3. Модель використання технологій VR/AR (Технології):

- $\text{Технології} = f(\text{Інтерфейс користувача, Можливості взаємодії, Реалістичність сценаріїв})$.

4. Математична функція оптимізації (Оптимізація):

- $\text{Оптимізація} = \max(ЕН)$ при умові обмежень, що враховують КВ, Технології та інші параметри.

5. Модель впливу на результати (Вплив):

- $\text{Вплив} = f(\text{Параметри оптимізації, Змінні в контексті навчання})$.

3

Порівняльний аналіз між технологіями які є без VR/AR та з ними

<i>Критерій</i>	<i>Без застосування VR/AR</i>	<i>З застосуванням VR/AR</i>
<i>Взаємодія користувача з інформацією</i>	Користувачі взаємодіють з інформацією через екрани, кнопки, мишу, клавіатуру і т.д.	Взаємодія стає більш іммерсивною. Користувач може спілкуватися з інформацією та середовищем у 3D просторі, що робить досвід більш реалістичним
<i>Застосування</i>	Частіше використовується у роботі, освіті, розвагах, веб-додатках	Використовується для ігор, симуляцій, тренувань (медицина, військова справа, авіація), туризму, дизайну, маркетингу
<i>Вимоги до обладнання</i>	Частіше потребує тільки комп'ютера, телефону, планшета	Вимагає спеціального обладнання, такого як VR-окуляри або AR-девайси
<i>Ефективність і привабливість для користувача</i>	Зазвичай дозволяє більш точну та швидку роботу, але менше іммерсивності	Надає більш іммерсивний та захоплюючий досвід, але може бути менш ефективним для певних завдань.

4

Використання AR та VR технологій в навчальному процесі студентами медичних факультетів



5

Використання AR та VR технологій в навчальному процесі студентами медичних факультетів

1. Концепція передбачає практико-орієнтоване навчання, спрямоване на вдосконалення професійних компетенцій лікарів у колективі.
2. Інтеграція методів активного навчання з використанням технології гейміфікації в групову роботу студентів, що вимагають активної участі кожного, хто навчається.
3. Спрямувати навчання на досягнення конкретної мети, зокрема, поліпшення стану хворого або появу ознак життя.
4. Провести діагностику та лікування у VR у суворій відповідності до протоколів і клінічних рекомендацій при цьому реалізуючи це в рамках групової роботи.

6

Використання AR та VR технологій в навчальному процесі студентами медичних факультетів

Результат: навчання і відпрацювання навичок студентами раніше здійснювалось у два етапи, які були дуже віддалені один від одного в рамках часового простору. А тому, про ефективне використання отриманих знань навіть і мови не йшло. Впровадження VR/AR технологій дозволяє переходити студентам від теоретичного блоку відразу до практичного, тим самим ефективно закріплюючи знання. Крім цього, студентам вдається відпрацювати командну роботу, бо в більшості випадків можливості на відпрацювання навичок командної роботи студенти не мають, оскільки момент використання теоретичних знань на практиці припадає на безпосередню практику студента, як повноцінного лікаря в уже реальному колективі, де ряд факторів не дають ніякого права на помилку.



7

Використання AR та VR технологій в навчальному процесі студентами медичних факультетів



8

Використання AR та VR технологій в навчальному процесі студентами медичних факультетів

Зокрема процес вивчення анатомії і особливостей будови організму студентами буде реалізовано за рахунок AR-технологій з використанням віртуального анатомічного столу. Студенти в групі розбирають окремі структури людського організму, які паралельно виділяються надписом назви і підсвічуються. Також даний процес може супроводжуватись коментарем викладача або спеціального вживленого голосового помічника.



9

Використання AR та VR технологій в навчальному процесі студентами медичних факультетів



А



Б

10

Використання AR та VR технологій в навчальному процесі студентами медичних факультетів

В процесі впровадження AR та VR технологій нами було візуалізовано 2 основних «стовпи-умови» якісної реалізації навчання студентів-медиків. Знання і розуміння, а також практичні навички

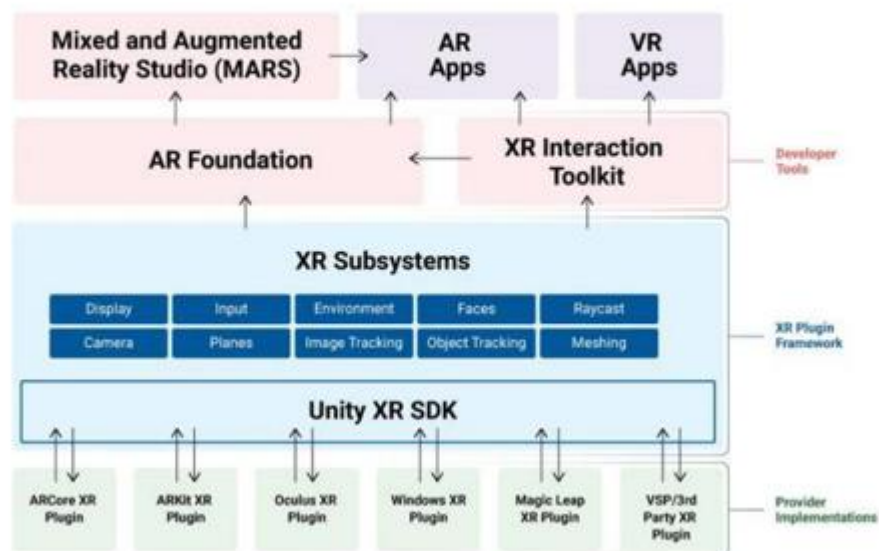
ВІЗУАЛІЗОВАНО



11

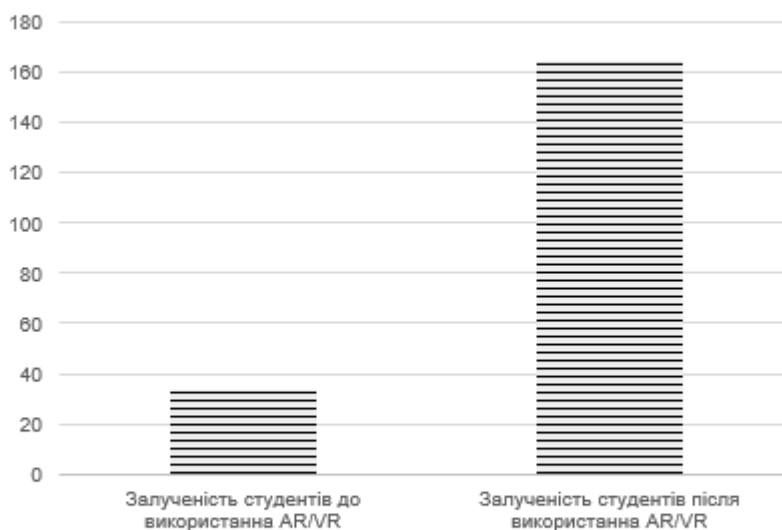
Можливо реалізувати запропоновані технології навчання використовуючи середовище Unity XR

Unity XR Tech Stack



12

Порівняльний аналіз VR/AR



13

Практичний результат

Рівень досягнення	Опис результату
Впровадження ефективності командної роботи	Застосування VR/AR покращило спільну роботу студентів у 70%.
Залучення та мотивація	Створення захопливих навчальних середовищ змотивувало 80% студентів.
Покращення результатів навчання	Глибше засвоєння матеріалу через іммерсивні технології зафіксовано у 60%.
Розвиток майбутніх фахівців	Набуття практичних навичок для сучасного ринку праці зазначено у 45%.
Зменшення часових витрат та оптимізація ресурсів	Оптимізація часу та комунікації через технології VR/AR виявлено у 90%.

14

Висновки

1. Значення VR та AR у освіті:

Впровадження віртуальної та доповненої реальності в освітній процес значно підвищує його ефективність, зокрема у плані командної роботи, залучення студентів та інтерактивного навчання.

2. Переваги та обмеження:

VR забезпечує глибше занурення у навчальний процес та підвищує інтерактивність, тоді як AR відрізняється легшістю інтеграції у традиційні навчальні процеси та має ширший доступ до обладнання.

3. Розробка та інтеграція:

Процес розробки VR/AR рішень вимагає уважного планування, включаючи дизайн, програмування, тестування та адаптацію до освітніх потреб.

4. Майбутнє VR/AR в освіті:

Технології віртуальної та доповненої реальності мають великий потенціал для інновацій у освіті. Очікується, що вони стануть ключовими елементами в навчальних програмах майбутнього.

Ці висновки підсумовують ключові аспекти презентації та підкреслюють важливість подальшого дослідження та використання VR та AR у освітніх цілях.

Публікації та апробація роботи

Статті:

1. Лилик А.В., Корецька В.О. Вдосконалення процесу організації командної роботи студентів з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності. // Подано на публікацію до журналу «Телекомунікаційні та Інформаційні технології». №1 2024

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!