

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Використання віртуальної реальності для підвищення
ефективності навчання з елементами гейміфікації»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра
зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
(код, найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми Комп'ютерна інженерія
(назва)

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

(підпис)

Станіслав МАТКОВСЬКИЙ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача

Виконав:	здобувач вищої освіти гр. <u>КІД-41</u> <u>Станіслав МАТКОВСЬКИЙ</u> Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Керівник: науковий ступінь, вчене звання	<u>Ігор БУЧЕНКО</u> Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Рецензент: науковий ступінь, вчене звання	_____ Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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

Кафедра 123 Комп'ютерної інженерії

Ступінь вищої освіти бакалавр

Спеціальність 123 Комп'ютерної інженерії

Освітньо-професійна програма Комп'ютерна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Наталія ЛАЩЕВСЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
«_____» _____ 2024р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Матковський Станіслав Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Використання віртуальної реальності для підвищення ефективності навчання з елементами гейміфікації

керівник кваліфікаційної роботи Ігор БУЧЕНКО,

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «27» лютого 2024р. № 36

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «3» червня 2024р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Гейміфікація; ігрове навчання; технологія віртуальної реальності; тренажери з використанням віртуальної реальності; симуляція; віртуальний світ; інновації в освітньому процесі; цифрові технології в освіті.

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

1. Теоретичні основи використання технології VR та гейміфікації у навчанні

2. Аналіз досвіду використання VR технологій та гейміфікації у навчанні

3. Реалізація концепту VR тренажера для комп'ютерних інженерів з елементами гейміфікації

5. Перелік ілюстративного матеріалу: презентація

6. Дата видачі завдання «27» лютого 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір даних	28.02-22.03.2024	Виконано
2	Обробка матеріалу	23.03-05.04.2024	Виконано
3	Розробка теоретичної частини	06.04-30.04.2024	Виконано
4	Розробка концепту VR тренажера	01.05-03.05.2024	Виконано
5	Висновки за результатами аналізу	04.05-08.05.2024	Виконано
6	Розробка презентації	09.05-11.05.2024	Виконано
7	Передзахист	14.05-17.05.2024	Виконано
8	Здача в деканат	23.05-1.06.2024	Виконано

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Станіслав МАТКОВСЬКИЙ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Ігор БУЧЕНКО

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавра: 42 стор., 15 рис., 32 джерел.

Актуальність теми – Останнім часом у світі набирає популярності тренд на впровадження спеціалізованих застосунків або ігор з інтерактивним підходом в освітню систему націлених на те щоб заохочувати учнів або студентів до вивчення того чи іншого предмету. Деякі екземпляри таких продуктів мають нативну підтримку технології віртуальної реальності і з кожним роком їх стає дедалі більше.

Об'єкт дослідження – Дослідження та створення концепту інтерактивного тренажера з підтримкою Virtual Reality (надалі VR) технології для можливого впровадження його в освітній процес.

Предмет дослідження – Концепт інтерактивного тренажера для студентів із використанням технології VR.

Мета дослідження – в процесі дослідження будуть зачіпатись наступні питання:

1. теоретичні основи використання технології VR та гейміфікації у навчанні;
2. аналіз досвіду використання VR технологій та гейміфікації у навчанні;
3. реалізація концепту VR тренажера для комп'ютерних інженерів з елементами гейміфікації.

Практична значущість дослідження полягає у розроблені концепту VR тренажера для комп'ютерних інженерів, оцінка його потенціального масштабування та розгляд варіантів для впровадження в освітню систему.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ГЕЙМІФІКАЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ, VR, ІГРОВЕ НАВЧАННЯ, VR ТРЕНАЖЕРИ, СИМУЛЯЦІЯ, ВІРТУАЛЬНИЙ СВІТ, ІННОВАЦІЇ В ОСВІТІ, ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ VR ТА ГЕЙМІФІКАЦІЇ У НАВЧАННІ.....	9
1.1 Поняття віртуальної реальності та її види.....	9
1.2 Принцип роботи VR гарнітури.....	12
1.3 Принцип роботи VR контролерів.....	14
1.4 Поняття гейміфікації та її складових.....	17
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ДОСВІДУ ВИКОРИСТАННЯ VR ТЕХНОЛОГІЙ ТА ГЕЙМІФІКАЦІЇ У НАВЧАННІ.....	28
2.1 Використання VR технологій у військовій сфері.....	28
2.2 Використання VR технологій у навчанні.....	33
2.3 Використання гейміфікації у навчанні.....	37
2.4 Використання ігор у навчанні.....	39
РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПТУ VR ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНЖЕНЕРІВ З ЕЛЕМЕНТАМИ ГЕЙМІФІКАЦІЇ...	41
3.1 Розробка інфраструктури та технічних рішень.....	41
3.2 Опис процесу роботи з тренажером.....	43
3.3 Опис гейміфікаційних елементів використаних у тренажері.....	45
3.4 Можливі сфери застосування VR тренажера.....	46
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50
Додаток А Ключові етапи розробки, витрати та штат співробітників....	54
Додаток Б Штат розробників, етапи їх залучення та заробітна плата....	55
Додаток В Підсумкові витрати на заробітну плату за всі етапи.....	56
Додаток Г ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація).....	57

ВСТУП

У світі постійних технологічних інновацій та швидкого розвитку інформаційних технологій, використання віртуальної реальності стає все більш актуальним у різних сферах життя. Зокрема, в галузі освіти віртуальна реальність відкриває широкі можливості для покращення процесу навчання та засвоєння знань. Інтеграція елементів гейміфікації у віртуальну реальність дозволяє створити цікаве та захоплююче середовище для навчання, яке сприяє активізації уваги, мотивації та залученню учнів.

Дана робота присвячена дослідженню можливостей використання віртуальної реальності для підвищення ефективності навчання з використанням елементів гейміфікації. Вона спрямована на аналіз та порівняння різних підходів до інтеграції VR технологій у навчальний процес, виявлення їх переваг та недоліків, а також розробку концепції віртуального тренажера для комп'ютерних інженерів. Робота також ставить собі за мету дослідження впливу використання гейміфікації на мотивацію та результативність учнів у навчанні.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ VR ТА ГЕЙМІФІКАЦІЇ У НАВЧАННІ

1.1 Поняття віртуальної реальності та її види

Віртуальна реальність – це створений за допомогою технічних засобів світ, що передається людині через її відчуття, такі як зір, слух, дотик і інші. Ця ілюзія дійсності виникає завдяки комп'ютерним системам, які створюють зорові, звукові та інші відчуття (рис. 1.1) [1].

Системи віртуальної реальності – це пристрої, які забезпечують більш повне імітування взаємодії з віртуальним середовищем, дозволяючи впливати на більшість органів чуття людини, ніж звичайні комп'ютерні системи.



Рисунок 1.1 – Взаємодія людей між собою у VR квест кімнаті

На даному етапі розвитку VR можна виділити наступні різновиди таких систем:

а) *технологія VR без занурення* – не націлена на повноцінне іммерсивне занурення, натомість пропонує більш доступний та обмежений досвід [3].

Основними характеристиками даного типу є:

1. використання мобільних телефонів, або недорогих VR систем, які не потребують потужних апаратних спроможностей;
2. відсутня, або обмежена можливість відстеження рухів та взаємодії з віртуальним середовищем;
3. низька деталізація VR оточення.

Приклади гарнітур: Google Cardboard, Samsung Gear VR, Daydream View.

б) *технологія VR з ефектом повного занурення* – забезпечує більш деталізовану та «правдоподібну» симуляцію віртуального світу, здатна розпізнавати рухи та дії користувача та обробляти їх у режимі реального часу. Окрім самої VR гарнітури також потребує наявності потужного комп'ютера або консолі та спеціальні контролери для відслідковування рухів у просторі. Даний тип VR націлений на створення максимально реалістичного досвіду.

Основними характеристиками даного типу є:

1. використання високотехнологічних VR гарнітур з високою роздільною здатністю та широким полем зору;
2. використання датчиків захоплення рухів голови, рук та ніг для забезпечення реалістичного переміщення у VR просторі;
3. забезпечення тісної взаємодії з віртуальним оточенням за допомогою спеціальних контролерів або рукавичок;
4. потреба у потужних комп'ютерах, які будуть здатні генерувати складні світи з високим рівнем деталізації.

Приклади гарнітур: HTC Vive Pro, Oculus Rift S, PlayStation VR 2, Valve Index, Meta Quest, Apple vision Pro (рис.1.2).



Рисунок 1.2 – Приклад VR гарнітури. Oculus rift S, HTC Vive, PlayStation VR 2

в) *технологія VR зі спільною інфраструктурою* – багатокористувацькі VR світи, у яких можна взаємодіяти з іншими користувачами, до них можна віднести такі ігри як VR chat, minecraft, та інші. Але багатокористувацькі світи наразі використовуються не лише в ігровій індустрії, наприклад платформам на кшталт 3D Immersive Collaboration надають можливість організовувати робочі та навчальні 3D простори – це називається «сумісна робота з ефектом присутності». Варто розуміти, що не всі ігри або застосунки з підтримкою VR мають саме нативну підтримку VR технологій, іноді вони можуть бути встановлені як користувацька модифікація, а не як рішення від розробника, відповідно їх функціонал також буде обмеженим і для повноцінної взаємодії потрібно використовувати або модифіковані розкладки, або стандартні засоби вводу такі як клавіатура та мишка.

Основними характеристиками даного типу є:

1. використання спеціальних платформ та серверів для синхронізації віртуальних світів та дій користувачів;
2. можливість спілкування та співпраці у віртуальному просторі;
3. застосування у сферах освіти, тренувань, розваг та бізнесу.

Приклади гарнітур: Всі гарнітури із попереднього прикладу.

г) *VR на базі хмарних технологій* – цей тип VR не потребує завантаження програмного забезпечення або встановлення додаткового обладнання. З одного боку VR на базі хмарних-технологій є перспективною технологією, яка має

потенціал зробити віртуальну реальність більш доступною і поширеною та має достатньо низький поріг входу за рахунок розташування у хмарі, тобто не обов'язково мати потужну систему для запуску VR світу, достатньо буде лише придбати гарнітуру та під'єднуватись до віддалених серверів. Але з іншого боку наразі технологія є далекою від ідеалу, через купу обмежень починаючи з потреби потужного та стійкого інтернет з'єднання за відсутності якого картинку буде «розмивати», закінчуючи підтримкою браузерів технології VR.

Основними характеристиками даного типу є:

1. доступ до віртуальних світів через веббраузер;
2. застосування 3D-технологій за допомогою онлайн-сервісів для створення віртуального середовища;
3. не потребує потужних комп'ютерів.

1.2 Принцип роботи VR гарнітури

VR компоненти – набір пристроїв, який використовується для створення віртуального середовища та взаємодії з ним. Такий набір складається з кількох ключових компонентів.

VR гарнітура є найважливішим елементом всієї екосистеми, вона являє собою шолом, надягнувши який користувач бачить дві лінзи, які разом утворюють єдину картинку з великим полем зору[2]. Такий шолом оснащений як було раніше зазначено двома лінзами, а також екраном, камерами, для того щоб користувач міг зрозуміти, де він зараз знаходиться у реальному світі, датчиками руху, які відслідковують рухи шолома у просторі промальовуючи віртуальний світ в залежності від того куди направлений погляд користувача, всі ці елементи збирають інформацію від людських органів чуття та адаптуються, щоб забезпечити якомога кращий досвід.

Гарнітури бувають різних типів, як дротові або бездротові, які працюють в

купі лише зі сторонніми пристроями, наприклад комп'ютера, так і автономні гарнітури, такі як Meta Quest.

У VR гарнітурах використовуються стереоскопічні лінзи, які розташовані між екраном (зазвичай типу LED) та очима користувача, таким чином трансформуючи картинку, надаючи їй ефекту тривимірності. Шолом пропускає дві картинки через лінзи (по одній для кожного ока). Після цього датчики руху відслідковують переміщення шолому, деякі гарнітури навіть здатні відслідковувати рух очей.

Для забезпечення імерсивного досвіду важливо також враховувати декілька ключових технічних параметрів, таких як поле зору (FOV), частота оновлення екрану, та мінімальна частота кадрів.

Поле зору – цей параметр визначає ширину і висоту області, яку можна спостерігати через VR-гарнітуру, широке значення FOV дозволяє повноцінно поринути у віртуальний світ, оскільки більше зорового поля охоплюється віртуальним середовищем. Ідеальний FOV залежить від конкретної VR-гарнітури, проте зазвичай вважається, що FOV більше 100 градусів дає більш імерсивний ефект.

Частота оновлення екрану вказує на кількість кадрів, які можуть відображатися на екрані гарнітури протягом однієї секунди. Висока частота оновлення важлива для плавності руху і уникнення ефекту «розтріскання» («screen tearing») або дискомфорту під час користування. Зазвичай рекомендується частота оновлення екрану не менше 90 Гц для забезпечення комфортного користування та запобігання можливих відчуттів головного болю або запаморочень.

Частота кадрів (Frame Rate) визначає кількість кадрів на секунду, яка потрібна для плавного відтворення віртуального середовища. Зазвичай рекомендується мінімальна частота кадрів не менше 60 кадрів на секунду для забезпечення комфортного користування. Варто зазначити, що деякі вимоги до мінімальної частоти кадрів можуть залежати від конкретної програми або додатку VR. Основна відмінність між частотою оновлення екрану та частотою кадрів полягає у тому, що за частоту оновлення відповідає екран, який знаходиться у

шоломі, а за частоту кадрів – апаратна частина (комп’ютер або консоль), бажано підбирати специфікації комп’ютерів, які будуть сумісні із вимогами сучасних застосунків, та зможуть відтворювати високу кількість кадрів на секунду (як зазначалось вище, не менше за 60). Але з іншого боку, якщо наприклад у шолома буде обмеження у 120Гц, а комп’ютер зможе видавати постійно 175 кадрів, то користувач не зможе побачити різницю між 120 та 175 кадрами, тому що шолом може промальовувати одночасно лише 120 кадрів на секунду, але навіть у такому випадку краще підбирати комплектуючі «із запасом», тому що технології не стоять на місці і постійно розвиваються, відповідно і потреба у високопродуктивних комплектуючих збільшується.

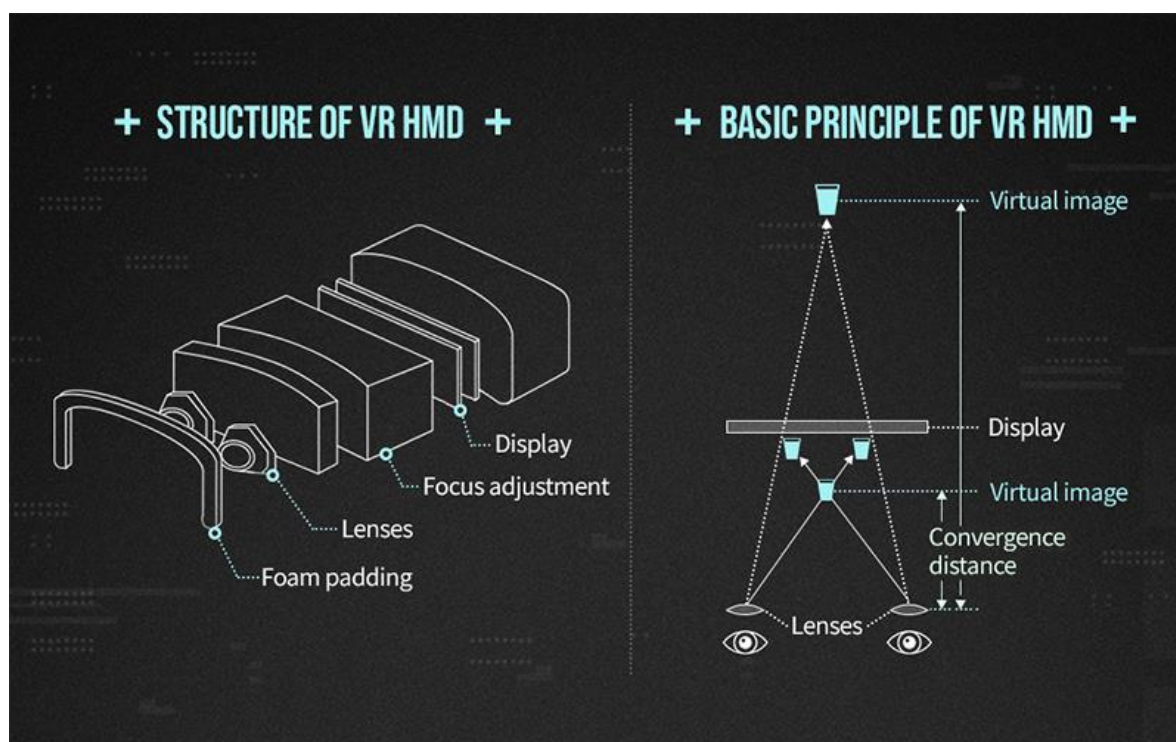


Рисунок 1.3 – Схематична будова шолому віртуальної реальності

1.3 Принцип роботи VR контролерів

Також невід’ємною частиною VR системи з ефектом повного занурення є

засоби взаємодії з віртуальним середовищем, а саме контролери, вони виглядають як маленькі пульти з рядом кнопок, стиків та сенсорів руху. Користувач може тримати ці контролери у своїх руках і взаємодіяти з віртуальними об'єктами або інтерфейсом за допомогою рухів та натискань кнопок. Сенсори руху в контролерах дозволяють системі відстежувати їх рухи у просторі.

Існує кілька типів VR контролерів, які допомагають користувачам взаємодіяти з віртуальним середовищем:

а) *контролери з вбудованими сенсорами* – такі контролери мають вбудовані сенсори руху та камери, які допомагають системі відстежувати їх положення у просторі без необхідності зовнішніх сенсорів трекінгу. Вони дозволяють користувачам більш вільно рухатися в просторі, оскільки не вимагають установки додаткових сенсорів.

б) *контролери з зовнішнім трекінгом* – ці контролери використовуються в системах зовнішнього трекінгу, таких як базові станції або камери, які встановлюються в приміщенні і відстежують рухи контролерів у просторі. Цей підхід може забезпечувати більшу точність відстеження, але вимагає установки додаткового обладнання. Для такого типу контролерів без вбудованих камер відслідковування потрібно заздалегідь підготувати простір, а саме розмістити по периметру області дії VR гарнітури спеціальні камери, які будуть відслідковувати та реєструвати рухи у віртуальному просторі. Потім варто відкалібрувати шолом та контролери у створеній системі, і вже після цих маніпуляцій можна повноцінно користуватись VR пристроями.

в) *VR рукавички* – відносно новий вид контролеру для VR, який надає користувачам можливість взаємодіяти з віртуальним середовищем за допомогою рук та пальців, а не лише за допомогою контролерів, які тримаються в руках. VR рукавички мають вбудовані датчики руху, які відстежують рухи пальців, кистей та рук користувача в реальному часі (рис.1.4). Це дозволяє відтворювати рухи відповідних об'єктів у віртуальному середовищі. Деякі рукавички можуть мати вбудовані вібраційні механізми або сенсори, які надають користувачеві тактильний відгук під час взаємодії з віртуальними об'єктами. Це сприяє підвищенню

реалістичності досвіду. Користувач може взаємодіяти з віртуальними об'єктами, захоплюючи та рухаючи їх за допомогою рукавичок, вони дозволяють точніше моделювати рухи та дії користувача у віртуальному середовищі. Також рукавички можуть реєструвати натискання та жести пальців, що дозволяє користувачеві виконувати різноманітні дії у віртуальному середовищі, такі як вказування, захоплення, розтягування та інші, вони можуть бути особливо корисними для симуляцій, тренувань, дизайну та інших застосувань, де точна взаємодія з об'єктами є важливою.



Рисунок 1.4 – Приклад VR рукавичок

Крім контролерів для рук, деякі системи VR також можуть використовувати контролери для відстеження руху ніг. Такі контролери дозволяють користувачам взаємодіяти з віртуальним середовищем за допомогою ніг, що робить досвід VR більш імерсивним та реалістичним. Контролери для відстеження руху ніг дозволяють користувачам взаємодіяти з віртуальним світом більш природньо, забезпечуючи більшу реалістичність досвіду. Вони можуть бути використані у різних віртуальних сценаріях, від ігор до тренувальних програм та симуляцій. Під'єднуються ці контролери таким самим чином, як і контролери для рук.

1.4 Поняття гейміфікації та її складових

Гейміфікація являє собою метод використання ігрових практик, механік, та загалом елементів геймдизайну у неігровому контексті з метою стимулювання студентів або працівників до досягнення цілей, покращення їхньої мотивації та залучення до навчання або колективної праці, у сучасному світі із стрімким ростом сучасних технологій гейміфікація стає дедалі популярнішим явищем запроваджуючи у навчальний процес більше інтерактивних елементів.

Інтерактивний підхід, як інструмент заохочення учнів та студентів до навчання наразі користується високою популярністю серед викладачів, адже більшості студентів банально важко сприймати великий та безперервний потік інформації та тим паче застосовувати його на практиці не маючи бодай якогось досвіду. Тут на допомогу звичайно приходять практичні та лабораторні заняття, але для того щоб якісно донести та пропрацювати матеріал необхідні правильні інструменти, бо як не крути, але «на папері», можна виконати далеко не всі задачі. На цьому етапі у гру вступають інтерактивні способи набуття практичних навичок, таких як гейміфікація[31].

Інтерактивний підхід у навчанні дозволяє залучати студентів до активного процесу вивчення матеріалу шляхом використання різноманітних інтерактивних методів та інструментів. Цей підхід сприяє покращенню засвоєння знань, розумінню складних концепцій та розвитку критичного мислення. Впровадження інтерактивних методик, в тому числі і гейміфікації у навчальний процес сприяє підвищенню мотивації студентів, зниженню рівня втоми та збільшенню інтересу до предмету. Таким чином, інтерактивний підхід є ефективним інструментом для покращення якості навчання та досягнення успіху у викладанні та навчанні [32].

Варто також розуміти, що сама по собі гейміфікація не є чимось універсальним і вона не працює однаково всюди. Гейміфікація – це процес проєктування з багатьма змінними, тому варто враховувати, що універсальної гейміфікації для будь якого виду діяльності просто не існує. Будь яка теорія, що

розглядає технологію гейміфікації, як окрему, чітко визначену та стабільну конструкцію, не є правильною теорією. Як і у звичайному геймдизайні тут постає проблема бездумного використання тих чи інших елементів у купі, які загалом властиві гейміфікації, але потребують продуманого впровадження у процес.

При неправильному впровадженні в більшості випадків гейміфікація не покращує результати навчання, тому що якісна з точки зору психології гейміфікація – це задача досить нетривіальна, вона не може включати в себе просто деякі окремі елементи такі як таблиці, бейджі та бали. В більшості випадків, коли гейміфікація робиться «на колінці» вона більше відволікає від навчання, аніж сприяє йому. Такий процес здобув назву «фейкова гейміфікація», він передбачає прикрашання існуючих організаційних процесів ігровими елементами, але при цьому мало або зовсім не приділяє уваги психологічним процесам, за допомогою яких ці елементи впливають на поведінку людини. Для того, щоб гейміфікація була успішною, необхідно визначити конкретні психологічні характеристики працівників або студентів, а також підібрати правильні ігрові елементи, які впливатимуть на ці характеристики. Якісну гейміфікацію можна визначити як набір методів натхненних ігровим дизайном і грамотним впровадженням їх в процес навчання або роботи, тоді як фейкова гейміфікація - це в кращому випадку неграмотне впровадження механік у процес, а у гіршому – шахрайство. Лише ретельно розрізняючи якісну та фейкову гейміфікацію, можна повністю реалізувати потенціал якісної гейміфікації[4].

Хоча самі по собі такі елементи як бейджі, таблиці лідерів та бали зазвичай асоціюються з фейковою гейміфікацією, але жоден ігровий елемент не є фейковим або неправильним за своєю суттю, питання полягає у тому як саме вони будуть впроваджені в процес. Багато видів фейкової гейміфікації, які доволіно включають в себе вищеперераховані елементи, все ще можуть бути ефективними з точки зору зміни поведінки людей. Такий вплив, швидше за все, буде випадковим. Незалежно від того, на чому ґрунтується додавання ігрових елементів до існуючої системи, ігрові елементи є потужним інструментом зміни поведінки, і їхнє доволіне впровадження в навчальному або робочому контексті, безумовно, може вплинути

на поведінку людей. Натомість ризик полягає в тому, що створена зміна поведінки не є тою, на яку націлювалась погано спроектована гейміфікація. Нижче наведений приклад такої, погано реалізованої гейміфікації, ціль якої – підвищити мотивацію студентів до вивчення іноземної мови.

Основні механіки:

1. за кожную правильну відповідь студенти отримують бал;
2. за набір певної кількості балів студенти отримують віртуальні відзнаки;
3. студенти змагаються один з одним за місця в рейтинговій таблиці.

Недоліки концепту такої гейміфікації полягає у наступних аспектах:

1. ця система гейміфікації не стимулює студентів до глибокого вивчення іноземної мови. Вони будуть просто намагатися отримати якомога більше балів, не звертаючи увагу на якість своїх знань;
2. віртуальні відзнаки та рейтингова таблиця не мають жодного зв'язку з реальним світом. Це робить їх менш мотивуючими для студентів;
3. змагання за місця в рейтинговій таблиці можуть призвести до нездорової конкуренції та ворожості між студентами;
4. ця система гейміфікації не враховує індивідуальні особливості та потреби студентів. Її штучність може зробити процес навчання нудним та нецікавим.

Як можна помітити із вищеперерахованих недоліків, це саме той випадок, коли за основу були взяті дійсно існуючі елементи гейміфікації, але вони ніяким чином не були адаптовані до контексту. Покращити даний невдалий концепт гейміфікації можна наступним чином:

1. зв'язати гейміфікацію з реальними цілями: Наприклад, студенти можуть отримувати віртуальні валюти, яку потім можуть використовувати для покупки віртуальних квитків на концерти, подорожі або інші віртуальні товари. Це мотивуватиме їх до кращого вивчення іноземної мови, адже вони зможуть використовувати свої знання в реальному світі;

2. зробити акцент на командній роботі: Замість того, щоб змагатися один з одним, студенти можуть об'єднуватися в команди та виконувати завдання разом. Це допоможе їм розвивати командний дух, співпрацю та комунікативні навички;

3. використовувати додатково різноманітні механіки гейміфікації: Не варто обмежуватися лише балами, відзнаками та рейтингами. Можна використовувати й інші механіки гейміфікації, такі як квести, віртуальні світи та історії. Це робить процес навчання більш динамічним, цікавим та буде викликати додаткові позитивні емоції та асоціації, завдяки яким вивчений матеріал з набагато меншою вирогідністю буде забутий.

Зрозуміло, що цей концепт не остаточний, та його ще можна розвивати та вдосконалювати, але даний приклад чудово ілюструє наскільки важливо правильно впроваджувати ігрові елементи у навчальний процес. Як зазначалось раніше, даний процес вимагає уважного врахування психологічних аспектів та механізмів, на які вони впливають. В першу чергу, ігри можуть викликати емоційні реакції студентів, такі як радість, захоплення, або навіть стрес, якщо гейміфікація надто складна або невідповідна рівню учня, даний недолік можна вирішити розподілом елементів на рівні складності, наприклад якщо студент не може виконати якесь завдання зі складнішого рівня, то йому варто спочатку потренуватись на завданнях з нижчим рівнем складності, а потім вже зі здобутим досвідом повертатись до більш складних задач. Таким чином можна не тільки запобігти стресу, або навіть емоційному вигорянню, а й детальніше пропрацювати матеріал. Крім того, ігрові елементи мають потенціал підвищити мотивацію до навчання, збільшити зацікавленість та внутрішню мотивацію, яка є більш продуктивною в довгостроковій перспективі, ніж зовнішні стимули, такі як оцінки чи нагороди. Крім того, гейміфікація може сприяти розвитку різних когнітивних навичок, таких як проблемне мислення та креативність. Важливо також враховувати індивідуальні особливості учнів та адаптувати гейміфікований підхід до їхніх потреб та рівня знань (як зазначалось у прикладі вище можна ввести розподіл на рівні складності). Неврахування цих психологічних аспектів може призвести до негативних наслідків, таких як втрата інтересу до навчання, стрес або

відчуття невпевненості. Таким чином, правильне впровадження ігрових елементів у навчальний процес, з врахуванням психологічних характеристик, може позитивно вплинути на мотивацію, зацікавленість та результативність учнів, сприяючи їхньому успішному навчанню та розвитку.

Загалом існує багато різноманітних технік створення концептів якісної гейміфікації (рис. 1.5), їх можна комбінувати між собою та модифікувати за потреби під різні потреби. Нижче буде наведено приклад базової техніки, яку можна вважати як орієнтир[7].

1. визначення навчальних цілей: спочатку необхідно визначити навчальні цілі, а тільки потім впроваджувати ігрові елементи. Головним ключем є виставлення ігрових елементів відповідно до цілей навчання, а не навпаки, Ігрові елементи мають сприяти досяганням цілей, покращуючи розуміння, та запам'ятовування;

2. визначення правильних ігрових механік: вибір механік має вирішальне значення, оскільки він в першу чергу впливає на ефективність гейміфікованого навчання. Важливо враховувати потреби та відгуки учнів, щоб обрати найбільш підходящі механіки. Наприклад, якщо учні більше мотивуються досягненням особистих результатів, варто розглянути використання значків, очок або прогрес барів. Якщо ж їхня мотивація залежить від конкуренції, то дошки лідерів можуть бути більш ефективними. У випадку, якщо співпраця та командна робота є важливими, механіки, які сприяють співпраці, можуть бути більш доцільними;

3. впровадження системи складності: як зазначалось раніше успішний дизайн гейміфікації полягає у збалансованому поєднанні виклику та рівня навичок учнів. Якщо гра є занадто легкою, вона не зацікавить, але якщо занадто складною, вона може викликати роздратування. Важливо, щоб елементи гри та навчальний матеріал стимулювали учнів, але були досяжними, щоб підтримати їхню мотивацію, особливо на перших заняттях;

4. додавання інтерактивних елементів: цей аспект є достатньо важливим для ефективного навчання, оскільки він стимулює активну участь учнів. Це може включати вікторини, вправи на розв'язання проблем тощо. Залучення учнів до

активних дій, дозволяє підвищити їхнє зацікавлення у процесі навчання і сприяє кращому запам'ятовуванню та засвоєнню матеріалу;

5. додавання наративних елементів: достатньо цікава практика, але є опціональною, бо потребує достатньо тривалого та ретельного пропрацювання, тим не менш Включення наративних елементів в навчальний процес може зробити його цікавішим та запам'ятовуванішим, надаючи контекст та зв'язок з матеріалом. Це може бути простим, наприклад, тематичним об'єднанням завдань або створенням сюжетної лінії, яка відображає прогрес у навчанні;

6. давати шанс на помилку: надання учням можливості повторного вирішення задачі у навчальному процесі, подібно до відеоігор, сприяє розвитку їхньої експериментальності та вмінню вчитися на власних помилках. Це сприяє формуванню стійкості та готовності до викликів, що є ключовими якостями для успішного навчання;

7. додавання соціальних елементів: включення соціальних елементів, таких, командні виклики або форуми для обговорення, може підвищити активність учнів і сприяти їх взаємодії. Ці соціальні компоненти сприяють формуванню спільноти, що стимулює обмін думками та поглиблене навчання.



Рисунок 1.5 – Складові процесу гейміфікації

Всі вищезазначені елементи є по своєму важливими та потребують детального пропрацювання, крім того, не менш важливим є вибір між створенням гейміфікованого середовища з нуля або використанням готового рішення як основи для подальшого розвитку. Нижче будуть наведені приклади готових рішень з якісно пропрацьованою гейміфікацією.

Платформа для практичного тренування навичок програмування «Codewars» (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Логотип платформи «Codewars»

Codewars – це онлайн-платформа для практики навичок програмування шляхом розв'язання різноманітних задач обраною мовою програмування. На платформі доступна велика кількість популярних мов програмування, так що практикувати свої навички може розробник з майже будь-якого напрямку. Робота на платформі відбувається наступним чином: користувач обирає завдання зі списку доступних, після чого вирішує його, використовуючи обрану мову програмування. Під час розв'язання завдання користувачу надаються підказки різної складності. Після написання коду його можна протестувати на наборі тестів, щоб переконатися, що він працює правильно. Після цього користувач може подати своє рішення для оцінювання та переглянути рішення інших користувачів[6].

Codewars поєднує в собі кілька методів гейміфікації. Платформа має систему досягнень «Kata», оскільки кожен користувач має свій рівень та може отримувати віртуальні нагороди, а саме підвищення рівню «Kata» за успішне вирішення завдань. Також платформа надає можливість перевіряти свої рішення на тестах перед подачею, створюючи таким чином елемент ризику та невизначеності, який характерний для гри. Крім того, Codewars використовує елементи змагання, оскільки користувачі можуть порівнювати свої досягнення з іншими учасниками,

деякі з найкращих рішень відзначаються як «Найкраща практика». Під час розв’язання та після розв’язання якогось із завдань, можна комунікувати з іншими користувачами та обговорювати з ними кращі варіанти рішення, або допомагати один одному з розв’язком, це дуже потужний соціальний елемент, який гуртує навколо себе велику спільноту розробників з усього світу. Також на платформі наявна механіка честі «Honor», честь відображає рівень поваги, яку користувач отримав від спільноти за свої навички і внесок[8]. У той час як ранги відображають лише рівень навичок, честь переважно є показником активності та внеску користувача. Користувач може здобувати честь різними методами, наприклад досягнення вищого рангу, виконання завдань (різною кількістю балів залежно від рівню завдання), діяльність пов’язана зі спільнотою і так далі. За великий показник честі користувач отримує деякі привілеї наприклад створення своїх завдань, або затвердження завдань інших, тобто користувач не просто отримує фідбек у вигляді якоїсь візуальної відмітки, а грубо кажучи стає модератором спільноти досягаючи великий рівень честі, що є досить непоганим мотиваційним елементом.

У підсумку, Codewars є відмінним прикладом гейміфікації, оскільки вона успішно поєднує в собі елементи змагання, досягнень та навчання, сприяючи мотивації користувачів до активної участі та вдосконалення їхніх навичок програмування. Але варто також розуміти, що ця платформа націлена на поліпшення навички алгоритмічного мислення, тобто за допомогою лише цього сервісу із людини не можна зробити повноцінного розробника, натомість задачі з програмування, наявні на платформі досить добре справляються із задачею навчити користувачів алгоритмічному мисленню і всіляким тонкощам різних мов програмування, а велике ком’юніті надає можливість переймати один у одного досвід, це все у купі є потужним поштовхом для старту кар’єри.

Іншим чудовим прикладом на відміну від попереднього є повноцінний гейміфікований продукт «while true learn()» (рис. 1.7). Гра знайомить з основними принципами машинного навчання, включаючи такі технічні терміни, як «дерева рішень» і «масштабно-інваріантне перетворення ознак», а також їх механізми та історію. Замість традиційного кодингу використовується «візуальне

програмування», що дозволяє учням розуміти концепції шляхом взаємодії з візуальними елементами, побудовою схем, тестуванням та спостереженням за результатами. Кожна нова концепція містить детальне пояснення, що робить гру доступною навіть для людей, які мають невеликий або взагалі не мають досвіду машинного навчання. На вступній сторінці зазначено, що гра підходить для батьків і вчителів, які хочуть познайомити дітей з логічним мисленням, кодуванням і технологіями, а також може слугувати навчальним інструментом для студентів. Сторінка пояснень поєднує застосунки з гри із реальними програмами, полегшуючи перехід у реальний світ, де студенти можуть розпізнавати терміни та розуміти їхній вплив на повсякденне життя. Крім того, гра пропонує велику кількість матеріалів для вивчення та відео для поглибленого аналізу, орієнтованих на студентів з технічними знаннями або для тих хто проявляє, сильний інтерес до галузі.

Можна сказати, що гравці, які мають невеликі знання або взагалі їх не мають у цій галузі, можуть досягти таких цілей після проходження гри: Розвиток навички розрізняння концепцій машинного навчання, вивчення можливостей різних алгоритмів та їх застосування в реальному житті. Використовування різних моделей машинного навчання для створення схем і оцінювання їх ефективності у різних завданнях. Дослідження еволюції машинного навчання з 1950-х років до сьогодення.

На відміну від попереднього прикладу, `while true learn()` є повноцінною грою з повноцінним сюжетом, завдяки якому рівень занурення як і рівень зацікавленості значно збільшується, що є неабиякою перевагою. Гра як інструмент навчання поєднує у собі багато різних концепцій гейміфікації і робить це дуже грамотно з точки зору геймдизайну утворюючи монолітний та самодостатній продукт.

Кожне завдання в грі описується у вигляді електронного листа, що надає гравцям сценарій проблеми, який схожий на реальні ситуації. Це підвищує захопленість грою і сприяє навчанню, оскільки абстрактні завдання програмування отримують контекст реального життя, що сприяє кращому розумінню та застосуванню набутих знань. У грі, головоломки не мають однозначних відповідей.

Гравці замість цього експериментують, тренуються і тестують свої моделі, постійно вдосконалюючи свої схеми та набуваючи навичок шляхом ітеративного процесу проб і помилок. Гра послідовно представляє різні концепції машинного навчання у вигляді окремих завдань, сприяючи кращому розумінню цих принципів. Це допомагає досягти головної мети – сформувати фундаментальне розуміння машинного навчання. Після завершення кожного тесту гравці отримують детальний зворотний зв'язок, який не лише вказує, чи пройшли вони його успішно чи ні, а й уточнює, чи відповідали вони всім вимогам завдання. Цей підхід допомагає гравцям зрозуміти, в яких місцях були розбіжності між їх очікуваннями та фактичними результатами, що сприяє глибшому розумінню наслідків їхніх дій і дозволяє робити свідомі корективи в подальших ітераціях. Для кожного алгоритму в грі доступна сторінка з поясненнями, яка поєднує в собі візуальні елементи та текстовий опис, що є втіленням принципу мультимедійності, яке сприяє кращому розумінню матеріалу та підтримує зацікавленість та мотивацію гравців[11].

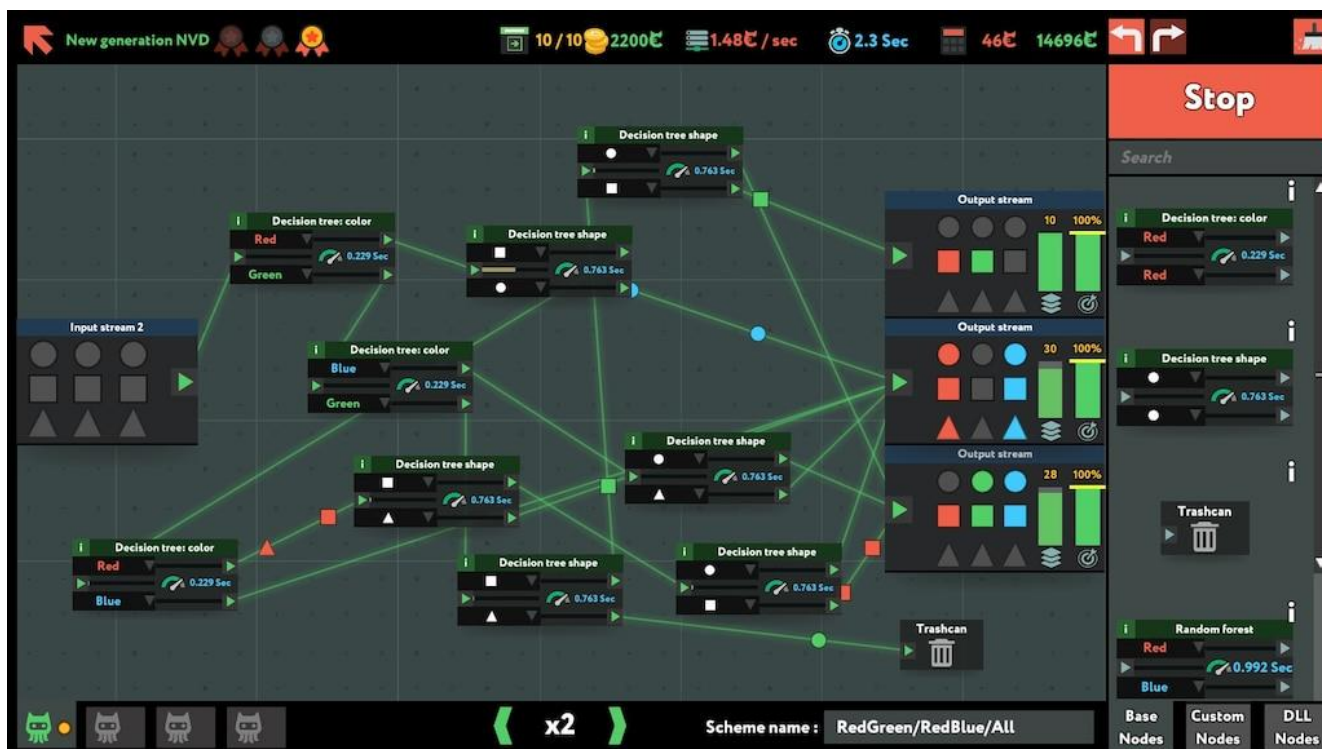


Рисунок 1.7 – Ігровий процес “while true learn()”

Таким чином while true learn() ідеально підходить як навчальний інструмент, оскільки вона створює інтерактивне середовище, де складні концепції машинного

навчання стають доступними навіть для початківців без технічної підготовки. Завдяки практичному підходу та акценту на розв'язанні реальних проблем, гра не лише залучає гравців, але й розвиває їхнє критичне мислення та навички творчого вирішення проблем. Хоча деякі можуть вважати, що освітня цінність гри обмежена для просунутих учнів через можливе спрощення концепцій, вона пропонує широкі ресурси для подальшого навчання, що допомагає компенсувати цей недолік.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ДОСВІДУ ВИКОРИСТАННЯ VR ТЕХНОЛОГІЙ ТА ГЕЙМІФІКАЦІЇ У НАВЧАННІ

2.1 Використання VR технологій у військовій сфері

Ідея віртуальної реальності останнім часом набирає велику популярність у багатьох сферах починаючи від військової закінчуючи розважальною, та сама ідея помістити людину в імерсивну симуляцію далеко не нова.

В далекому 19-му сторіччі, а точніше 1838-го року Англійський фізик Чарльз Уінстон створив революційну на той час технологію: «Стереоскоп» (рис. 2.1), він являв собою примітивний пристрій для перегляду двох плоских зображень у 3D, у своїй доповіді Чарльз стверджував, що різні зображення, які потрапили на сітчасті оболонки різних очей, формують єдину картину. Його прилад був заснований на розгляді половин стереопар через дзеркала, розташовані перед очима спостерігача під кутом 45° . Одна з однією дзеркала утворювали прямий кут і перенаправляли світло від двох малюнків, які були закріплені на протилежних бічних стінках стереоскопа. Це були перші кроки до створення прототипу оптичної симуляції, яка вже наступного сторіччя почне свій активний розвиток [15].

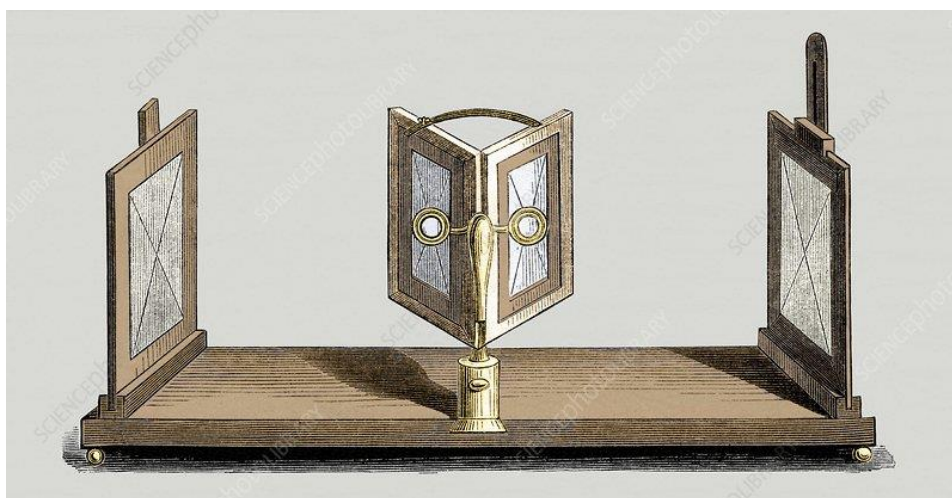


Рисунок 2.1 – Стереоскоп Уінстона

На початку 20-го сторіччя VR технології тільки робили свої перші кроки до становлення чимось більшим, ніж демонструванням об'ємних картинок, Першороходцями у створенні великої симуляційних систем із використанням оптичної ілюзії стали авжеж військові. Як раз в ті часи винахідники почали розвивати більш витончені методи створення віртуальної реальності та пристроїв для її моделювання. Також у 1920-ті роки почалась поява перших значних застосувань технологій віртуальної реальності, а точніше перший масштабний симулятор для пілотів – тренажер «Link Trainer» (рис. 2.2), також відомий як «Blue Box» і «Pilot Trainer» [13], був симулятором польоту, створеним на початку 1930-х років з використанням технології, розробленої в 1929 році Едвіном Альбертом Лінком [12]. Ці симулятори отримали широке визнання під час Другої світової війни, коли вони використовувалися в якості ключового засобу для тренування пілотів майже кожної воюючої нації. Модель тренажера «Link Trainer» відтворювала фюзеляж літака з контролем і мотором, щоб надати досвідченим авіапілотам можливість справлятися з керуванням повітряного судна перед реальним польотом, що спрощувало процес навчання та підготовки. Під час Другої світової війни ця технологія була використана для навчання понад 500 тисяч пілотів, що свідчить про її значний вплив на авіаційну підготовку [14].



Рисунок 2.2 – Авіатренажер «Link Trainer»

Після Другої світової війни як військовий так і промисловий сектори інвестували значні кошти у дослідження та розвиток технологій моделювання. Це призвело до того, що навчання пілотів на землі стало більш вигідним та безпечним, ніж в повітрі. У 1970-х роках технології моделювання значно вдосконалилися, замінивши відео на комп'ютерну графіку. Ці системи здатні працювати в реальному часі та реагувати на дії пілота [17].

Основні елементи та ідеї віртуальної реальності вперше впроваджувались у 1980-х роках, але для досягнення максимального рівня реалізму VR потрібна була висока якість комп'ютерів, які стали доступними лише в 1990-х роках. Це перевернуло уявлення про комп'ютери, вони більше не сприймалися як прості пристрої для обчислень, а стали захоплюючими засобами для досліджень та відкриттів, відкривши нові можливості для вивчення та розвитку. Ясна річ, що і військові розробки не стояли на місці, а як і раніше були фактично локомотивом розвитку всієї VR індустрії, яку ми добре знаємо сьогодні. З того часу з'явилося чимало імерсивних розробок та розробок у віртуальній реальності саме військового характеру, та загально наукового, наприклад тренажери, на яких тренуються танкісти, екіпажі підводних човнів, військові медики навіть піхотинці та десантики та інші роди військ. Частіше за все військові користуються своєю VR інфраструктурою розробленою під певний рід військ та власними зробленими спеціально для них віртуальними тренажерами, які не доступні назагал.

Але про деякі тренажери все ж є відомості, їх навіть можна завантажити, одним із таких тренажерів є Virtual battlespace, розроблена Чеською студією Bohemia Interactive (також відома за серією мілітарних симуляторів ARMA) [18]. На відміну від інших рушіїв, рушій Virtual battlespace (VBS Blue) був розроблений спеціально для військового моделювання та навчання. Virtual battlespace являє собою інтегроване віртуальне середовище, яке надає комплексні можливості для тренувань, експериментів та репетицій тактичних місій. Воно включає в себе рендеринг усієї Землі та діє як потужна платформа для моделювання. Загалом Virtual battlespace це універсальний віртуальний тренажер та хост симуляції, що дозволяє створювати та запускати різноманітні сценарії для військового навчання.

В процесі роботи користувачі пройдуть через фази «Підготовка – Виконання – Оцінка», що сприяє швидкому та ефективному вдосконаленню навичок. Користувачі можуть створювати «бойові зони» (Battlespaces), які представляють собою збірку різних редакцій ландшафту, планів місій, сценаріїв та післядійних оглядів. Завдяки Virtual battlespace можна легко спланувати свою місію, створити ландшафт і сконцентруватися на навчальних аспектах, не витрачаючи час на технічні деталі налаштування, завдяки простому у використанні інтерфейсу, що робить цей продукт достатньо затребуваним та доступним для військових.

Virtual battlespace використовується для тренувань армією США та країнами з блоку НАТО (рис. 2.3). Також починаючи з 2017-го року Збройні Сили України теж почали опановувати сучасні зразки таких віртуальних тренажерів [17]. Директор КБ «Логіка» Юрій Добронравін розповів, що Virtual battlespace дозволяє проводити індивідуальні та групові тренування з використанням різних типів озброєння та військової техніки, таких як БМП, танків тощо.

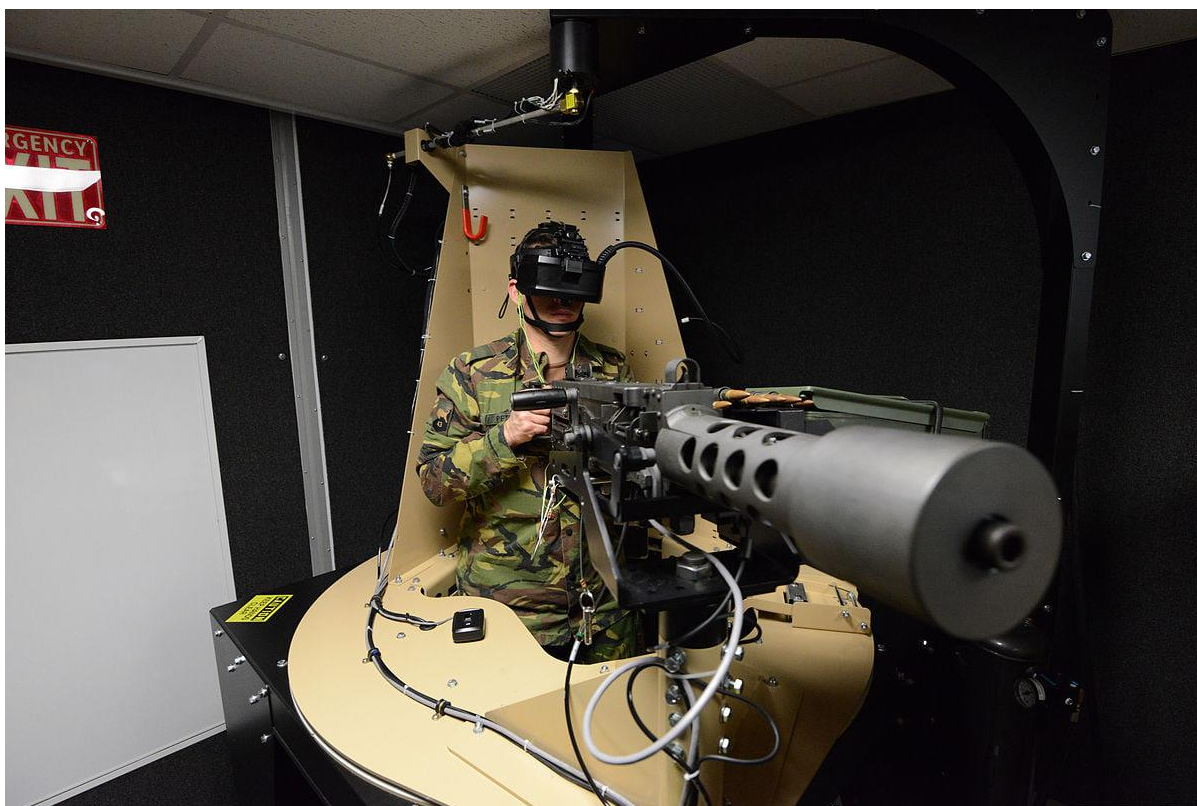


Рисунок 2.3 – Військовий у тренажері віртуальної реальності

За винятком класичних зразків техніки останнім часом набирають популярність FPV (First person view) дрони, які керуються як нескладно здогадатись із назви переважно за допомогою гарнітури віртуальної реальності, оскільки у військовій сфері даний вид озброєння став впроваджуватись паралельно із цивільним ринком, його вже встигли також «обкатати» цивільні, які собі могли дозволити VR гарнітуру та сам дрон. Насправді тренажери такого виду техніки також не важко знайти, вони є у відкритому доступі такі як наприклад «The drone racing league simulator».

Взагалі оскільки останнім часом VR стає популярним і на цивільному ринку багато компаній вкладають гроші в розробку нових симуляторів для поціновувачів даного девайсу. Окрім військової сфери останнім часом у відкритому доступі стає все більше VR орієнтованих симуляторів різної степені важкості, починаючи від достатньо простого і досить примітивного «Surgeon simulator», де ви відіграєте роль хірурга, до абсолютно новітнього та революційного Microsoft flight simulator, який є авіа симулятором нового покоління, та який може спробувати абсолютно кожен охочий, хоча справедливості заради для отримання максимально імерсивного досвіду потрібно буде придбати чимало додаткових пультів керування(рис. 2.4) окрім самої VR гарнітури, але з іншого боку наразі всю необхідну апаратуру теж можна замовити не роблячи при цьому державні замовлення, а просто замовивши через онлайн магазин.



Рисунок 2.4 – Набір апаратури для Microsoft flight simulator

Ясна річ такі симулятори не будуть замінити реальні навчання, головною їх метою є економія ресурсів, а саме боєприпасів та техніки, а також надання солдатам можливості відтворити реалістичні сценарії бойових дій, навчатися в умовах, що відтворюють реальність, та реагувати на різноманітні виклики, з якими вони можуть зіткнутися на полі бою. Це дозволяє їм розвивати не лише фізичні, а й когнітивні навички, такі як прийняття рішень, координація дій та стратегічне мислення. Крім того, віртуальна реальність дозволяє військовим проводити тренування в безпечних умовах, що зменшує ризики для життя та здоров'я солдатів.

Отже, використання віртуальної реальності у військовій сфері спрямоване на підвищення професійної компетентності військовослужбовців, забезпечення їхньої готовності до дій у реальних умовах, підвищення загальної ефективності військових операцій та економії ресурсів.

2.2 Використання VR технологій у навчанні

Віртуальна реальність відкриває безліч можливостей у сфері освіти: вона не лише робить можливим віртуальні музейні екскурсії більш захопливими, але й надає можливість хімікам або біологам проводити безпечні експерименти. Студенти образотворчого мистецтва можуть відвідати віртуальну художню галерею або виставити свої твори поруч з відомими картинами в улюбленому музеї. З ростом доступності необхідного обладнання розширюється спектр можливих застосувань віртуальної реальності в освіті, що продовжує зростати. Віртуальна реальність може революціонізувати методи навчання вчителів та процеси навчання учнів.

Під час уроків фізики учні можуть використовувати віртуальну реальність для моделювання впливу гравітації на навколишній світ і відчувати на власному досвіді, як виглядає ходьба по Місяцю чи іншим небесним тілам. Студенти можуть також відправитися на віртуальну екскурсію, щоб побачити, як працюють вітрові

електростанції або прискорювачі елементарних частинок. Крім того, вони можуть проводити фізичні експерименти, які в реальному житті було б небезпечно або важко відтворити.

Або використання віртуальної реальності може стати корисним для студентів-інженерів, надаючи їм захоплюючий спосіб безкоштовно проєктувати та створювати прототипи моделей. Крім того, вона дозволяє виявити та виправити багато проблем ще до створення фізичного прототипу. VR також корисна під час складання проєкту, оскільки студенти можуть візуалізувати процес складання в тривимірному просторі. Як зазначалось раніше, VR дозволяє студентам експериментувати зі сценаріями, які було б складно або небезпечно перевірити в реальному світі, наприклад, екстремальне навантаження на міст, і вивчати можливі наслідки таких сценаріїв.

Загалом у сфері освіти безліч прикладів застосування для VR, оскільки ця сама віртуальна реальність відносно нещодавно почала ставати масовою, за допомогою неї можна вивчати також: Іноземні мови, історію, географію, медицину тощо.

Використання VR у навчанні є перспективним напрямком, який надає безліч можливостей для створення захопливих та ефективних навчальних середовищ. Однією з основних переваг VR у навчанні є можливість створення інтерактивних та імерсивних навчальних просторів, які привертають увагу студентів і сприяють активному зануренню у вивчену тему, це дозволяє учням не лише спостерігати, а й взаємодіяти з навчальним матеріалом, що поліпшує їх розуміння та запам'ятовування. Крім цього, VR дозволяє персоналізувати навчальний процес, враховуючи індивідуальні потреби та особливості кожного учня, це стимулює індивідуальний розвиток і дозволяє кожному учневі працювати в темпі, яке відповідає його можливостям та інтересам. VR у навчанні також сприяє розвитку різних навичок, таких як критичне мислення, співпраця та прийняття рішень. Учні можуть експериментувати, вирішувати проблеми та взаємодіяти з реальними або віртуальними ситуаціями, що сприяє їхньому загальному розвитку та підготовці до різних життєвих ситуацій [20].

Загалом, використання засобів VR у навчанні відкриває широкі можливості для створення захопливих, ефективних та інноваційних навчальних середовищ, які сприяють якісному розвитку та навчанню учнів.

Також потенційні власники VR класів у своїх школах можуть зіткнутися з великою кількістю підводних каменів, що будуть стояти на заваді впровадження такої практики в освітній процес. Впровадження віртуальної реальності в освітній процес у класних кімнатах є витратним завданням, яке потребує значних фінансових ресурсів. Перш за все, необхідно враховувати витрати на придбання необхідного обладнання та програмного забезпечення. Окрім цього, для успішного впровадження VR необхідно здійснювати інвестиції в навчання вчителів та шкільного персоналу, щоб вони могли ефективно використовувати ці технології в навчальному процесі. У зв'язку з цими фінансовими обмеженнями, технології віртуальної реальності мають ще більше розвинути, щоб стати більш доступними для використання у школах та інших освітніх установах, хоча зараз вартість цих систем може бути високою, та з часом вона знижується, що дозволяє їм стати більш доступними для бюджетів закладів освіти. Ключові зацікавлені сторони на всіх рівнях освіти повинні уважно розглянути впровадження інструментів віртуальної реальності у навчальні програми. Ключовим аспектом успішного застосування є розуміння, як саме віртуальна реальність може сприяти досягненню освітніх цілей кожного уроку. Даний аспект обов'язково має бути інтегровано в ширший, стратегічний план, який включає різноманітні методи стимулювання зацікавленості учнів у навчанні та експериментуванні. При впровадженні віртуальної реальності в навчальний процес важливо пам'ятати про можливість виключення деяких учнів, які не можуть скористатися цією технологією. Наприклад, особи з порушеннями зору або слуху можуть зіткнутися з труднощами або навіть не мати можливості брати участь у заняттях, де використовується віртуальна реальність. Тому важливо забезпечити рівний доступ до цієї технології для всіх учнів, щоб вони могли одержати позитивний досвід навчання та реалізувати свій навчальний потенціал. Як зазначалося раніше, витрати на обладнання для віртуальної реальності можуть стати перешкодою, особливо у

менш забезпечених регіонах.

Існує багато прикладів впровадження VR навчання у школах та університетах за кордоном, в Україні така практика нажаль не є поширеною в основному через брак фінансування. Але з-поміж всього можна виділити кафедру комп'ютеризованих систем у Львівській політехніці, студенти якої мають доступ до VR технологій, та мають нагоду навчатись за допомогою них, окрім цього розробляють віртуальне середовище, у якому, майбутні або недосвідчені лікарі зможуть бути присутніми на справжніх операціях різного характеру (рис. 2.5). Для коректної роботи, як зазначають студенти треба мати саму VR гарнітуру, також у процесі вивчення процесу операцій має бути присутнім викладач, який буде коментувати та консультувати студента з приводу кожної дії учасників операції. Студенти зазначають, що даний застосунок з повноцінним оглядом операційної кімнати зможе неабияк поліпшити навчальний процес та покращити розуміння своєї справи їхнім колегам з медичного факультету [23].

За словами студента програми «Інтернет речей» у Львівській політехніці, *«Вони зможуть бачити перебіг операції. Вони зможуть майже вживу перебувати в 360-градусному відео. Крім того, вони зможуть переглядати це відео разом із своїм професором, іншими студентами, ділитись своїми думками. Професор зможе пояснювати хід операції для них».*



Рисунок 2.5 – Студенти Львівської Політехніки, які розробляють віртуальне середовище для лікарів

2.3 Використання гейміфікації у навчанні

За останні 20 років гейміфікація та ігрове навчання почали стрімко набирати оберти. Ці підходи до навчання виявилися ефективними не лише у розвинених країнах, а й у розвиваючихся, таких як Україна. Їх впровадження стає все більш поширеним явищем в освітній сфері, адже вони стимулюють мотивацію до навчання, підвищують інтерес учнів та сприяють активному залученню до навчального процесу.

Гейміфікація, як метод навчання, ґрунтується на ідеї використання елементів гри для досягнення цілей навчання. Вона включає в себе створення ігрових ситуацій, використання балів, рівнів, нагород та інших механік, що стимулюють учнів до активної участі та досягнення певних результатів. Ігрове навчання, у свою чергу, базується на ідеї використання ігор як основного засобу передачі знань та навичок. Цей підхід акцентує не тільки на засвоєнні матеріалу, але й на розвитку креативного мислення, комунікаційних та проблемно-розв'язуючих навичок. Однією з головних переваг використання гейміфікації та ігрового навчання є їх можливість зробити навчання більш привабливим та захоплюючим для учнів. Гра – це природний спосіб вивчення світу для багатьох людей, тому вона привертає увагу та заохочує до взаємодії. Використання елементів гри у навчальному процесі може зробити його більш динамічним та цікавим, що сприяє покращенню результатів. Крім того, гейміфікація та ігрове навчання можуть сприяти покращенню співпраці та комунікації між учнями. Багато ігор та гейміфікованих завдань передбачають спільну діяльність та взаємодію учасників, що сприяє розвитку командної роботи та соціальних навичок. Однак, важливо розуміти, що гейміфікація та ігрове навчання - це лише інструменти, які можуть бути ефективними лише при правильному підході до їх використання [22]. Вони не є універсальним рішенням для всіх ситуацій, і їх впровадження потребує уважного аналізу конкретної навчальної ситуації та потреб учнів. Також важливо забезпечити баланс між грою та серйозністю навчального процесу, щоб уникнути

втрати академічного змісту.

У підсумку, гейміфікація та ігрове навчання можуть бути потужними інструментами для стимулювання навчання та розвитку учнів. Вони пропонують нові можливості для залучення та мотивації учнів, покращення комунікації та співпраці. Однак їх успішне впровадження вимагає ретельного планування та адаптації до конкретних умов навчання. Також варто зазначити, що хоча переваги гейміфікації беззаперечні, цей підхід не є універсальним рішенням для всіх сфер. У деяких сферах, таких як законодавча, де люди мають справу із серйозними та нагальними завданнями, додавання ігрових елементів може виглядати не доцільно. Це може відволікати увагу від суттєвих проблем і перешкодити їх вирішенню.

Важко навести якийсь конкретний приклад гейміфікації у освітньому процесі, так як у різних учбових закладах застосовують різний підхід до проектування гейміфікованого процесу оскільки його застосування залежить від конкретних цілей, потреб учнів та можливостей вчителя чи навчального закладу. Але все ж можна виділити деякі платформи на кшталт вже раніше згаданого Codewars, які користуються великим попитом у різних навчальних закладах.

Duolingo – популярний додаток для вивчення мов, який ефективно використовує гейміфікацію в освітньому процесі. Він застосовує різні методи, такі як рівні, досягнення, спеціальні нагороди та рейтинги, щоб стимулювати і зацікавлювати учнів. *Duolingo* вдало поєднує всі ці елементи, щоб забезпечити захопливий досвід навчання. Крім того, його яскравий дизайн з привабливими кольорами надає навчальному процесу додаткової енергії і стимулює до подальших успіхів.

Kahoot! Процес гри в *Kahoot!* починається з того, що викладач створює вікторину або іншу інтерактивну гру на платформі *Kahoot!* Після цього викладач проектує гру на екрані в класі, а учні підключаються до гри за допомогою своїх пристроїв (наприклад, смартфонів або комп'ютерів) та вводять унікальний пін-код гри. Коли учні підключаються до гри, викладач стартує гру, і на екрані відображається перше питання разом з варіантами відповідей. Учні мають обмежений час на вибір правильної відповіді. Коли час вичерпується або всі

учасники відповідають, відображається результат, де показано, хто дав правильну відповідь та його бали. Після кожного питання гра продовжується з наступними питаннями, а учасники збирають бали за правильні відповіді. У кінці гри відображається загальний рейтинг, де учасники можуть побачити свої результати та порівняти їх з іншими гравцями.

Quizlet - це інноваційна програма, яка використовує ігрові елементи для створення захоплюючих та доступних вікторин для вивчення навчального матеріалу. Дослідження показують, що користувачі цієї програми навчаються швидше та з більшим захопленням, порівняно з тими, хто використовує традиційні методи, такі як флеш-картки.

Ці навчальні сервіси із застосуванням гейміфікації є одними з найпопулярніших, але варто розуміти, що насправді їх існує достатньо велика кількість і з кожним роком стає все більше [24] [25].

2.4 Використання ігор у навчанні

Ігрове навчання – на відміну від гейміфікації спирається на підхід, який передбачає взаємодію учнів не з просто з гейміфікованою платформою, а з повноцінною грою нахшталт вже згадуваної у першому розділі *while true learn()*, яка є основним засобом передачі навчального матеріалу. Вона може бути створена у формі серйозних ігор або симуляцій, які відображають реальні ситуації або процеси. Ігрове навчання користується значно меншою популярністю через достатньо невелику бібліотеку навчальних продуктів, та через скептичне ставлення викладачів до них. Але все ж ігрове навчання має місце бути, адже тут як і у випадку з гейміфікацією, Треба зберігати баланс між грою та загальним навчальним процесом щоб досягти максимальної ефективності.

Одним з яскравих прикладів такої гри є *Minecraft Education Edition* (рис. 2.6) [26], яка являє собою навчальну версію популярної відеогри, яка використовується

в освітніх закладах для підтримки навчання та розвитку навичок учнів. Ця версія гри була спеціально розроблена для використання в навчальних програмах та має великий потенціал для стимулювання творчості, співпраці та вирішення проблем. Одним з ключових елементів гри є можливість використання гри як інтерактивного інструмента для вивчення різних предметів, включаючи математику, науку, мови, мистецтво та соціальні науки. Учні можуть будувати власні віртуальні світи, досліджувати різні концепції та створювати проекти, які демонструють їхнє розуміння матеріалу. Також Minecraft: Education Edition сприяє розвитку різних навичок, таких як співпраця, комунікація, критичне мислення та проблемне вирішення. Учні можуть працювати разом над спільними проектами, вирішувати завдання в групах та обмінюватися ідеями, щоб досягти спільних цілей. Крім того, гра надає вчителям можливість створювати та налаштовувати навчальні сценарії та завдання, що відповідають конкретним навчальним потребам їх учнів. Вони можуть інтегрувати у гру різноманітні навчальні ресурси, створювати випробування та завдання, а також встановлювати умови та обмеження, щоб підтримати академічну дисципліну та цілі [27].



Рисунок 2.6 – Постер гри Minecraft Education Edition

Загалом, Minecraft Education Edition є потужним інструментом, який може збагатити навчальний процес, а також сприяти розвитку навичок та творчості учнів. Його використання може стимулювати інтерес до навчання, збільшувати залученість учнів та сприяти їхньому особистісному і академічному зростанню.

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПТУ VR ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНЖЕНЕРІВ З ЕЛЕМЕНТАМИ ГЕЙМІФІКАЦІЇ

3.1 Розробка інфраструктури та технічних рішень

Розглянемо процес реалізації концепту VR тренажера для комп'ютерних інженерів. Цей процес включає в себе інформацію про вибір рушія, процес створення VR застосунку, вибір гарнітури, опис ігрового процесу, впровадження однокористувацького та багатокористувацького досвіду, створення власних світів або проходження задалегідь заготовлених рівнів, опис гейміфікованих механізмів, які будуть застосовані у тренажері, та можливості масштабування.

Створення VR тренажера – це складне завдання, яке вимагає уваги до деталей, користувацького досвіду і розуміння того, як ефективно використовувати гейміфікацію у подібних продуктах. Головною метою будь-якої успішного тренажера є створення приємного та захоплюючого досвіду для користувачів, який стимулює їх продовжувати тренуватись. Щоб досягти цього, розробники повинні враховувати різні аспекти, такі як механіка залучення, наприклад сюжетна лінія, дизайн інтерфейсу та аудіовізуальний зворотній зв'язок.

Метою створення такого тренажера є навчання комп'ютерних інженерів навичкам збірки, обслуговування та ремонту ПК і його компонентів, роботи з серверами, мережевим обладнанням, кабелями, підключенням у комутаційних шафах та серверних. Унікальність тренажера полягає у тому, що він знаходитиметься в віртуальній реальності. Він буде сумісний з різними видами VR периферії, включаючи VR гарнітури та рукавиці, що дозволить користувачам відчувати більш глибоке занурення в процес навчання. Але все ж бажаним набором для виконання завдань на даному тренажері буде технологія VR з ефектом повного занурення та рукавичками для забезпечення коректної роботи тренажера та запровадження найкращого досвіду (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Набір для взаємодії з тренажером (VR гарнітура та рукавички)

Для початку варто обрати рушій на якому буде базуватись тренажер. За основу було прийнято взяти рушій Unreal Engine 5 (рис. 3.2). Вибір даного рушія є обґрунтованим тим, що він досить добре оптимізований, оскільки написаний мовою програмування C++, а також універсальний та має потужний інструментарій для розробки VR-додатків. Перш за все, Unreal Engine 5 надає широкі можливості для реалізації віртуальної реальності. Рушій має вбудовану підтримку VR, що дозволяє розробникам створювати імерсивні середовища. Завдяки вбудованій підтримці VR, розробники можуть швидко і ефективно створювати віртуальні сценарії та досліджувати їх в реальному часі. У цілому, використання даного рушія для розробки тренажера є логічним вибором, оскільки цей рушій не лише підтримує VR, а й надає широкі можливості для створення імерсивних дослідницьких середовищ. Його потужний інструментарій та оптимізація роблять його ідеальним вибором для реалізації амбіційних інноваційних проєктів у сфері віртуальної реальності.



Рисунок 3.2 – Логотип рушія Unreal Engine

3.2 Опис процесу роботи з тренажером

У процесі створення VR тренажера необхідно забезпечити привабливі елементи процесу взаємодії, які будуть мотивувати користувачів до виконання завдань та проходження рівнів. Це може бути досягнуто через впровадження систем нагород, які стимулюватимуть конкуренцію між учнями. Крім того, важливо, щоб тренажер мав чіткі цілі та виклики, які мають значення для учнів, щоб забезпечити їх зацікавленість на тривалий час [29].

Одразу запустивши тренажер користувачу буде запропоновано увійти у свій профіль або створити новий, таким чином прогрес кожного користувача буде зберігатись не локально, а у хмарі. Першим кроком після логування у свій профіль пропонується створення аватару власного персонажу, та персонажу віртуального мережевого асистенту. Користувач має можливість налаштувати свого асистента, вибрати його зовнішній вигляд. Цей персонаж стає вірним супутником на всьому шляху. В подальшому він буде допомагати користувачеві різними впливаючими підказками про всілякі пристрої, які наявні у тренажері, а також якщо користувач заплутається він зможе попросити асистента про підказку, важливо, щоб підказки не казали прямо, що треба зробити, а мали наводячий характер, аби користувач зміг сам здогадатись, що від нього потребується. Після створення акаунту та

налаштування асистенту користувач потрапляє у середовище віртуального офісу інженера. Ця локація виступає своєрідним лобі, замінюючи головне меню, такий елемент додає ефект присутності. Користувач зможе пересуватись цим офісом та вивчати його паралельно звикаючи до віртуального оточення, також користувач може створювати або сесію на одного або на декілька користувачів, тренажером передбачене спільні світи як через локальну мережу так і через інтернет, у випадку сесії через інтернету передбачено текстовий та голосовий чати, у яких користувачі зможуть комунікувати один з одним.

І ось коли сесія вже створена, користувач обрав однокористувацький чи багатокористувацький режим, він може підійти до столу з комп'ютером, який стоїть по центру кімнати та обрати куди він або вони відправляться. На вибір будуть представлені 2 режими.

З огляду на те, що тренажер передбачає як роботу з апаратними комплектуючими комп'ютера так і з мережевим обладнанням користувачу буде запропоновано пройти сюжетний режим. У якому користувач стає частиною захоплюючої історії, яка розгортається на тлі становлення комп'ютерного інженера.

Історія поділена на три блоки, такий підхід надає користувачу можливість пройти шлях від студента першого курсу до відомого спеціаліста. У кожному блоці користувач зустрічається з новими завданнями, починаючи з простих та поступово переходячи до складніших. Відкриття нових завдань відбувається за принципом набору балів, отриманих за попередні завдання (максимум 3 бали за завдання, щоб не обтяжувати користувачів зайвими розрахунками), що стимулює користувача до постійного розвитку та покращення навичок.

У першому блоці на користувача чекають завдання із взаємодії з апаратною частиною комп'ютера (від найлегшого до складнішого). У другому блоці будуть завдання зі створення та налаштування мережевого обладнання, а в третьому комбіновані завдання із збіркою або ремонтом комп'ютерів, встановленням та налаштуванням мережевого обладнання, у даному розділі будуть завдання підвищеної складності.

На противагу сюжетному режиму, у тренажері буде доступний режим «пісочниці». Режим «пісочниці» відкриває перед користувачем усі можливості тренажера одразу. Тут він може вільно експериментувати, створюючи власні проєкти та вирішуючи різноманітні завдання. Цей режим дозволяє випробувати всі аспекти тренажера без обмежень та набиратися досвіду у самостійному вирішенні проблем. Також він дозволяє створювати багато різних світів, у кожному з яких буде будувати якийсь проєкт.

В обох режимах користувач має можливість взаємодіяти з віртуальним середовищем, виконуючи завдання з взаємодії з апаратною та мережевою частиною комп'ютерів. Він вивчає різноманітні технології, створює та налаштовує мережеве обладнання, вирішує проблеми та робить важливі рішення. Кожне завдання стає викликом, що допомагає розвивати навички та здобувати нові знання, а відчуття досягнення та прогресу, яке дає заряд дофаміну від успішного вирішення завдань, надає мотивацію для подальшого розвитку. Кожен успішно пройдений блок в історії або новий проєкт в режимі «пісочниці» стає кроком до досягнення мети – стати справжнім професіоналом у світі комп'ютерної інженерії.

3.3 Опис гейміфікаційних елементів використаних у тренажері

У цьому тренажері елементи гейміфікації використовуються для стимулювання мотивації гравців, підвищення зацікавленості та активізації навчального процесу. Одним з основних елементів є система досягнень та нагород. Користувачі отримують відзнаки за виконання завдань, досягнення певної цілі чи вирішення складних проблем. В даному випадку це бали які стимулюють гравців до подальших зусиль, та продовження історії, як елемент зацікавлення. Іншим важливим елементом є система рівнів та прокачки навичок. Користувачі поступово просуваються вгору до більш складних рівнів, отримуючи нові можливості, додаткові функції та доступ до складніших завдань, цей процес прокачки мотивує

гравців до постійного вдосконалення та розвитку. Також наявний аспект персоналізації, який сприяє кращому зануренню у навчальний процес, оскільки користувач зможе створити свій унікальний аватар. Нарешті, соціальний аспект гейміфікації дозволяє користувачам спілкуватися та співпрацювати один з одним. Можливість обміну досвідом, підтримки та співпраці з іншими користувачами робить навчання більш ефективним та захоплюючим.

Усі ці елементи допомагають зробити віртуальний тренажер для комп'ютерних інженерів не лише корисним інструментом для навчання, але й захоплюючою ігровою платформою, що стимулює досягнення та розвиток. Вони створюють сприятливе середовище для активного вивчення та вдосконалення навичок у сфері комп'ютерної інженерії.

3.4 Можливі сфери застосування VR тренажера

Віртуальний тренажер для комп'ютерних інженерів є потужним інструментом, який може знайти широке застосування у різних сферах технологій та навчання. Однією з основних сфер є освітні заклади, де він може бути використаний для практичного навчання студентів та підготовки майбутніх фахівців у галузі комп'ютерної інженерії. Студенти можуть отримати практичний досвід роботи з різними видами апаратного та програмного забезпечення, вирішуючи реальні проблеми та виконуючи реальні завдання, що підготовляє їх до ефективної роботи у майбутньому.

Ще однією сферою застосування є компанії та організації, які можуть використовувати тренажер для підготовки своїх працівників, а також для перевірки їхніх навичок та кваліфікації. Віртуальний тренажер дозволяє проводити ефективно та економічно вигідне навчання без необхідності витрачати ресурси на створення та обслуговування реальних технічних інфраструктур.

Крім того, тренажер може бути корисним для самостійного навчання та

підвищення кваліфікації фахівців у галузі комп'ютерної інженерії, він надає можливість отримати практичний досвід роботи з різними системами та технологіями без необхідності відвідувати спеціалізовані курси чи навчальні заклади.

Також важливою сферою застосування є дослідницька діяльність у галузі комп'ютерної інженерії. Тренажер може бути використаний для проведення експериментів та досліджень у сфері мережевої інженерії, а також для вивчення нових технологій та розробки інноваційних рішень.

Отже, віртуальний тренажер для комп'ютерних інженерів має широкі перспективи застосування у навчанні, підготовці фахівців, дослідницькій роботі та самостійному навчанні. Він дозволяє отримати практичний досвід роботи з різними системами та технологіями, покращуючи навички та підвищуючи кваліфікацію користувачів.

Можливості реалізації тренажера. Хоча віртуальний тренажер для комп'ютерних інженерів має великий потенціал, включаючи можливість практичного навчання у віртуальному середовищі, він також має свої недоліки, особливо у контексті важкості реалізації та дороговизні облаштування середовища.

Перш за все, реалізація такого тренажера може бути вкрай складною та часозатратною. Інтеграція віртуальної реальності з навчальними програмами та системами може потребувати великих зусиль у розробці та налагодженні. Необхідно створити реалістичне віртуальне середовище, яке відтворюватиме реальні сценарії та проблеми, з якими стикаються комп'ютерні інженери. Це може вимагати значних фінансових та технічних ресурсів. (дод. А,Б,В)

Також одним із найбільших викликів є дороговизна облаштування віртуального середовища. Для використання віртуальної реальності потрібне спеціальне обладнання, таке як VR-гарнітури, які наразі коштують дуже дорого. Крім того, необхідно мати потужні комп'ютери з потужними процесорами, великим об'ємом оперативної пам'яті та відповідними графічними процесорами для забезпечення плавної роботи віртуального середовища. Це буде коштувати занадто

дорого для навчальних закладів чи компаній, що бажають впровадити такі тренажери.

Додатковою проблемою може бути необхідність постійного оновлення та підтримки віртуального середовища. Технології швидко змінюються, і для того, щоб тренажер був ефективним, його потрібно постійно модернізувати та адаптувати до нових вимог та стандартів.

Перспективи масштабування тренажера. Якщо все ж таки тренажер вдасться реалізувати, то у нього буде великий потенціал розвиватись і після офіційного релізу, це може стати ключовим фактором для забезпечення його успішності та актуальності в майбутньому. Однією з основних можливостей масштабування є додавання нових рівнів з оновленнями, які розширяють функціонал і розвиватимуть сюжетний режим. Це може включати нові локації, завдання та складність завдань, що зробить гру більш цікавою та захоплюючою для користувачів. Додаткові рівні можуть бути доступні у вигляді доповнень, які користувачі можуть придбати окремо або у складі підписки.

Ще однією важливою можливістю є створення майстерні, де користувачі матимуть змогу створювати свої власні світи з різними сценаріями та ділитись ними з іншими користувачами. Це розширить можливості тренажера та надасть можливість користувачам виявити свою творчість та співпрацювати один з одним у створенні нових контентів. Такий підхід дозволить тренажеру залишатися актуальним та цікавим протягом тривалого часу, а також залучати більше користувачів та сприяти розвитку спільноти.

Також чудовою практикою буде, введення системи форумів, де користувачі зможуть обговорювати різні рішення для завдань та голосувати за найкращі, може стати додатковим інструментом для взаємодії та співпраці між учасниками. Це сприятиме обміну досвідом та знаннями між користувачами.

Такі можливості масштабування дозволять віртуальному тренажеру залишатися актуальним та цікавим для користувачів, а також надати їм можливість брати активну участь у його розвитку та вдосконаленні.

ВИСНОВКИ

У сучасному освітньому середовищі, де зростає обсяг інформації, необхідно шукати нові, ефективні методи її передачі, щоб забезпечити краще засвоєння матеріалу. Використання технології VR та гейміфікації стає важливим кроком у цьому напрямі. VR створює можливість взаємодії з штучними світами, а гейміфікація додає до навчального процесу елементи гри, роблячи його більш цікавим.

Аналізуючи досвід використання віртуальної реальності (VR) та гейміфікації в навчанні, виявлено широкі можливості цих технологій. Відомо, що VR технології вже давно використовуються в військовій сфері, де вони активно застосовуються для навчання різних родів військ. Це підтверджується прикладами використання VR технологій НАТО та Збройних Сил України.

Застосування VR та гейміфікації в навчанні відкриває широкі перспективи для освіти. Вони дозволяють створювати захопливе навчальне середовище, де студенти можуть отримувати знання та розвивати навички у віртуальній реальності. Такий підхід дає можливість безпечно проводити експерименти та дослідження в хімії, біології та інших науках, що вимагають спеціальних умов.

Більше того, гейміфікація навчання з VR технологіями може стимулювати інтерес студентів до навчання та сприяти їхньому більш ефективному розвитку. Такий підхід може мати далекосяжний вплив на майбутнє освіти, надаючи студентам нові можливості для навчання та розвитку.

У підсумку, можна зазначити, що VR та гейміфікація мають значний потенціал для вдосконалення освітнього процесу. Їх використання допомагає зробити навчання більш цікавим, ефективним та доступним, сприяючи кращому засвоєнню знань та розвитку практичних навичок. Правильне використання цих технологій може змінити підхід до навчання та відкрити нові можливості для студентів у вивченні різних дисциплін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Virtual reality, VR. IT-Enterprise – your one-stop platform for digital transformation | www.it.ua. URL: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/virtualnaja-realnost-vr> (дата звернення: 18.04.2024).
2. Virtual reality headset: how does it work? | Healthy Mind. *Healthy Mind*. URL: https://healthymind.fr/en/virtual-reality-headset-how-does-it-work/#pll_switcher (дата звернення: 18.04.2024).
3. How does virtual reality work? The ultimate guide - XR today. *XR Today*. URL: https://www-xrtoday-com.translate.goog/virtual-reality/how-does-virtual-reality-work/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=uk&x_tr_hl=uk&x_tr_pto=sc (дата звернення: 19.04.2024).
4. Gamification Misunderstood: How Badly Executed and Rhetorical Gamification Obscures Its Transformative Potential. URL: https://www.researchgate.net/publication/331533216_Gamification_Misunderstood_How_Badly_Executed_and_Rhetorical_Gamification_Obscures_Its_Transformative_Potential (дата звернення: 19.04.2024).
5. Стаття "Застосування гейміфікації у навчанні". *Освітній проєкт «На Урок» для вчителів*. URL: <https://naurok.com.ua/stattya-zastosuvannya-geymifikaci-u-navchanni-141251.html> (дата звернення: 20.04.2024).
6. Ponder L. L. &. The codewars experience. *Medium*. URL: <https://medium.com/@livelongandponder/the-codewars-experience-b1b6cd145517> (дата звернення: 20.04.2024).
7. Техніки та Стратегії для Гейміфікації Навчального Досвіду – Learning Experience Design Blog. *eLearning Widgets and AI tools for Articulate Storyline and Adobe Captivate | Custom Learning Solutions*. URL: <https://cutt.ly/weexwYpD> (дата звернення: 22.04.2024).
8. Honor | the codewars docs. *Codewars | The Codewars Docs*. URL: <https://docs.codewars.com/gamification/honor/> (дата звернення: 22.04.2024).

9. Liem A. Embracing the coding challenge: a biz guy's journey on codewars. *LinkedIn: Log In or Sign Up*. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/embracing-coding-challenge-biz-guys-journey-codewars-andre-liem-g0yic/> (дата звернення: 22.04.2024).
10. Steam Community :: while True: learn(). *Steam Community*. URL: <https://steamcommunity.com/app/619150> (дата звернення: 22.04.2024).
11. Yao W. EduGame Critique: WHILE TRUE: LEARN(). *Medium*. URL: <https://medium.com/@weiyao2/edugame-critique-while-true-learn-693bb739e1b6> (дата звернення: 23.04.2024).
12. The Editors of Encyclopaedia Britannica. Link Trainer | flight simulator. *Encyclopedia Britannica*. URL: <https://www.britannica.com/technology/Link-Trainer> (дата звернення: 24.04.2024).
13. Історія віртуальної реальності. *Гвара Медіа*. URL: <https://gwaramedia.com/istoriia-virtualnoi-realnosti/> (дата звернення: 24.04.2024).
14. Link trainer flight simulator. *Naval Air Station Fort Lauderdale Museum*. URL: <https://www.nasflmuseum.com/link-trainer.html> (дата звернення: 24.04.2024).
15. The birth of stereoscopy: wheatstone on binocular vision 1838, original source - the stereosite. *the stereosite*. URL: <https://stereosite.com/collecting/the-birth-of-stereoscopy-wheatstone-on-binocular-vision-1838-original-source/> (дата звернення: 24.04.2024).
16. Wheatstone's reflective stereoscope – stock image - C027/5743. *Science Photo Library*. URL: <https://www.sciencephoto.com/media/702212/view/wheatstone-s-reflective-stereoscope> (дата звернення: 26.04.2024).
17. Exploring virtual reality: historical overview. *Media Arts and Technology, UC Santa Barbara*. URL: <https://www.mat.ucsb.edu/~g.legrady/academic/courses/01sp200a/students/enricaLovaglio/VRsite/history.html> (дата звернення: 25.04.2024).
18. VBS4 | BISim. *Bohemia Interactive Simulations*. URL: <https://bisimulations.com/products/vbs4> (дата звернення: 01.05.2024).

19. VBS3 – де-факто стандарт НАТО для тренування українських солдатів. *АрміяInform* – Інформаційне агентство *АрміяInform*. URL: <https://armyinform.com.ua/2020/07/07/vbs3-de-fakto-standart-nato-dlya-trenuvannya-ukrayinskyh-soldativ/> (дата звернення: 01.05.2024).

20. VR in the classroom: benefits and drawbacks. *i3-Technologies: Interactive Displays for Business and Education*. URL: <https://www.i3-technologies.com/en/blog/stories/education/vr-in-the-classroom-benefits-and-drawbacks/> (дата звернення: 01.05.2024).

21. Файл: a soldier with the royal netherlands army sits on the gunner station while training in the training support activity europe's virtual clearance training suite as part of the european union's battle group 140221-a-fs311-062.jpg – вікіпедія. *Bikinedia*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Файл:A_soldier_with_the_Royal_Netherlands_Army_sits_on_the_gunner_station_while_training_in_the_Training_Support_Activity_Europe's_Virtual_Clearance_Training_Suite_as_part_of_the_European_Union's_Battle_group_140221-A-FS311-062.jpg (дата звернення: 01.05.2024).

22. AR BOOK БЛОГ: Відмінності між гейміфікацією й ігровим навчанням. URL: <https://arbook.info/vidminnosti-mizh-gejmifikacziyeyu-j-igrovim-navchannyam/> (дата звернення: 02.05.2024).

23. Операції у VR-форматі: студенти програми «Інтернет речей» розробляють застосунок для медиків | Національний університет «Львівська політехніка». | *Національний університет «Львівська політехніка»*. URL: <https://lpnu.ua/news/operatsii-u-vr-formati-studenty-prohramy-internet-rechei-rozrobliaiut-zastosunok-dlia-medykiv> (дата звернення: 04.05.2024).

24. Smartico: Gamification in e-Learning And Education: A Detailed Guide URL: <https://smartico.ai/gamification-e-learning-education/> (дата звернення: 04.05.2024).

25. 4 топові приклади впровадження гейміфікації в онлайн навчанні. *KWIGA.com*. URL: <https://kwiga.com/ua/blog/4-krashi-prikladi-gejmifikaciyi-v-onlajn-navchanni> (дата звернення: 04.05.2024).

26. What is minecraft education edition? *Minecraft: Education Edition*. URL: <https://education.minecraft.net/en-us/discover/what-is-minecraft> (дата звернення: 05.05.2024).

27. Українських освітян навчатимуть використовувати інноваційний інструмент Minecraft Education для навчання через гру – новини освіти | «Освіторія». *Освіторія* *Media*. URL: https://osvitoria.media/news/ukrayinskykh_oshvityan_navchatymut_vykorystovyvatu_in_novaciynyi_instrument_minecraft_edycation_dlya_navchannya/ (дата звернення: 05.05.2024).

28. Makeuseof: An Introduction to Unreal Engine 5 and What It Does URL: <https://www.makeuseof.com/unreal-engine-5-introduction/> (дата звернення: 08.05.2024).

29. Smartico: Virtual Reality Gamification: A New Frontier For User Engagement. URL: <https://smartico.ai/virtual-reality-gamification/> (дата звернення: 08.05.2024).

30. Hands-on: haptx's VR glove is the closest i've come to touching the virtual world. *Road to VR*. URL: <https://www.roadtovr.com/haptx-vr-force-feedback-glove-touching-the-virtual-world/2/> (дата звернення: 09.05.2024).

31. Гейміфікація як засіб підвищення мотивації учнів до навчання - Classtime. *Classtime*. URL: <https://www.classtime.com/blog/heimifikatsiya-zasib-pidvyshchennya-motyvatsiyi/> (дата звернення: 20.04.2024).

32. Osvitanova.com.ua. Топ 10 прикладів гейміфікації (перетворення у гру) в освіті, які змінять наше майбутнє. *Альтернативна освіта в Україні*. URL: <https://osvitanova.com.ua/posts/1143-top-10-prykladiv-heimifikatsii-peretvorennia-u-hru-v-osviti-iaki-zminiat-nashe-maibutnie> (дата звернення: 20.04.2024).

Ключові етапи розробки, витрати та штат співробітників

Етап	Опис	Тривалість	Штат
1. Дослідження та планування	Аналіз ринку, визначення цільової аудиторії, розробка концепції, створення технічного завдання	2 місяці	2 ос. - Маркетологи; 1 ос. - Бізнес-аналітик; 3 ос. - технічні спеціалісти
2. Прототипування	Створення базового прототипу тренажера на Unreal Engine 5, тестування основних функцій	3 місяці	5 ос. - Розробники; 2 ос. - Дизайнери
3. Розробка контенту	Моделювання 3D об'єктів, анімацій, створення сценаріїв навчання, інтеграція елементів гейміфікації	18 місяців	25 ос. - 3D художники; 15 ос. - Аніматори; 50 ос. - Розробники; 2 ос. - Педагоги
4. Інтеграція VR технологій	Інтеграція VR гарнітур та рукавиць, оптимізація для різних типів VR обладнання	5 місяці	15 ос. - Розробники; 5 ос. - Тестувальники
5. Тестування та налагодження	Внутрішнє та зовнішнє тестування, збір відгуків, виправлення помилок, покращення користувацького досвіду	3 місяці	15 ос. - Тестувальники; 2 ос. - UX/UI Дизайнери; 5 ос. - Розробники
6. Маркетинг та запуск	Розробка маркетингової стратегії, створення промо матеріалів, запуск продукту на ринку	1 місяці	5 ос. - Маркетологи; 1 ос. - PR Спеціаліст; 1 ос. - Дизайнер
7. Підтримка та оновлення	Регулярні оновлення контенту, підтримка користувачів, впровадження нових функцій	Постійно	5 ос. - Розробників; 2 ос. - Співробітники техпідтримки;

Штат розробників, етапи їх залучення та заробітна плата

Посада	Етапи	Кількість	Зарплата за місяць	Загальна зарплата за етап
Маркетолог	Дослідження та планування; Маркетинг та запуск	2 ос. - Дослідження та планування; 5 ос. - Маркетинг та запуск	\$4,000	\$16,000 (Дослідження та планування) + \$20,000 (Маркетинг та запуск) = \$36,000
Бізнес-аналітик	Дослідження та планування	1	\$5,000	\$10,000
Технічні спеціалісти	Дослідження та планування	3 ос. - Дослідження та планування	\$5,000	\$30,000
Розробник	Прототипування; Розробка контенту; Інтеграція VR технологій; Тестування та налагодження; Підтримка та оновлення	5 ос. - Прототипування; 50 ос. - Розробка контенту; 15 ос. - Інтеграція VR технологій; 5 ос. - Тестування та налагодження; 5 ос. - Підтримка та оновлення	\$6,000	\$90,000 (Прототипування) + \$5,400,000 (Розробка контенту) + \$450,000 (Інтеграція VR технологій) + \$90,000 (Тестування та налагодження) + \$360,000 (Підтримка та оновлення за рік) = \$6,390,000
Дизайнер	Прототипування; Тестування та налагодження; Маркетинг та запуск	2 ос. - Прототипування; 2 ос. - Тестування та налагодження; 1 ос. - Маркетинг та запуск	\$5,000 - Дизайнер; \$4,000 - UI/UX Дизайнер	\$30,000 (Прототипування) + \$24,000 (Тестування та налагодження) + \$5,000 (Маркетинг та запуск) = \$59,000
3D художник	Розробка контенту	25 ос. - Розробка контенту	\$5,500	\$2,475,000
Аніматор	Розробка контенту	15 ос. - Розробка контенту	\$5,500	\$1,485,000
Педагог	Розробка контенту	2 ос. - Розробка контенту	\$4,000	\$144,000
Тестувальник	Інтеграція VR технологій; Тестування та налагодження	5 ос. - Інтеграція VR технологій; 15 ос. - Тестування та налагодження	\$4,000	\$100,000 (Інтеграція VR технологій) + \$180,000 (Тестування та налагодження) = \$280,000
PR спеціаліст	Маркетинг та запуск	1 ос. - Маркетинг та запуск	\$5,000	\$5,000
Технічна підтримка	Підтримка та оновлення	2 ос. - Підтримка та оновлення	\$1,000	\$24,000 (щорічно)

Підсумкові витрати на заробітну плату за всі етапи

Етап	Витрати
Дослідження та планування	\$56,000
Прототипування	\$120,000
Розробка контенту	\$9,504,000
Інтеграція VR технологій	\$550,000
Тестування та налагодження	\$294,000
Маркетинг та запуск	\$30,000
Підтримка та оновлення (щорічно)	\$384,000

Орієнтовні витрати на програмне забезпечення: \$500,000

Орієнтовна сума на розробку та рік підтримки: \$11,438,000

Орієнтовні щорічні витрати на підтримку та оновлення: \$384,000

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ



**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**
Навчально-науковий інститут Інформаційних технологій
Кафедра Комп'ютерної інженерії

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
на тему: «Використання віртуальної реальності для підвищення
ефективності навчання з елементами гейміфікації»**

Виконав студент групи КІД-41
Матковський Станіслав Сергійович

Керівник кваліфікаційної роботи:
Бученко Ігор Анатолійович, старший
викладач кафедри КІ

Київ – 2024

Мета дослідження — в процесі дослідження будуть зачіпатись наступні питання:

- теоретичні основи використання технології VR та гейміфікації у навчанні;
- аналіз досвіду використання VR технологій та гейміфікації у навчанні;
- реалізація концепту VR тренажера для комп'ютерних інженерів з елементами гейміфікації.

Об'єкт дослідження — Дослідження та створення концепту інтерактивного тренажера з підтримкою Virtual Reality (надалі VR) технології для можливого впровадження його в освітній процес.

Предмет дослідження — Концепт інтерактивного тренажера для студентів із використанням технології VR.

Актуальність обраної теми

У світі постійних технологічних інновацій та швидкого розвитку інформаційних технологій, використання віртуальної реальності стає все більш актуальним у різних сферах життя. Зокрема, в галузі освіти віртуальна реальність відкриває широкі можливості для покращення процесу навчання та засвоєння знань. Інтеграція елементів гейміфікації у віртуальну реальність дозволяє створити цікаве та захоплююче середовище для навчання, яке сприяє активізації уваги, мотивації та залученню учнів.

Різноманіття VR гарнітур



Види VR контролерів



Взаємодія людей у VR квест кімнаті



Складові процесу гейміфікації



Орієнтовні етапи впровадження гейміфікації в освітній процес

1. визначення навчальних цілей;
2. визначення правильних ігрових механік;
3. впровадження системи складності;
4. додавання інтерактивних елементів
5. додавання наративних елементів
6. давати шанс на помилку
7. додавання соціальних елементів

Приклади застосування гейміфікації та ігрового навчання у освітніх процесах



Minecraft Education Edition



Codewars



While true learn()

Використання імерсивних симуляторів у військовій сфері



Авіатренажер «Link Trainer»



Військовий у тренажері «Virtual battlespace»

Приклади застосування VR у навчанні



Студенти Львівської Політехніки, які розробляють віртуальне середовище для лікарів

Розробка інфраструктури та технічних рішень для VR тренажера

Метою створення такого тренажера є навчання комп'ютерних інженерів навичкам збірки, обслуговування та ремонту ПК і його компонентів, роботи з серверами, мережевим обладнанням, тощо. Унікальність тренажера полягає у тому, що він знаходитиметься в віртуальній реальності. Він буде сумісний з різними видами VR периферії, включаючи VR гарнітури та рукавиці, що дозволить користувачам відчувати більш глибоке занурення в процес навчання. Але все ж бажаним набором для виконання завдань на даному тренажері буде технологія VR з ефектом повного занурення та рукавичками для забезпечення коректної роботи тренажера та запровадження найкращого досвіду



Ключові етапи розробки, витрати та штат співробітників

Етап	Опис	Тривалість	Штат
1. Дослідження та планування	Аналіз ринку, визначення цільової аудиторії, розробка концепції, створення технічного завдання	2 місяці	2 ос. - Маркетологи; 1 ос. - Бізнес-аналітик; 3 ос. - технічні спеціалісти
2. Прототипування	Створення базового прототипу тренажера на Unreal Engine 5, тестування основних функцій	3 місяці	5 ос. - Розробники; 2 ос. - Дизайнери
3. Розробка контенту	Моделювання 3D об'єктів, анімацій, створення сценаріїв навчання, інтеграція елементів гейміфікації	18 місяців	25 ос. - 3D художники; 15 ос. - Аніматори; 50 ос. - Розробники; 2 ос. - Педагоги
4. Інтеграція VR технологій	Інтеграція VR гарнітур та рукавиць, оптимізація для різних типів VR обладнання	5 місяці	15 ос. - Розробники; 5 ос. - Тестувальники
5. Тестування та налагодження	Внутрішнє та зовнішнє тестування, збір відгуків, виправлення помилок, покращення користувацького досвіду	3 місяці	15 ос. - Тестувальники; 2 ос. - UX/UI Дизайнери; 5 ос. - Розробники
6. Маркетинг та запуск	Розробка маркетингової стратегії, створення промо матеріалів, запуск продукту на ринку	1 місяці	5 ос. - Маркетологи; 1 ос. - PR Спеціаліст; 1 ос. - Дизайнер
7. Підтримка та оновлення	Регулярні оновлення контенту, підтримка користувачів, впровадження нових функцій	Постійно	5 ос. - Розробників; 2 ос. - Співробітники техпідтримки;

Штат розробників, етапи їх залучення та заробітна плата

Посада	Етапи	Кількість	Зарплата за місяць	Загальна зарплата за етап
Маркетолог	Дослідження та планування; Маркетинг та запуск	2 ос. - Дослідження та планування; 5 ос. - Маркетинг та запуск	\$4,000	\$16,000 (Дослідження та планування) + \$20,000 (Маркетинг та запуск) = \$36,000
Бізнес-аналітик	Дослідження та планування	1	\$5,000	\$10,000
Технічні спеціалісти	Дослідження та планування	3 ос. - Дослідження та планування	\$5,000	\$30,000
Розробник	Прототипування; Розробка контенту; Інтеграція VR технологій; Тестування та налагодження; Підтримка та оновлення	5 ос. - Прототипування; 50 ос. - Розробка контенту; 15 ос. - Інтеграція VR технологій; 5 ос. - Тестування та налагодження; 5 ос. - Підтримка та оновлення	\$6,000	\$90,000 (Прототипування) + \$5,400,000 (Розробка контенту) + \$450,000 (Інтеграція VR технологій) + \$90,000 (Тестування та налагодження) + \$360,000 (Підтримка та оновлення за рік) = \$6,390,000
Дизайнер	Прототипування; Тестування та налагодження; Маркетинг та запуск	2 ос. - Прототипування; 2 ос. - Тестування та налагодження; 1 ос. - Маркетинг та запуск	\$5,000 – Дизайнер; \$4,000 – UI/UX Дизайнер	\$30,000 (Прототипування) + \$24,000 (Тестування та налагодження) + \$5,000 (Маркетинг та запуск) = \$59,000
3D художник	Розробка контенту	25 ос. - Розробка контенту	\$5,500	\$2,475,000
Аніматор	Розробка контенту	15 ос. - Розробка контенту	\$5,500	\$1,485,000
Педагог	Розробка контенту	2 ос. - Розробка контенту	\$4,000	\$144,000
Тестувальник	Інтеграція VR технологій; Тестування та налагодження	5 ос. - Інтеграція VR технологій; 15 ос. - Тестування та налагодження	\$4,000	\$100,000 (Інтеграція VR технологій) + \$180,000 (Тестування та налагодження) = \$280,000
PR спеціаліст	Маркетинг та запуск	1 ос. - Маркетинг та запуск	\$5,000	\$5,000
Технічна підтримка	Підтримка та оновлення	2 ос. - Підтримка та оновлення	\$1,000	\$24,000 (щорічно)

Підсумкові витрати на заробітну плату за всі етапи

Етап	Витрати
Дослідження та планування	\$56,000
Прототипування	\$120,000
Розробка контенту	\$9,504,000
Інтеграція VR технологій	\$550,000
Тестування та налагодження	\$294,000
Маркетинг та запуск	\$30,000
Підтримка та оновлення (щорічно)	\$384,000

Орієнтовні витрати на програмне забезпечення: \$500,000

Орієнтовна сума на розробку та рік підтримки: \$11,438,000

Орієнтовні щорічні витрати на підтримку та оновлення: \$384,000

ВИСНОВКИ

У сучасному освітньому середовищі, де зростає обсяг інформації, необхідно шукати нові, ефективні методи її передачі, щоб забезпечити краще засвоєння матеріалу. Використання технології VR та гейміфікації стає важливим кроком у цьому напрямі. VR створює можливість взаємодії з штучними світами, а гейміфікація додає до навчального процесу елементи гри, роблячи його більш цікавим.

Аналізуючи досвід використання віртуальної реальності (VR) та гейміфікації в навчанні, виявлено широкі можливості цих технологій. Відомо, що VR технології вже давно використовуються в військовій сфері, де вони активно застосовуються для навчання різних родів військ. Це підтверджується прикладами використання VR технологій НАТО та Збройних Сил України.

Застосування VR та гейміфікації в навчанні відкриває широкі перспективи для освіти. Вони дозволяють створювати захопливе навчальне середовище, де студенти можуть отримувати знання та розвивати навички у віртуальній реальності. Такий підхід дає можливість безпечно проводити експерименти та дослідження в хімії, біології та інших науках, що вимагають спеціальних умов.

ПРОДОВЖЕННЯ ВИСНОВКІВ

Більше того, гейміфікація навчання з VR технологіями може стимулювати інтерес студентів до навчання та сприяти їхньому більш ефективному розвитку. Такий підхід може мати далекосяжний вплив на майбутнє освіти, надаючи студентам нові можливості для навчання та розвитку.

У підсумку, можна зазначити, що VR та гейміфікація мають значний потенціал для вдосконалення освітнього процесу. Їх використання допомагає зробити навчання більш цікавим, ефективним та доступним, сприяючи кращому засвоєнню знань та розвитку практичних навичок. Правильне використання цих технологій може змінити підхід до навчання та відкрити нові можливості для студентів у вивченні різних дисциплін.

Результати впровадження

1. Бученко І. А., Матковський С.С. Віртуальна реальність як інструмент підвищення ефективності навчання. «Сучасний стан та перспективи розвитку IoT»: V Науково-технічна конференція., м. Київ, 18 квіт. 2024 р. Відправлено на друк. URL
2. Бученко І. А., Матковський С.С. Інтерактивний підхід до вивчення студентами сучасних технологій. «Застосування програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних технологіях»: Всеукраїнська науково-технічна конференція., м. Київ, 24 квіт. 2024 р. С. 365-366. URL:
https://duikt.edu.ua/uploads/p_2661_45497999.pdf