

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет \_\_\_\_\_ Комп'ютерних наук \_\_\_\_\_  
(повна назва)

Кафедра \_\_\_\_\_ Програмної інженерії \_\_\_\_\_  
(повна назва)

**АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА**

**Пояснювальна записка**

рівень вищої освіти – другий (магістерський)

\_\_\_\_\_ Дослідження методів гейміфікації навчання у середовищі віртуальної \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ реальності з використанням ейдетичних методик \_\_\_\_\_  
(тема)

Виконав: студент 2 курсу, групи \_\_\_\_\_ ПЗСм-19-1 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Сушинський І. К. \_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали)

спеціальності \_\_\_\_\_ 121 – Інженерія програмного забезпечення \_\_\_\_\_  
(код і повна назва спеціальності)

Освітньо-професійної програми

\_\_\_\_\_ Програмне забезпечення систем \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_ к. т. н., доц. Назаров О. С. \_\_\_\_\_  
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту  
Зав. кафедри, проф.

\_\_\_\_\_

2020 р

З. В. Дудар

## ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Факультет Комп'ютерних наукКафедра Програмної інженерії

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення  
(код і повна назва)Тип програми освітньо-наукова програмаОсвітня програма Програмне забезпечення систем

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ****НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ**студентові Сушинському Ігорю Костянтиновичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження методів гейміфікації навчання у середовищі  
віртуальної реальності з використанням ейдетичних методик

затверджена наказом університету від “\_\_\_” \_\_\_ 20 \_\_\_ р. № \_\_\_\_\_

заповнюється вручну після отримання наказу

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії

3. Вихідні дані до роботи Розробити VR додаток гейміфікації процесу навчання.  
Використовувати технології: Unreal Engine 4, MS Visual Studio 2017, мови  
програмування C++ та Blueprint, Oculus GO4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі Аналіз проблемної галузі,  
аналіз ейдетичних методик, аналіз гейміфікації, архітектура та проектування  
програмної системи, опис прийнятих проектних рішень, впровадження  
програмного забезпечення, висновки, перелік джерел посилань, додатки

## 5. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Спецчастина			

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка *
1.	Аналіз предметної галузі	19 квітня 2020 р.	
2.	Огляд існуючих методів	27 квітня 2020 р.	
3.	Методи гейміфікації	20 травня 2020 р.	
4.	Підготовка пояснювальної записки	25 травня 2020 р.	
5.	Спецчастина	26 травня 2020 р.	
6.	Підготовка презентації та доповіді	28 травня 2020 р.	
7.	Попередній захист	30 травня 2020 р.	
8.	Нормоконтроль, рецензування	02 червня 2020 р.	
9.	Занесення диплома в електронний архів	03 червня 2020 р.	
10.	Допуск до захисту у зав. кафедри	04 червня 2020 р.	
* заповнюється вручну після виконання чергового пункту			

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 2020 р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ к. т. н. доц. Назаров О. С.  
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ / ABSTRACT

Пояснювальна записка до атестаційної роботи бакалавра, 83 стор., 44 рис., 6 табл., 14 джерел.

BLUEPRINT, C++, UNREAL ENGINE 4, VIRTUAL REALITY, VISUAL STUDIO 2017, VR ДОДАТОК, АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА, ГЕЙМІФІКАЦІЯ НАВЧАННЯ, ЕЙДЕТИКА, МЕТОДИ.

Об'єкт розробки – VR-додаток для навчання.

Мета розробки – прискорити та полегшити навчання.

Метод рішення – ігровий движок Unreal Engine 4, Microsoft Visual Studio 2017, Blueprint, мова C++.

В результаті роботи було створено VR-додаток, що дозволяє вивчати шкільну програму у ігровій формі за допомогою ейдетики. Та проведено експеримент для порівняння методів навчання.

An explanatory note to the attestation of the bachelor's degree, 83 pg., 44 pic., 6 tab., 14 of sources.

BLUEPRINT, C++, UNREAL ENGINE 4, VIRTUAL REALITY, VISUAL STUDIO 2017, VR APPLICATION, ATTESTATION WORK, BIOLOGY EDUCATION GAMIFICATION, EIDETICS.

The object of development – the VR-application for the study.

The purpose of the development – speed up and facilitate learning.

The solution method – is the Unreal Engine 4 game engine, Microsoft Visual Studio 2017, Blueprint, and the C ++ language.

As a result, a VR-application was created that allows you to study the school program in the form of a game with the help of eidetics. And an experiment was conducted to compare teaching methods.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз предметної галузі .....	8
1.1 Аналіз ринку.....	8
1.2 Гейміфікація в навчанні.....	12
1.3 Віртуальна реальність – як технологія навчання .....	15
1.4 Ейдетичний апарат.....	15
2 Постановка задачі.....	18
2.1 Виявлення проблем та актуалізація рішень.....	18
2.2 Постановка задачі .....	20
3 Методи дослідження .....	22
3.1 Опис методів досліджень .....	22
3.2 Етапи наукових досліджень .....	23
4 Математична модель .....	25
4.1 Методологія теоретичних досліджень .....	25
4.2 Аналіз математичного апарату.....	26
5 Проведення експерименту .....	28
5.1 Методологія проведення експерименту .....	28
5.2 Специфікація програмного забезпечення.....	29
5.3 Проектування моделі ейдетики.....	32
5.4 Алгоритми гейміфікації.....	36
5.5 Процес експерименту .....	40
6 Опис розробленої програмної системи .....	43
6.1 Обґрунтування середовища розробки.....	43
6.2 Архітектура програмної системи .....	47

	5
6.3 Інтерфейс користувача.....	50
7 Результати роботи .....	54
7.1 Природа експериментальних помилок .....	54
7.2 Вимірювання результатів тестування .....	54
7.3 Аналіз результатів випробувань.....	55
Висновки.....	57
Перелік посилань.....	59
Додаток А .....	61
Додаток Б.....	62
Додаток В.....	73
Додаток Г .....	81
Додаток Д.....	84

## ВСТУП

На сьогоднішній день у всьому світі велика увага приділяється освіті, розробляються і застосовуються безліч методик для кращого розуміння і засвоєння інформації. Фундамент освіти закладається ще з раннього віку. На сьогодні дану функцію виконують шкільні установи, в яких вивчаються різноманітні дисципліни такі як математика, історія, література, географія, біологія та ін. Базові знання, які даються в школі необхідні для подальшого навчання і розвитку людини як особистості. Крім освіти в спеціалізованих установах (школах, академіях, університетах та інші) існують сервіси для самоосвіти, розвитку пам'яті, вдосконалення навичок, котрі представлені у вигляді Web-додатків, Mobile-додатків та VR-додатків. Які ґрунтуються на різноманітних методиках, одна з них Ейдетика.

Ейдетика (від грецького «ейдос» – образ) – це унікальна ігрова методика розвитку образного мислення, яка дозволяє сприймати великі обсяги інформації з ефективним запам'ятовуванням і складається з комплексу вправ, спрямованих на тренування пам'яті: запам'ятовування інформації з максимальною точністю використовуючи образ, звук, запах, смак, тактильне відчуття. Методика по черговості розвиває півкулі мозку, а саме центри, відповідальні за: мислення, мова, пам'ять, увагу, уяву, творчість. Це стимулює мозок до створення вільних асоціацій, образів і запам'ятовувати їх. Комплекс вправ сприяє ефективній та успішній тренування пам'яті. Як відомо пам'ять залежить від образного та асоціативного мислення. За допомогою образного мислення ми здатні сприймати інформацію у вигляді картинок. Наприклад, при читанні книги, образи в нашій голові з'являються автоматично, і ми легко відтворюємо і пригадуємо прочитане. Коротко кажучи для кращого запам'ятовування нашому мозку необхідна, асоціативний зв'язок з конкретними образами [1].

У сучасному світі є багато різноманітних технологій які створенні на відображенні образів, одна з них – віртуальна реальність. Віртуальна реальність –

це світ який був створений технічними засобами та використовує почуття людини для взаємодії та відображення. Властивості та реакція віртуальної реальності синтезуються у реальному часі, для того щоб точно та переконливо передати комплекс почуттів реальності. Для цього зазвичай об'єкти які знаходяться у віртуальної реальності симулюють свою поведінку максимально близько до поведінки аналогічних об'єктів реальності. Для цього програмуються реальні закони фізики. Однак повний збіг з реальністю це нудно, тому дуже часто в розважальних цілях розробники дозволяють робити більше, ніж можливо в реальному житті [2].

Як можна зазначити ейдетика та віртуальна реальність мають точки дотику, що дозволяє їх об'єднати для отримання необхідного результату. Дане об'єднання приводить к створенню VR-додатку, який буде допомагати ефективно вивчати та запам'ятовувати інформацію. Це буде мати сенс якщо інформацію достатньо багато та її нудно вивчати, але для цього необхідна мотивація. Одне з рішень проблеми з мотивацією є використання гейміфікації.

Гейміфікація – це використання ігрових підходів, які широко поширені в комп'ютерних іграх, для неігрових процесів, що дозволяє підвищити залученість учасників у вирішення прикладних завдань, використання продуктів, послуг, посилити лояльність клієнтів [3].

Таким чином метою роботи є реалізація програмної системи для облегшення вивчення шкільного курсу біології з використанням методології ейдетики та гейміфікації в середовищі віртуальної реальності. Середою розробки було обрано ігровий движок Unreal Engine 4, з використанням системи візуальних сценаріїв Blueprint та мови програмування C++. Основний девайс для виконання додатка – Oculus GO.

# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ

## 1.1 Аналіз ринку

На жаль сучасна шкільна програма побудована на вивчення великих масивів інформації, що не дає повного розуміння і не заважає вникнути до суті. Що веде до зниження інтересу учнів та як наслідок небажання вчитися і прогули уроків. За статистикою найбільше прогульників – серед семикласників, за ними йдуть восьмикласники, п'ятикласники і шестикласники [4]. Відсутність повної картини матеріалу накопичується як сніжний ком, і призводить до повного нерозуміння того, що відбувається на уроках.

Крім вивчення матеріалу в школі існують різноманітні онлайн сервіси, які представлені у вигляді Web-додатків, Mobile-додатків, та з недавніх пір VR-додатків. Кожен з цих підходів має свої переваги та недоліки. Основна перевага Mobile-додатків та Web-додатків, це можливість їх використання в будь який час та в будь якому місці, наприклад у громадському транспорті. VR-додатки мають перевагу у візуалізації інформації, та формування опиту який повторює реальний світ.

На сьогоднішній день існують багато сервісів які спеціалізуються за багатьма різноманітними темами починаючи з елементарних основ математики чи іноземних мов та закінчуючи спеціалізованими курсами по вивченню мов програмування чи проведення медичних операцій. Існують також сервіси які розвивають роботу мозку та пам'яті. Приклади та порівняння таких сервісів наведено у таблиці 1.1. Наведені сервіси дуже допомагають у самовдосконаленні навичок людини та доступні для кожного.

З наведених сервісів можна виділити останню групу VR-додатків. Якщо Web-додатки так Mobile-додатки дуже схожі між собою, а іноді виконують однакову функціональність, то VR-додатки мають свої особливості та в багатьох випадках відрізняються навіть між собою.

Таблиця 1.1 – Список сервісів для навчання

Назва	Платформа	Короткий опис
Cognifit	Web	Основна спрямованість – тренування та розвиток пам'яті, робота з амнезією, патологічними порушеннями.
Wikium	Web	Сайт розроблений на основі методик по нейропсихології світових вчених. Тестові завдання апробовані в ході експериментів і наукових робіт.
NeuroNation	Mobile	Програма для тренування мозку і розвитку розумових здібностей людини
LinguaLeo	Mobile	Lingualeo – це зручний, ефективний і безкоштовний сервіс для вивчення англійської мови.
InMind	VR	InMind VR дозволяє гравцеві випробувати подорож в мозок пацієнта в пошуках нейронів, що викликають психічний розлад.
MEL Chemistry	VR	Досвід нового рівня розуміння науки в VR. 28 VR-уроків і тести по шкільній програмі хімії.

Основна особливість VR-додатків це метод відображення інформації, для цього використовується спеціальний пристрій, котрий називається окуляри віртуальної реальності. Існують різноманітні окуляри віртуальної реальності їх можна поділити на 3 групи. Перша група це окуляри які використовують потужності персонального комп'ютеру, для їх роботи необхідно мати достатньо потужний персональний комп'ютер до якого будуть приєднуватися окуляри. Друга група окулярів віртуальної реальності використовує екран та потужності мобільного пристрою – смартфона. Третя група – автономна група окулярів віртуальної реальності, окуляри з цієї групи мають власний акумулятор, систему на чипі, екрани, лінзи та інше для автономного функціонування пристрою без

використання додаткових яких би то ні було потужностей чи пристроїв. Кожна з груп має свою переваги та недоліки. Порівняння груп наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Порівняння груп окулярів віртуальної реальності

Властивості	Групи		
	З використанням потужностей ПК	З використанням смартфона	Автономні
Графіка	Найкраща	Середня	Гарна
Час роботи від заряду	Пряме живлення з сеті	Малий	Середній
Ціна	Велика	Маленька	Середня
Необхідність використання додаткових пристроїв	Необхідно	Необхідно	Немає необхідності

Кожна з груп окулярів віртуальної реальності підходить для вирішення своїх задач. Наприклад для створення крупної барвистої гри де необхідно показати безліч деталей та скоріше за все необхідно використовувати усі можливості які представлені технологією віртуальної реальності краще за все підійде група окулярів віртуальної реальності з використанням потужностей персонального комп'ютера. Для самих простих додатків де не має потреби у складному управлінні підійде група окулярів віртуальної реальності за використанням мобільного пристрою – смартфона. Для умов масштабного використання, наприклад у шкільних класах для навчання, доцільніше буде використовувати автономну групу окулярів віртуальної реальності. Ці висновки були зроблені на основі ціни, можливостей та функціональностей кожної з груп окулярів віртуальної реальності.

Написання системи для окулярів віртуальної реальності потребує специфічну середу розробки. В реаліях сьогоднішнього дня існує декілька конкуруючих серед розробки, які підтримують технологію віртуальної реальності. З них дві самі

популярніші та функціональні це Unity та Unreal Engine 4. Обидві середі розробки являються ігровими движками, та призначені в першу чергу для розробки комп'ютерних ігор. Unity та Unreal Engine 4 підтримують різноманітні платформи, такі як персональні комп'ютери, мобільні пристрої, консолі, віртуальна реальність та доповнена реальність [6]. Також вони підтримують всі актуальні операційні системи: Windows, Android, iOS, MacOS та Linux. Це дозволяє розробляти кросплатформені додатки. Як можна помітити ці два ігрових движка мають достатньо багато загального, але вони також мають багато відмінностей. Порівняння Unity та Unreal Engine 4 наведено у таблиці 1.3. Основна відмінність цих ігрових движків це мова програмування. В Unity для розробки використовується мова програмування C# Script. В Unreal Engine 4 для розробки важкої та важливої функціональності яка пов'язана з алгоритмікою чи мережевою взаємодією використовується мова програмування C++, а для менш важливої та легкої функціональності можна використовувати систему візуальних сценаріїв, яка називається Blueprint.

Різниця між розробкою додатка на Unreal Engine 4 і Unity полягає не тільки у різних мовах програмування, а ще в підході та архітектурі. В Unity існує таке поняття як GameObject та Prefab. GameObject – це базовий клас для всіх об'єктів на сцені. Тобто любий ігровий об'єкт унаслідкується від класу GameObject, та може використовуватися як статичний чи динамічний ігровий об'єкт. Кожен GameObject може використовувати набір скриптів, які будуть виконуватися під час виконання додатка. Prefab це шаблон GameObject, який має встановлені за замовченням властивості. За допомогою Prefab можна створювати набір однакових GameObject які будуть повторювати поведінку. Це необхідно для запобігання дублювання коду та більш зручного процесу змінювання коду. Якщо оновити властивості Prefab то усі GameObject створені від цього Prefab теж оновляться, що може використовуватися як автоматизація змін у всіх об'єктів які розташовані на сцені або в інших місцях. Тобто Prefab простішими словами це тип об'єкту, на основі якого створюються нові об'єкти, які ми можемо групувати та відрізнити від інших.

Таблиця 1.3 – Порівняння ігрових движків

Властивості	Ігрові движки	
	Unity	Unreal Engine 4
Мова програмування	C#	C++
Підтримка системи візуальних сценаріїв	Необхідно докупати, Bolt	Вбудована, Blueprint
Метод поширення	Freemium	Open Source
Підтримка Asset Store	+	+
Вимогливість до ресурсів	Маленька, гарно працює на слабих комп'ютерах	Велика, погано працює на слабих комп'ютерах

В Unreal Engine любий об'єкт це C++ або Blueprint клас, з умовою що Blueprint клас може унаслідувати C++ клас. Усі класи мають стандартні методи такі як EventBeginPlay, EventTick тощо.

## 1.2 Гейміфікація в навчанні

Гра як спосіб навчання довгий час асоціювалися з початковою школою. Однак в останні роки ігрові технології активно використовуються і в старших класах, і навіть в вузах. Гейміфікація стала важливим аспектом у багатьох галузях науки. В галузях освіти вже застосовується мотивація людей до участі та більш інтенсивного залучення для підвищення результату за допомогою ігрових механік. Інтеграція гейміфікації з метою підвищення мотивації, дисципліни і ефективності в освіті не є абсолютно новою. Існують різноманітні приклади гейміфікації у сфері освіти. Але більшість з цих підходів ґрунтуються на фоновій історії, подібної казці, для того щоб передати навчальний матеріал [5].

Традиційні методи навчання, такі як читання лекцій, означають викладання інформації до аудиторії чи класу з невеликою кількістю взаємодій, але це не

залучає учнів до вивчення матеріалу та не наштовхує на додаткові думки або натхнення. Навчання це не теж саме що вивчення. Вивчення це використання та застосування знань та інформації. Традиційне навчання надає учням необхідну інформацію для самостійного вивчення та застосування.

Для того щоб зрозуміти як можна використовувати гейміфікацію для переробки лекцій необхідно пояснити сам термін гейміфікація, а також що таке гра і як можна розуміти поняття ігрові механіки. Термін «гра» описує творчу діяльність людини і включає в себе вирішення проблем поведінки, гнучкості, навчання і імпровізації, які ведуть до уяви. Гра характеризується як інтерактивна система з формальною структурою через певні правила, що призводить до певного результату. В даний час гейміфікація є широко обговорюваним методом використання потенціалу ігор та описує інтеграцію елементів ігрового дизайну, таких як ігрова механіка, в неігровий контекст. Механіка гри визначається як дія, що допускається правилами, які можуть позитивно впливати на поведінку і мотивацію гравців для досягнення цілей (см. рис. 1.1).

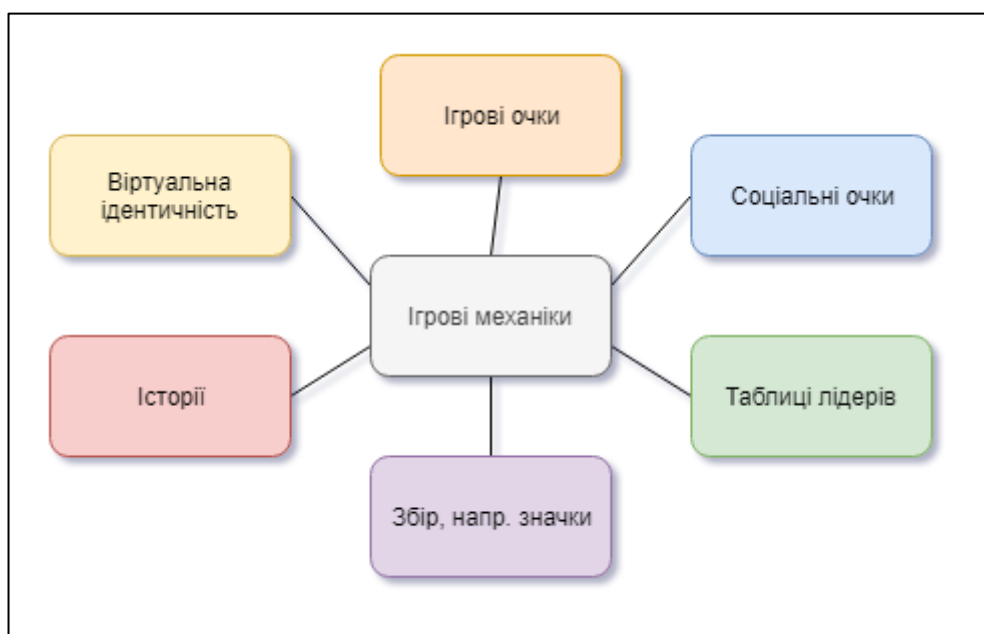


Рисунок 1.1 – Ігрові механіки

Система автоматично нараховує учасникам ігрові очки за конкретну поведінку. Учасники також отримують негайну зворотний зв'язок і отримують

вигоду від того факту, що всі гравці отримують однакову кількість балів за одне і те ж заняття, що призводить до конкуренції і порівнянню. На відміну від цього, соціальні бали присвоюється не автоматично системою, а іншими учасниками.

Традиційне навчання в основному складається з прямого навчання, коли студенти відчують труднощі з концентрацією уваги під час лекції. Отже, вони не розуміють предметний контекст в лекції і між серіями лекцій. З одного боку, гра може стимулювати навчання, а з іншого боку, вона може поліпшити творчий потенціал людини під час роботи. Іншими мотивами гейміфікації є підвищення мотивації і посилення соціального статусу учасників. Підвищення задоволеності учнів за рахунок негайного зворотного зв'язку і індивідуальних досяжних цілей є ще однією причиною гейміфікації. Це достатньо позитивно впливає на процес навчання та підсилює його ефект, що дозволяє зменшити час на вивчення матеріалу.

Одна з концепції Гейміфікація в навчанні називається GamEducation. Основна функція GamEducation це не гра у сенсі бізнесу чи симуляції гри, це включення ігрових елементів в навчальний процес. Геймплей налаштований так, щоб він створював ігрову конкуренцію між учнями. Концепція включає в себе набір сесій за підсумком яких проводиться перевірка отриманих знань та індивідуальні завдання. В процесі навчання набираються бали, які можна поділити на три групи: групові бали, індивідуальні бали, соціальні бали. Ці всі бали комбінуються та виносяться до таблиці лідерів. У результаті навчання проводиться нагородження учнів за їх прогресом та набраними балами. Дана концепція дозволяє учнів залучатися процесом навчання та намагатися набирати як на можна більше балів. Також це досягається за допомогою спеціально розробленої системи оцінювання яка включає в себе процес навчання та процес перевірки знань у ігровій формі, ґрунтуючись не тільки на заучуванні інформації та відновленні її у тестуванні.

Таким чином, GamEducation – це підхід, який дає переваги в багатьох аспектах викладання. Проте, це вимагає певних коригувань для лекції або семінару, і це створює велике навантаження для учнів та викладачів.

### 1.3 Віртуальна реальність – як технологія навчання

Технології віртуальної реальності стали доступні для широких мас відносно зовсім недавно, та ще не всі розуміють що саме таке віртуальна реальність. Віртуальна реальність (Virtual Reality, VR) – це штучний світ (об'єкти та суб'єкти), який створюється за допомогою технічних пристроїв. Невід'ємною частиною VR є вплив на основні органи чуття людини: зір, слух, нюх, дотик і інші. На відміну від фізичної реальності, яка є внутрішнім станом індивідуума, віртуальність – це процесуальна взаємодія між матеріально-технічними процесами і психікою людини.

Основний пристрій для віртуальній реальності це гарнітура віртуальної реальності яка представляє з себе окуляри з лінзами які направлені на два дисплея, лівий дисплей призначений для лівого оку та правий дисплей для правого оку відповідно. Крім цього на гарнітурі установлені динаміки для відтворення звуку. На окулярах також є органи керування у виді кнопок для включення чи вимикання та регулювання гучності звуку. Для взаємодії з простором віртуальної реальності існують контролери, іноді їх буває двоє для кожної руки іноді один з вибором лівої чи правої руки, в залежності від переважної руки користувача. У контролера вбудований гіроскоп для визначення положення контролера відносно користувача, для відображення позиції контролера у віртуальному просторі. Також для взаємодії з внутрішніми об'єктами на контролера вбудовані кнопки та сенсорні панелі. Це все необхідно для роботи віртуальної реальності.

### 1.4 Ейдетичний апарат

Ейдетика – термін з медицини та психології та розуміється він як здатність відтворення чи згадування зображення, звуку, запаху різноманітних об'єктів або

тактильні відчуття про об'єкти в пам'яті з достатньою точністю. У психології – відновлювання у всіх подробицях вигляду предметів, які не впливають у даний момент на зорові аналізатори. Слово ейдетичний означає спроможність отримувати дуже детальний, блискучий і деталізований спомин візуальних образів які колись було запам'ятовано. Фізіологічний фундамент ейдетичних образів – залишкове збудження аналізатора. Відрізняються від простих ейдетичні образи тим, що людина немов продовжує усвідомлювати предмет коли він відсутній.

Ейдети́зм розглядається як виняткова форма пам'яті, в основному це візуальні враження, це дозволяє зберегти та відтворювати ретельний образ колись збагненого раніше об'єкту або явища. Образи які характеризуються як ейдетичні різняться від образів сприйняття тим, що особа як би продовжує сприймати предмет коли він навіть відсутній. У даний образ можуть та нерідко входять також насичені образи і решта сенсорної модальності, такі як нюхові, слухові, смакові, тактильні та рухові.

Вважається, що одним з перших феномен ейдетизму описав сербський учений В. Урбанчіч в 1907 році.

Поки людина з дуже доброю фотографічною пам'яттю пригадує всі візуальні деталі, у той же час людина яка використовує ейдетичну пам'ять не обмежена лише візуальною інформацією у пам'яті, вона згадує й решту сторін події, охоплюючи тактильні, нюхові, слухові, зорові, смакові та інші образи які вливали на сенсорну систему у час події, що відбувалася. Більшу частину даних та інформації про навколишній світ людина отримує за допомогою зорової системи сприйняття інформації. Виходячи з цього можна зробити висновок – ейдетична пам'ять являється однією з самих ефективних та розвинутих у людей з різноманітними здібностями. Дуже багато суперечок між людьми про феномен який визивається ейдетичною пам'яттю сходяться на тому, що ця пам'ять об'єднується із фотографічною, так як дискусія зводиться до обговорення ейдетичних образів, тобто візуальних. Ейдети́чна пам'ять за своєю природою являється візуальною.

Вже давно та достатньо довго оприлюднюють відкрито як використовуються методи тренування і пробудження здібностей до ейдетичної пам'яті. Існує багато

прикладів у масовій культурі використання ейдетичних методик, одним з таких прикладів це численні напрями йоги, також сюди відноситься декілька напрямів цілительства, шаманізму, літературної та художньої творчості, а також винахідницької діяльності.

Необхідно зазначити, що коли порушується правила дбайливого відбору, людей які здібні оволодіти ейдетичної пам'яттю це може привести до випадків нервового перенапруження та інші негативні прояви. Тому поступове і посилене навчання для того щоб грамотна доставати образ з пам'яті і, що не менш важливо, своєчасно його звільняти від таких здібностей (згасанню образу, мисливому розчиненню, тощо).

## 2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

### 2.1 Виявлення проблем та актуалізація рішень

Більшість матеріалу в школі представлено у підручниках великим масивом тексту який частіше за все складно зрозуміти та захопитися для учнів середніх класів. Що може привести до негативного відношення до предмету та у наслідку небажання вчитися взагалі. Не розуміння матеріалу на ранніх етапах вивчення буде наколюватися й подальше як сніжний ком, так як для подальшого вивчення матеріалів необхідно знати основи.

Для об'легшення вивчення великого масиву інформації необхідні візуальні та звукові асоціації. Асоціації дуже сильно полегшать розуміння та запам'ятовування необхідного матеріалу. Зафіксував асоціації людина отримує опит який відкладається на підкірці пам'яті. Для відновлення інформації необхідно згадати об'єкт асоціації, це може бути візуальний об'єкт такий як зображення чи аудіо об'єкт, наприклад пісня.

Вивчення матеріалу можна представити у вигляді гри, де необхідно долати перешкоди для досягнення цілі. Формат гри повинен зацікавити учнів та виявити в них бажання повертатися знову та знову, для того щоб досягти заповітної цілі. Для цього необхідно врахувати багато факторів для підтримки напруги та балансування процесу гри. Напрямок геймдизайна покликаний допомогти вирішити ці проблеми. Одним з основних прийомів геймдизайну це лінзи геймдизайнера. «Лінзи» – це окремі концепції (Лінза Справедливості, Лінза Історії, Лінза Потону), що надають унікальну точку зору на гру. Кожна лінза містить питання, відповіді на які необхідно дати при оцінці гри. Дані лінзи були описані у книзі «The Art of Game Design: A Book of Lenses» за авторством Джессі Шел [7].

Але використовувати різноманітні прийоми геймдизайну необхідно на ігрові механіки, тобто масиви з початку необхідно існуючі масиви інформації за шкільною програмою перетворити до ігрових механік. З цим нам допоможе

гейміфікація, прийоми гейміфікації дозволяють перетворити неігрові процеси до ігрових механік з ігровим підходом. Основні принципи гейміфікації полягають в:

- отримання постійного зворотного зв'язку від користувачів, що дає можливість динамічної коригування поведінки користувача;
- поетапне занурення користувача в більш тонкі функціональні моменти з поступовим збільшенням рівня складності завдань;
- створення легенди (драми), яка викликає інтерес користувача, сприяє виникненню почуття причетності і емоційної залученості.

У програмах, побудованих на основі гейміфікаційного підходу, застосовуються такі компоненти як підрахунок очок, виставлення рівнів складності і майстерності, створення рейтингових таблиць, впровадження віртуальних валют, змагання між учасниками тощо.

Сьогодні Гейміфікація – це важлива конкурентна перевага, яка дозволяє "достукатися" до сучасних людей, які звикли грати в комп'ютерні ігри, спілкуватися в соціальних мережах. Підходи, що використовувалися 20 років тому, стають малоефективними: навчання як проста передача інформації сприймається нудним і занудним. Гейміфікація дозволяє досягати своїх цілей, даючи людям можливість грати і розважатися.

Використання ігрових методів дає на виході веселу та різноманітну гру. Але ж основна задача – це донести інформацію до учнів. Тобто необхідно не просто створити додаток у який буде весело заходити та проводити там час, а ще користувачі повинні отримувати знання. Для цього необхідно звернутися до методик навчання, а конкретно до методики Ейдетики.

Ейдетизм – це винятковий різновид пам'яті, який опирається на зорові та візуальні враження чи образи. У кожній людині є здібності більшою чи меншою мірою, особливо у дітей, але зразу рідко виражається яскраво. Дозволяє зберегти та відновлювати детальні та живі образи предметів та об'єктів, які були побачені раніше [8].

Можна визначити що основою ейдетики є формування образів та асоціацій які було отримано людиною на основі її досвіду. На даний момент самий

поширений метод відображення будь-якої інформації – це екран монітора або мобільного пристрою. Але цей спосіб відображення має певні обмеження. Основне обмеження – це відображення зображення у плоскості, що не дозволяє показати повністю об’ємний об’єкт.

Дане обмеження уникають окуляри віртуальної реальності. Окуляри віртуальної реальності також мають вбудовані екрани але кожен екран відображає своє зображення для кожного ока. Тобто окуляри віртуальної реальності мають два дисплея для кожного ока. Для кожного дисплею передбачено лінзу яка збільшує зображення. Комбінація даних елементів приводить до обману мозку та користувач відчуває повну присутність у віртуальному світі. Але для повного ефекту присутності необхіден зворотній зв’язок. Один з варіантів зворотного зв’язку це відтворення звуку. Для цього в окулярах віртуальної реальності вбудовані динаміки. Ґрунтуючись на технічних характеристиках технологія віртуальної реальності підходить найкращим способом для поєднання методології ейдетики і геймдизайну.

Конструктивні особливості окулярів віртуальної реальності приводять до функціональних особливостей реалізації. На відміну від стандартних ігор, для ігор віртуальної реальності необхідно більше потужностей для рендера зображення одночасно на два дисплея. Це необхідно враховувати при розробки рівня гри, де повинно бути оптимальна кількість об’єктів для оптимальної частоти кадрів при відображенні зображення.

## 2.2 Постановка задачі

Проаналізувавши предметну галузь та виявив проблематику були сформовані вимоги щодо постановки задачі яка буде вирішувати поставлені проблеми.

Одна з основних функцій яку буде виконувати додаток, це надання інформації учням для її вивчення, з умовою зацікавити користувачів та виявити бажання повертатися знову і знову. Надання інформації повинно бути структурованим та мати легку форму запам'ятовування.

Для виконання основних аспектів були вибрані різні методики гейміфікації, геймдизайну та ейдетики. Гейміфікація допоможе перевести нудні великі масиви інформації до ігрової форми щоб виявити інтерес учнів. Геймдизайн допоможе проаналізувати та модифікувати ігрові процеси так щоб держати учнів у захваті впродовж усього часу використання системи. А для гарного запам'ятання інформації та отримання необхідного досвіду допоможе методика навчання – ейдетика. В додаток до цього найкращім варіантом цільової платформи буде віртуальна реальність. Цільові окуляри віртуальної реальності було обрано з категорії автономних окулярів. Категорія автономних окулярів підходить краще за все до наших задач. Один з найцікавіших варіантів автономних гарнітур віртуальної реальності – окуляри Oculus GO. Його й було обрано для розробки системи. Найкращім варіантом середовища розробки під наші потреби являється ігровий движок Unreal Engine 4. Основна перевага Unreal Engine 4 над Unity це рекомендації від Oculus та краща підтримка обраної гарнітури віртуальної реальності.

В підсумку необхідно створити систему навчання у ігровому форматі у віртуальної реальності з використанням Unreal Engine 4.

### 3 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 3.1 Опис методів досліджень

Основною метою дослідження є вплив спільного використання ейдетики і віртуальної реальності на навчання, в першу чергу на навчання учнів середньої школи. Необхідно порівняти результати навчання з використанням програмного продукту віртуальної реальності та ейдетики з результатами класичних методів навчання у школах. Також необхідно виявити рівень впливу окремих рішень на кінцевий результат, та провести залежність дій учнів на кінцевий результат.

Для вирішення задачі дослідження необхідно провести наукові експерименти з двома групами учнів. Одна група учнів буде навчатися за класичною шкільною програмою, друга груп учнів буде навчатися з використанням програмного забезпечення віртуальної реальності. Крім того в кожній групі учнів повинні бути учні з різними рівнями знань та різною успішністю, це як відмінники, так і хорошисти, так і двієчники.

Кінцевим результатом експерименту буде результати підсумкового тесту який буде проводитися за вивченим матеріалом. Питання тесту повинні відражати основні аспекти матеріалу який вивчався учнями на певному проміжку часу та має бути в електронному вигляді з використанням комп'ютеру для більш легкого збору статистики.

Дослідження буде проводитися за такими параметрами як, швидкість навчання, тривалість запам'ятовування, швидкість відтворення інформації та відношення кількості матеріалу який було пройдено та запам'ятовано.

Для цього необхідно ввести наступні метрики:

- F – фактичний обсяг матеріалу (шт);
- P – повний обсяг матеріалу (шт);
- O – оцінка за тест (%);
- T – час навчання (хв);

- $t$  – час проходження тесту (хв);
- $t_p$  – час після закінчення навчання (хв).

Крім того будуть проведені додаткові дослідження для перевірки впливу того чи іншого компонента системи на кінцевий результат, для цього необхідно проводити декілька експериментів з налаштуванням параметрів, де буде включатися чи вимикатися ти чи інші компоненти системи. Також необхідно перевірити чи впливає поведінка учня у віртуальній реальності на кінцевий результат, тобто як впливає на результат переміщення шлему та контролера та що бачив учень на результат підсумкового тесту.

### 3.2 Етапи наукових досліджень

Перший етап наукових досліджень полягає в зборі групи учнів для проведення експерименту, це один з найважливіших етапів наукового дослідження, не правильний вибір учнів потягне за собою некоректні та помилкові результати та висновки які будуть робитися з цих результатів. Для чистоти експерименту учні повинні бути приблизно одного віку та вчитися в одному класі, також в одній групі учнів повинні бути учні з різною успішністю та по декілька учнів з кожної категорії успішності.

Другий етап полягає в підготовці матеріалу для навчання. Обирається тема з шкільної програми, яку учні ще не вивчали та створюється план навчання за класичної методикою та план з використанням програмного продукту. Після чого підготовлюється програмний продукт до вивчення обраного матеріалу для того щоб його можна було використовувати в експерименті. Наступним шагом необхідно підготувати підсумковий тест з питаннями для контролю знань за обраним матеріалом для навчання.

Третій етап полягає в проведенні сформованого підсумкового тесту для перевірки початкових знань, щоб виключити моменти коли учень вже знав ті

чи інші частини нового матеріалу. Це дуже важливий момент, так як ми повинні розуміти як зміниться оцінка учня після проведення навчання. Цим ми виключаємо момент коли учень міг самостійно вивчити цю тематику до проведення уроку про неї.

Четвертий етап – проведення уроку за обраним матеріалом та тематикою, так як ми поділили учнів на дві групи, необхідно провести урок з кожною групою. З одною групою за класичною шкільною програмою, з другою групою з використанням програмного продукту.

П'ятий етап дослідження, це проведення підсумкового тестування після того як учні пройшли урок та отримали нові знання. Кожна група учнів проходить цей тест, для визначення впливу уроку та порівняння результату тесту з результатами тесту який проводився спочатку.

Шостий етап, це збір та аналіз отриманих результатів експерименту. Після проведення попередніх етапів, отримаємо різні проміжні дані які необхідно проаналізувати та зробити висновки. Це нам допоможе виявити вплив того чи іншого фактору для розуміння ефективності програмного продукту. Після чого ми можемо зробити певні висновки та поліпшити програмний продукт для подальшого розвитку.

## 4 МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ

### 4.1 Методологія теоретичних досліджень

Загальнонаукові теоретичні методи використовуються також і в емпіричних дослідженнях. Системний аналіз, функціонально-вартісний аналіз, моделювання з аналогією, індукція з дедукцією, аналіз з синтезом, та конкретизація з абстрагуванням входять до теоретичних методів. [9].

Для теоретичних досліджень наукового експерименту буде використовуватися такі методології, як аналіз, індукція, моделювання та аналогія.

Один з основних методів це аналіз. Це метод дослідження, що дозволяє вивчення предмета способом практичного або уявного розчленування предмета на такі елементи як, відношення, ознаки, частини об'єкта та властивості. Кожна із виділених частин аналізується окремо у межах єдиного цілого.

Другий метод це індукція. Це метод дослідження, який формує загальний висновок описуючи властивості множини елементів, які ґрунтуються на основі дослідження цих ознак у деяких елементів однієї множини.

Ще один метод це моделювання. Це метод, що базується на використанні моделі як методу аналізу процесів та явищ навколишньої природи. Під моделями маються на увазі системи, які служать джерелом інформації стосовно об'єкту пізнання та заміщають його.

Останній метод це аналогія. Це метод наукового дослідження, який ґрунтується на подібності різноманітних сторін різних явищ та предметів. За допомогою цього методу досягається пізнання необхідних явищ та предметів основувався на їх аналогічності з другими.

Використання цих методів допоможе правильно провести наукове дослідження та отримати необхідні результати для їх аналізу. На основі дослідження за допомогою цих методів будуть зроблені висновки з впливу гейміфікації з використанням ейдетичних методик на навчальний процес.

## 4.2 Аналіз математичного апарату

Для вирішення основної мети дослідницької роботи, виявити вплив спільного використання ейдетики і віртуальної реальності з метою поліпшення освітнього процесу необхідно надати математичну модель. Математична модель це один з основних інструментів дослідження, так як з її допомогою можна розрахувати та проаналізувати дані системи яку ми досліджуємо, та отримати результати на основі яких зробити ті чи інші висновки.

Як вже було зазначено вище дослідження буде проводитися за такими параметрами як, швидкість навчання, тривалість запам'ятовування, швидкість відтворення інформації та відношення кількості матеріалу який було пройдено та запам'ятовано, крім того будуть проведені додаткові дослідження для перевірки впливу того чи іншого компонента системи на кінцевий результат. Для дослідження цих аспектів необхідно скласти математичну модель. Для цього введемо наступні метрики та параметри.

Отриманий матеріал (Y) – це параметр який у відсотках відображає кількість пройденого матеріалу:

$$Y = F / (P / 100), \quad (4.1)$$

де F – фактичний обсяг матеріалу (шт) (кількість тем);

P – повний обсяг матеріалу (шт) (кількість тем).

Швидкість проходження матеріалу (V) – це параметр який відображає на скільки швидко було отримано матеріал:

$$V = Y / T, \quad (4.2)$$

де Y – отриманий матеріал (%);

T – час потрачений на навчання (хв).

Тривалість запам'ятовування ( $R$ ) – це параметр який відображає наскільки тривало учень може пам'ятати вивчений матеріал:

$$R = (O_1 - O_2) / (t_1 - t_2), \quad (4.3)$$

де  $t_1$  – час коли було проведено підсумковий тест (дата та час);

$t_2$  – час коли було проведено додатковий підсумковий тест (дата та час);

$O_1$  – оцінка за підсумковий тест (0-100);

$O_2$  – оцінка за додатковий підсумковий тест (0-100).

Швидкість відтворення інформації ( $W$ ) – це параметр який показує наскільки швидко учень можна відтворити вивчений матеріал:

$$W = O / t, \quad (4.4)$$

де  $O$  – оцінка за підсумковий тест (0-100);

$t$  – час за який було складено підсумковий тест.

## 5 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРЕМЕНТУ

### 5.1 Методологія проведення експерименту

Методологія експерименту визначається його загальною структурою, постановкою та послідовністю виконання певних дій. Суть експерименту полягає у порівнянні нового підходу у навчанні з вже існуючим та діючим підходом, з метою поліпшити та прискорити навчальний процес.

Для цього створюється дві групи дітей, кожна з груп вивчає обраний обсяг матеріалу за певний час. Для контролю знань учнів будуть проводитися підсумкові тести, та для запобігання похибок перед початком навчання буде проводитися додатковий тест за майбутнім матеріалом, для перевірки чи не вчив учень цей матеріал самостійно.

Перед проведення експерименту необхідно провести підготовку, витріщити який об'єм матеріалу буде вивчатися та за який час. Після цього підготувати програму для двох груп учнів та провести налаштування програмного продукту.

Після чого провести зазначенні уроки з двома групами учнів та заміряти статистику проходження уроків другої групи, яка використовує програмне забезпечення. Статистика дозволить нам провести залежність тих чи інших параметрів системи на підсумковий результат.

Після того як зазначений час вийшов необхідно провести підсумковий тест, для перевірки отриманих знань учнями обох груп для їх порівняння.

Через деякий час необхідно провести ще один тест для перевірки тривалості запам'ятовування вивченого матеріалу для порівняння результатів з результатами підсумкових тестів.

Останній крок це аналіз отриманих даних проведеного експерименту, для отримання висновків та розуміння впливу нового метода навчання на освітній процес.

## 5.2 Специфікація програмного забезпечення

Додаток віртуальної реальності, який допомагає у навчанні учням середніх класів. Основною функціональністю є надання інформації для навчання, перевірка знань, оцінювання, збір статистики, керування персонажем. Цей додаток потрібен для облегшення запам'ятовування інформації та підвищення інтересу учнів до навчання.

В якості середовища виконання було обрано гарнітура віртуальної реальності Oculus GO. Середовищем розробки було обрано ігровий движок Unreal Engine 4 з використанням системи візуальних сценаріїв Blueprints та мови програмування C++.

Функції додатку віртуальної реальності формуються на основі вимог користувача:

- користувач повинен мати можливість керування камери;
- користувач повинен мати можливість контролювати положення контролера;
- користувач повинен мати можливість взаємодіяти з внутрішнім інтерфейсом користувача;
- користувач повинен отримувати візуальний фідбек на свої дії;
- користувач повинен отримувати аудіо фідбек на свої дії;
- користувач повинен бачити становище курсору;
- користувач повинен мати можливість взаємодії з внутрішньо ігровими об'єктами;
- користувач повинен бачити інтерфейс користувача;
- користувач повинен мати можливість перегляду статистики;
- користувач повинен мати можливість переміщення між рівнями;
- користувач повинен мати можливість навчання обраного матеріалу;
- користувач повинен бути у напрузі;
- користувач повинен отримувати візуальні асоціації;

- користувач повинен отримувати аудіо асоціації;
- користувач повинен бачити плавну картинку;
- користувач повинен мати можливість перевірки знань;
- користувач повинен мати видимий прогрес проходження навчання;
- користувач повинен мати можливість продовжити навчання з місця зупинки.

Загальні обмеження представлені наступними пунктами:

- користувач повинен мати можливість керування камери;
- користувач повинен мати можливість контролювати положення контролера;
- користувач повинен мати можливість взаємодіяти з внутрішнім інтерфейсом користувача;
- користувач повинен отримувати візуальний фідбек на свої дії;
- користувач повинен отримувати аудіо фідбек на свої дії;
- користувач повинен бачити становище курсору;
- користувач повинен мати можливість взаємодії з внутрішньо ігровими.

Інтерфейс користувача це прокладка, яка допомагає забезпечити передачу даних інформації між програмно-апаратними компонентами системи та користувачем-людиною. Якість і передбачуваність спілкування в значній мірі впливають на те, як ми сприймаємо програмне забезпечення і як швидко досягаємо цілей. Особливо цікаві в розробці програмного забезпечення віртуальної реальності нові способи взаємодії: положення голови, напрям погляду та контролери руху на руках. Вони пропонують, нові варіанти реалізації інтерфейсу.

Дуже важливим аспектом у додатках віртуальної реальності є створення зручного та зрозумілого інтерфейсу користувача. Так як віртуальна реальність підмінює відчуття, та вводить мозок в оману, треба дуже безпечно продумувати та проектувати інтерфейс та взаємодію з ним. По можливості необхідно розміщувати елементи взаємодії з користувачем на природні місця, наприклад кнопка для включення лампочки необхідно розмістити на вимикачі,

який розташовується на стінці, як і у звичайній кімнаті, замість того щоб розміщати кнопку на якій планці у повітрі

Для того щоб не заважати зануренню, також дуже важливо, щоб взаємодії були однаковими. Це означає, що якщо у віртуальному просторі якийсь об'єкт можна брати і перетягувати, то це повинно ставитися до всіх об'єктів. Наприклад, не можна ставити на стіл кухоль, з якої можна взаємодіяти, поруч зі статичною пляшкою. Як тільки користувач спробує взяти в руку пляшку, і нічого не станеться, віртуальний світ одразу перестане здаватися реальним.

В якості гарнітури віртуальної реальності використовується гарнітура Oculus GO. Для коректної роботи додатку необхідно дотримуватися стабільного FPS.

Основним напрямком являється розробка програмного додатка для середовища віртуальної реальності. Додаток повинен бути сумісним з автономною гарнітурою віртуальної реальності Oculus GO, яка керується за допомогою операційній системі Android версії 7.1.2. Що дорівнює версії API Android 25. Крім цього необхідно мати можливість кросплатформеності за потребою у майбутньому, тому середою розробки були обрано ігровий движок Unreal Engine 4. Хоча системні вимоги в більшості відносяться до технічних властивостей, бувають випадки коли необхідно задокументувати вимоги які відносяться до проектування процесів на основі яких буде строїться досвід користувачів. В даному випадку є така вимога, це використання технік ейдетики для коректного формування процесу навчання.

На підставі цього було сформовано список системних вимог, де описується які треба врахувати фактори при розробки:

- система повинна використовувати технології віртуальної реальності;
- система повинна бути сумісна з гарнітурою віртуальної реальності Oculus GO;
- система повинна бути гнучкою для змін;
- система повинна бути розширюваної;

- система повинна розроблятися за допомогою ігрового движка Unreal Engine 4;
- система повинна бути сумісною с 25 версією Android API;
- система навчання повинна розроблятися за допомогою технік ейдетики.

Наведені вимоги покривають усі нефункціональні вимоги продукту. Системні вимоги необхідні для початку проектування програмного забезпечення. Система повинна відповідати цим вимогам для правильного процесу розробки та можливості функціонування відповідаючи постановки задачі. Системні вимоги також покривають характеристики які необхідні для функціонування програмного продукту.

### 5.3 Проектування моделі ейдетики

В більшості випадків люди задоволені своїм розумом, та у той ж час незадоволені своєю пам'яттю. Починаючи з давних часів древні греки обожнювали пам'ять та виділяли їй велике значення. Тому, в міфології древніх греків й з'явилась богиня пам'яті яку звали Мнемозіна, та яка народила від Зевса дев'ять муз мистецтва та науки. Від імені цієї богині та й походить сучасне слово «мнемоніка», яке визначає методики розвитку запам'ятовування та об'єму пам'яті.

Сукупність способів та прийомів, які покращують обсяг пам'яті та полегшують запам'ятовування, методом створення штучних асоціацій називається мнемоніка або мнемотехніка. Але у мнемоніці є й недоліки, один з них це те, що вона не може вдосконалювати пам'ять, а тільки допомагає більше легше запам'ятовувати необхідну інформацію. Та й це може працювати не у всіх випадках, а тільки там, де при запам'ятовуванні ті штучні асоціації які були придумані закріплюються швидко і легко. Також треба завжди

пам'ятати що вона може наробити прямої шкоди, оскільки відбувається підміна механічним завчанням осмислене логічне запам'ятовування.

Якщо мнемотехніка використовує методи, які ґрунтуються на вербально-логічному мисленні, то ейдетика ґрунтується на конкретно-образному. Поєднання технік ейдетики та мнемоніки дає можливість майже кожній людині добитися значних результатів розвитку пам'яті та прискорити запам'ятовування і відтворення інформації.

Крім мнемоніки, почали звертати увагу та говорити про ейдетіку як техніку розвитку пам'яті після виходу у світ книги О. Лурії «Маленька книжка про велику пам'ять». Ейдетика це сукупність різноманітних прийомів та технік образного мислення, розвитку уваги та пам'яті.

Як краще за пам'ятувати й зберегти в пам'яті певний об'єкт, текст або явище залежить від властивостей їхньої побудови або структури, які людина як правило виявляє в процесі запам'ятовування цих об'єктів. Для коректного та успішного запам'ятовування інформації необхідно дотримуватися правил. Саме добре організовані емоційні прояви та діяльність розуму, які акомпанують сприйняттю, лежать у базі запам'ятовування матеріалу для того щоб його можна було відтворити у майбутньому. Правила запам'ятовування являються рекомендаціями, дотримуватися яких необхідно для ефективного запам'ятовування а надалі відтворення необхідної інформації.

Одним з найважливіших правил запам'ятовування це взаємодія відчуттів. Взаємодія відчуттів – це коли у аналізатора відбувається зміна чутливості при впливі подразнення інших органів відчуття. Було доведено, що коли звуковий аналізатор подразнюється це приводить до підвищення чутливості зорового аналізатора, але слід враховувати що при умові, коли джерело звука дуже гучне, це приводить до зворотного ефекту, погіршення чутливості ока до світосприймання. Взаємодію відчуттів можна поділити на два типи: синестезію і сенсibiliзацію. Синестезія – це коли під впливом подразнення одного аналізатора виникає відчуття яке характерне для іншого аналізатора. Зорово-слухові синестезії зустрічаються більш часто особливо

коли при зорових подразниках у мозку людини з'являються слухові образи або навпаки. Сенсibilізація це коли підвищується чутливість при взаємодії вправляння та аналізаторів. Якщо наводити приклад то це, коли людина чує слова «кислий, як лимон», то вона відчуває на язиці смак кислого лимонного соку. Також необхідно зазначити що у дітей розвивається звуковисотний слух завдяки постійному музикуванню.

Наступним правилом запам'ятовування є уява. Уява - це поживне джерело пам'яті. Якщо людина буде більш частіше використовувати уяву в процесі запам'ятовування, то в неї буде розвиватися пам'ять. Уява більш важлива за знання, тому як знання лімітуються, а уява охоплює весь світ та може створити новий світ, стимулюючи еволюцію та прогрес. Уява доповнює та підсилює взаємодію відчуттів між собою.

Почуття гумору це ще одне правило запам'ятовування. Майже всі люди впевнені, що вони мають не погане почуття гумору. Гумор це інструмент який допомагає нам покращити настрій, подивитися на себе зі сторони, у складних ситуаціях зняти напругу та полегшує спілкування з людьми. Але одним з найважливіших факторів це те що, гумор допомагає нам більш швидко запам'ятовувати образи та події.

Неможна забувати також про рухи. При виконанні рухів, особливо ритмічних, людина краще запам'ятовує інформацію. Наприклад вправа з фізкультури, на підняття і опускання ніг чи рук за прискореним ритмом в певній послідовності, добре допомагає запам'ятати необхідну інформацію.

Нумерація це ще один спосіб покращити запам'ятовування. При нумерації образів об'єктів ми підвищуємо ефективність їх запам'ятовування, тому що нумерація добре сприяє на ефективність правила послідовності.

Одним з основних складових ейдетики є символізм. Яскраві символи та образи наш мозок сприймає набагато краще ніж тусклі об'єкти. Символ – це образ об'єкту або слово, яке ґрунтується на умовному означенні деякого поняття чи явища на підставі умовності або подібності. На рисунку 5.1 наведені приклади окремих символів.

Достатньо широко символи використовуються у нумізматиці і геральдиці при створенні родових знаків, гербів або чеканці монет.

Не можна забувати також про важливий візуальний аспект, такий як кольори. При використанні усієї гами кольорів запам'ятовування значніше поліпшується.

Ще одним правилом запам'ятовування є позитивні образи, враховуюче те що негативні образи впливають на мозок таким чином що він їх блокує. Тому треба враховувати що певні негативні образи, навіть якщо для них були використанні зазначені правила, мозок може заблокувати: тому що навіть думка повторного звернення до негативних спогадів стає неприємною. Не треба забувати що позитивні образи поліпшують правило перебільшення.

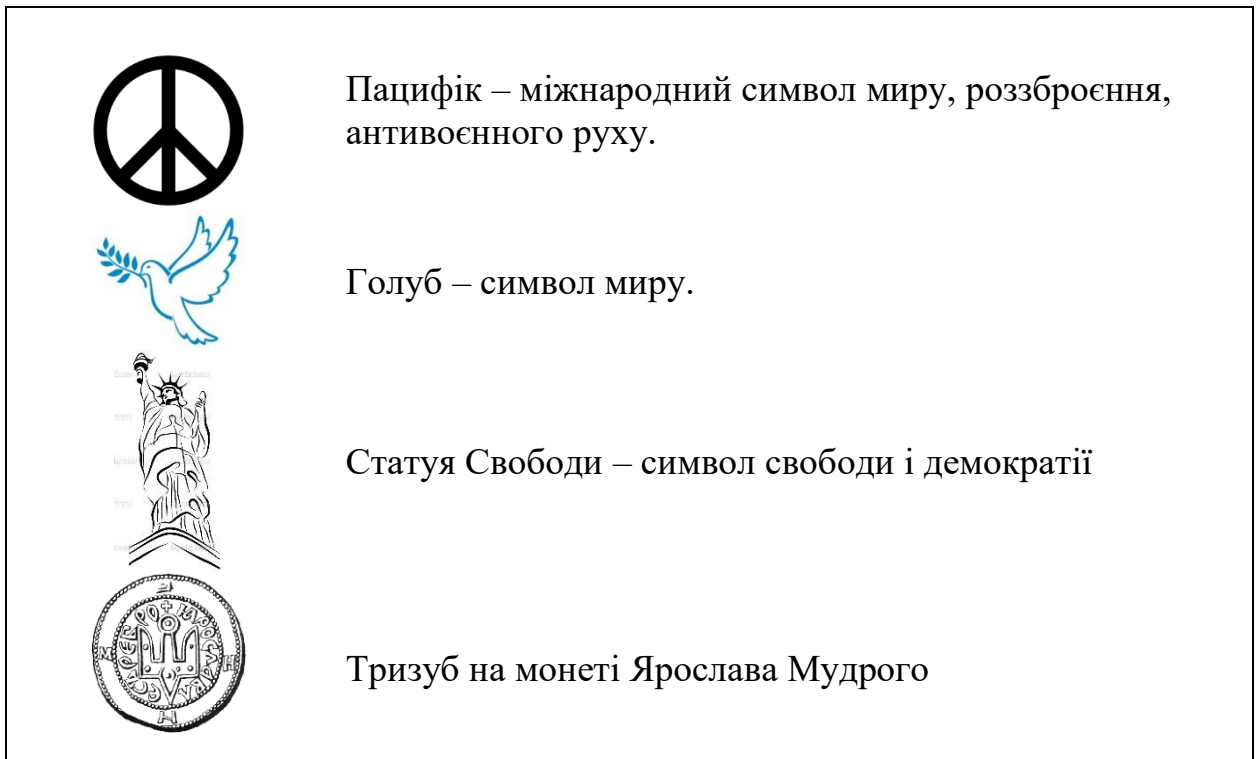


Рисунок 5.1 – Приклади символів

Гіперболізація або якщо більш легко перебільшення використовується для посилення думки. Одним з наглядних прикладів перебільшення є карикатури, котрі добре сприяють запам'ятовуванню необхідних образів об'єктів. Також їх можна створити й самостійно, при умові що людина має

хоча б якісь навички в малюванні. Правило перебільшення часто можна побачити творах поетів та письменників, також нерідко це можна пострічати і в народній творчості. Як приклад можна навести: «ми не бачилися вже сто років» або «я казав це тисячу разів».

Останніми правилами, але не за значенням, являються послідовність та асоціації. Як вже зазначалось нумерація поліпшує послідовність образів, але послідовність може й окремо використовуватися від нумерації, головне це запам'ятовувати образи в певному порядку. Як приклад можна навести, набір образів стіл, шафа, стілець, полиця, для їх запам'ятання необхідно їх розташувати у певному порядку за їх властивостями, наприклад збільшення або зменшення фізичних розмірів. Асоціація – це співвідношення одного образу з іншим, один з яскравих прикладів це коли шия лебедя нагадує цифру два.

Наведені правила доповнюють друг друга, та допомагають краще запам'ятовувати інформацію, для вивчення. Наприклад аспект уяви гарно доповнює символізм та нумерація. При відсутності символізму буде важко згадати та асоціювати уявлення з певним об'єктом який необхідно запам'ятати. А нумерація допоможе структурувати набір асоціацій для більш легко згадування та відтворення інформації. При правильному набору та відтворення правил досягається максимальний ефект для успішного та ефективного запам'ятовування певного набору інформації.

#### 5.4 Алгоритми гейміфікації

Чи можна провести аналіз того, що робить гри ефективними, і перенести ці складові в бізнес-середовище? Таке вихідне положення нової бізнес-практики під назвою гейміфікація. Для успішної гейміфікації потрібно два види навичок: розуміння дизайну ігор та розуміння методів бізнесу.

Дослідження мотивації, які можна знайти в науковій літературі, говорять про те, що людину буде мотивувати ігровий компонент. Грошова винагорода зовсім не обов'язково, тому що сама гра вже винагорода. Наприклад проект The Fun Theory перетворив сходи на одній зі станцій шведського метро в величезне електронне піаніно. Результат: користуватися сходами стало на 66% більше людей.

У випадку гейміфікації процесу навчання необхідно виділити чотири цілі: мотивація, оцінювання, структура та розвага. Дані аспекти повинні бути досягнення завдяки гейміфікації з використанням ігрових механік [10]. Це дуже важливий момент проектування програмного забезпечення.

Перша ціль «мотивація» має на увазі під собою залученість, бажання та натхнення. Тобто необхідно мотивувати користувачів навчатися за допомогою залучення до наведеного матеріалу. Для забезпечення зацікавленості з одного боку необхідно сформувавши легкий та зрозумілий інтерфейс користувача з мінімальним набором різноманітних функціональних об'єктів, а з другого боку необхідно поставити ціль, якої необхідно досягти. Досягти виявлення бажання вчитися можна різними методами, але самий найефективніший спосіб це поетапне досягнення мети для вирішення задачі. Тобто необхідно розбити крупний розділ матеріалу на декілька менших частин. Завершення усіх маленьких частин приведе до завершення великого розділу. Тобто необхідно створити контрольні точки, які необхідно досягти. Контрольна точка повинна бути після перевірки вивченого матеріалу. Результатом контрольної точки являється підсумок за вивченим матеріалом та проводиться оцінювання якості навчання. Простого набору контрольних точок недостатньо для мотивації користувачів гарно навчатися, тому необхідно додати досягнення. Досягнення в комп'ютерних іграх – це обов'язкові завдання, пов'язані з прогресом проходження, стилем гри, пошуком секретів, колекційних предметів тощо. Іноді отримання досягнень дає доступ до нових матеріалів, наприклад до бонусним картками, малюнків, скінів персонажів.

Досягнення стимулює виконувати додаткові завдання та прагнути собрати як можна більше нагород за виконання умов досягнень.

Наступна ціль «оцінювання» грає дуже важливу роль у навчанні. Оцінювання повинно точно відображати знання учнів, тобто бути справедливим, та у той ж час не повинно відштовхувати від себе. Існують багато систем оцінювань знань які використовують в сучасних освітніх програмах. Частіше за все це накопичувальні системи оцінювання, де необхідно набрати певну кількість балів для того щоб получить оцінку. Цій підхід до оцінювання достатньо справедливий, але має свої недоліки. Інколи підхід з накопичуванням балів може привести до страху втратити бали та непевності у собі. Для уникнення даної проблеми, необхідно не тільки карати за помилки, а ще й нагороджувати за правильні відповіді. Формула розрахунку наведена у формулі 5.1.

$$M_{\Pi} = S \cdot 140/C - F \cdot 100/C,$$

$$M = \begin{cases} M_{\Pi}, & M_{\Pi} \leq 100 \\ M_{\Pi} - (M_{\Pi} - 100), & M_{\Pi} > 100 \end{cases} \quad (5.1)$$

де  $M$  – оцінка;

$M$  – проміжна оцінка;

$C$  – кількість питань;

$S$  – кількість правильних відповідей;

$F$  – кількість не правильних відповідей.

Шкала оцінювання контрольної точки являє з себе стобальну шкалу оцінки. Тобто спочатку контрольної точки, при умові двадцяти питань, учень має нуль балів, за кожную правильну відповідь получає сім балів, за кожную помилку знімається три бали. Тобто якщо учень дає 15 правильних відповідей, та відповідно має 5 помилок, то він получає  $15 * 7 - 5 * 3 = 90$  балів зі 100 можливих. При таких умовах можна набрати більш 100 балів, у такому випадку лишні бали відкидаються. Данна система оцінювання дозволяє

набрати 4 помилки, та все одно отримати максимальну оцінку. Це дозволяє учням менше переживати за помилки, та краще відповідати.

Наступна ціль «структура», вона має на увазі під собою правильне структурування матеріалів для вивчення, які розбиваються на рівні. Кожен рівень має свій рівень складності. При правильній структурі, складність рівнів зростає. Але при рівномірному зростанні складності зацікавленість учнів буде падати, тому що в якийсь момент до постійному зростанню складності можна звикнути. З цієї причини зростання складності повинен бути стрибкоподібний (див. рис. 3.1). Стрибкоподібне зростання має на увазі під собою швидке зростання складності до пікових точок, після яких відбувається невелике зниження складності. Це допомагає учням відчувати що вони вивчили і закріпили пройдений матеріал, що додає впевненості в собі і викликає бажання продовжувати і зустрічати нові складності [11].

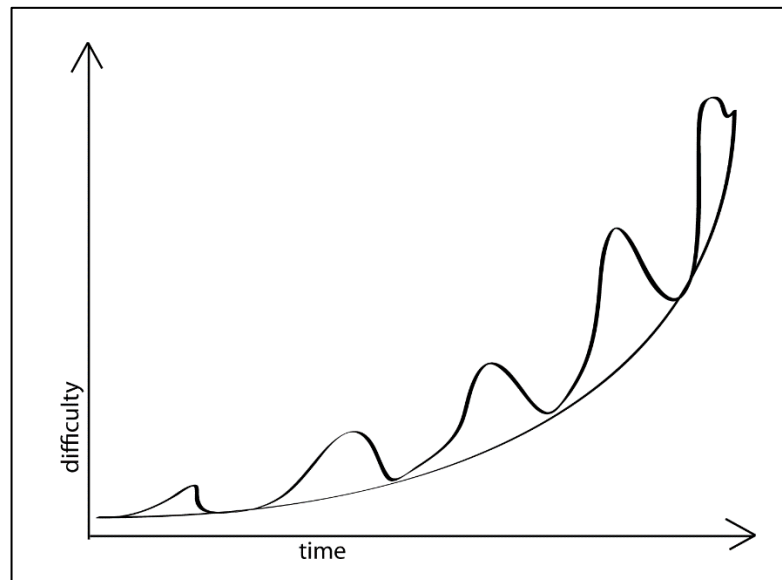


Рисунок 5.2 – Крива складності

Остання мета гейміфікації це додавання "розваги". Розваги в ігровому процесі це один з основних аспектів. Розваги створює необхідну атмосферу і допомагає глибше зануритися в процес. Необхідної атмосфери можна досягти правильним дизайном рівнів, музичним супроводом і інтерфейсом системи.

## 5.5 Процес експерименту

Як вже було зазначено першим шагом необхідно спланувати програму для уроку. Провівши інтерв'ю було визначено що один з самих проблемних предметів у шкільної програми біологія. Обравши біологію як предмет для навчання було обрано тематику рослин. Далі була спроектована програма навчання та налаштований програмний продукт, де можна було вивчати обраний матеріал [12]. Час навчання рішено було встановити на академічний час 45 минут.

Таблиця 5.1 – Результати проведення попереднього тестування

<b>Учні групи А</b>	<b>Оцінка за тест (0 – 100)</b>	<b>Учні групи Б</b>	<b>Оцінка за тест (0 – 100)</b>
Учень 1 (Відмінник)	8	Учень 8 (Відмінник)	12
Учень 2 (Відмінник)	10	Учень 9 (Відмінник)	11
Учень 3 (Хорошист)	5	Учень 10 (Хорошист)	8
Учень 4 (Хорошист)	7	Учень 11 (Хорошист)	6
Учень 5 (Хорошист)	12	Учень 12 (Хорошист)	10
Учень 6 (Двієчник)	3	Учень 13 (Двієчник)	5
Учень 7 (Двієчник)	2	Учень 14 (Двієчник)	2
<b>Середнє значення</b>	<b>6,7</b>		<b>7,7</b>

Перед початком навчання було проведено тестування обох груп учнів, результати наведено у таблиці 5.1. Група А навчається за класичною програмою, а група Б навчається за новим підходом з використанням віртуальної реальності та ейдетики. Середня оцінка тесту групи А дорівнює 6,7, а середня оцінка групи Б дорівнює 7,7.

Далі були проведені уроки у обох груп учнів та зібрана статистика з використання програмного додатку учнів групи А, та якихось відмінностей між поведінкою учнів не було знайдено.

Потім після завершення встановленого часу 45 минут було проведено підсумковий тест у обох групах учнів, результат підсумкового тесту наведено у таблиці 5.2. Підсумковий тест було проведено 7 грудня о 13:00. Також треба зазначити що група написала тест за 35 хвилин, а учні з групи Б закінчили через 45 хвилин.

Таблиця 5.2 – Результати проведення підсумкового тестування

Учні групи А	Оцінка за тест (0 – 100)	Учні групи Б	Оцінка за тест (0 – 100)
Учень 1 (Відмінник)	95	Учень 8 (Відмінник)	90
Учень 2 (Відмінник)	97	Учень 9 (Відмінник)	89
Учень 3 (Хорошист)	90	Учень 10 (Хорошист)	80
Учень 4 (Хорошист)	85	Учень 11 (Хорошист)	75
Учень 5 (Хорошист)	87	Учень 12 (Хорошист)	77
Учень 6 (Двієчник)	73	Учень 13 (Двієчник)	65
Учень 7 (Двієчник)	74	Учень 14 (Двієчник)	62
<b>Середнє значення</b>	<b>85,85</b>		<b>76,85</b>

Через тиждень 14 грудня о 13:00 було знову проведено додаткове тестування, для перевірки довгостроковості пам'яті. Результати тестування наведено у таблиці 5.3. Середнє значення додаткового тесту учнів групи А дорівнює 83,85. Середнє значення додаткового тесту учнів групи Б дорівнює 68,85. З чого можна зробити висновок що група А виконала тест набагато краще та змогла добре повисити середню оцінку у всій групі порівняно з групою Б, у якої результати тесту набагато гірші. Тобто у групи А краще збереглися знання на довгий період, ніж в учнів групи Б. Що говорить об

ефективності навчання групи Б, яка навчалася за допомогою гейміфікації навчального процесу та з використанням ейдетичних методік.

Таблиця 5.3 – Результати проведення додаткового тестування

<b>Учні групи А</b>	<b>Оцінка за тест (0 – 100)</b>	<b>Учні групи Б</b>	<b>Оцінка за тест (0 – 100)</b>
Учень 1 (Відмінник)	90	Учень 8 (Відмінник)	80
Учень 2 (Відмінник)	95	Учень 9 (Відмінник)	82
Учень 3 (Хорошист)	90	Учень 10 (Хорошист)	77
Учень 4 (Хорошист)	80	Учень 11 (Хорошист)	70
Учень 5 (Хорошист)	85	Учень 12 (Хорошист)	65
Учень 6 (Двієчник)	73	Учень 13 (Двієчник)	55
Учень 7 (Двієчник)	74	Учень 14 (Двієчник)	50
<b>Середнє значення</b>	<b>83,85</b>		<b>68,43</b>

Також треба зазначити що всього було обрано 5 тем для вивчення, та група А пройшла 3 теми, а група Б не встигла закінчити 3 тему. Це означає те що група А швидше засновувала матеріал порівняно з групою Б, яка вивчала матеріал звичайним засобом.

## 6 ОПИС РОЗРОБЛЕНОЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ

### 6.1 Обґрунтування середовища розробки

На даний момент існують декілька середовищ розробки для додатків віртуальної реальності. Самі популярні середовища розробки для додатків віртуальної реальності це ігрові движки Unreal Engine 4 і Unity. Обидві середовища розробки мають дуже широкі можливості і є надійними інструментами. Навколо обох склалися активні спільноти з численними інформаційними ресурсами. Обидві середовища розробки дозволяють управляти 3D-оточенням, імпортувати власний контент (3D-моделі, зображення, звук, відео), а також програмувати інтерактивність та геймплей.

Серед розробників додатків для віртуальної реальності немає загальноприйнятої думки, що один з цих ігрових движків кращий за інший. У кожного движка є свої особливості. Unreal Engine 4 вважається більш оптимізованим з точки зору обчислень та продуктивності, дає більш достовірну та якісну картинку, але має більший поріг входження. Unity створювався з розрахунку, щоб його можливостей було достатньо для створення комерційних ігор, але при цьому він залишається більш інтуїтивно зрозумілим і ефективним для початківців розробників [13].

Unreal Engine 4 можна завантажити і використовувати безкоштовно, але авторам доведеться щоквартально платити по 5 процентів доходу з гри, якщо він перевищить \$3000. У той же час Unity має кілька версій різної вартості, але можна зупинитися на безкоштовній Unity Personal. Також варто зауважити, що Unreal Engine 4 це Open Source проект, та за необхідністю можна редагувати початковий код самого ігрового движка.

Одною з основних відмін між Unity та Unreal Engine 4 являється мова розробки. Для Unreal Engine основна мова розробки C++ або мова візуальних сценаріїв Blueprint. Так як початковий код самого движка Unreal Engine 4 написано за допомогою мови програмування C++, то дуже зручно

доповнювати старий або створювати новий функціонал. Система візуальних сценаріїв Blueprints у Unreal Engine є повноцінною системою сценаріїв гри, заснованою на концепції використання інтерфейсу на основі вузлів, для створення елементів гри з Unreal Editor [14]. Як і у багатьох звичайних мовах сценаріїв, Blueprints використовується для визначення об'єктно-орієнтованих класів або об'єктів у движку. Класи Blueprint ґрунтуються на вже існуючих класах C++. На рисунку 6.1 буде наведено приклад класу C++.

```

11 #include "XRMotionControllerBase.h" // for FXRMotionControllerBase::RightHandSourceId
12 #include "Engine.h"
13 #include "ButtonActor.h"
14 #include "FallItem.h"
15 #include "UnrealNetwork.h"
16
17 DEFINE_LOG_CATEGORY_STATIC(LogFPChar, Warning, All);
18
19 const int ASRIS2CppCharacter::ActionDistance = 200.0f;
20
21 ASRIS2CppCharacter::ASRIS2CppCharacter()
22 {
23     // Set size for collision capsule
24     GetCapsuleComponent()->InitCapsuleSize(55.f, 96.0f);
25
26     // Create a CameraComponent
27     FirstPersonCameraComponent = CreateDefaultSubobject<UCameraComponent>(TEXT("FirstPersonCamera"));
28     FirstPersonCameraComponent->SetupAttachment(GetCapsuleComponent());
29     FirstPersonCameraComponent->RelativeLocation = FVector(-39.56f, 1.75f, 64.f); // Position the camera
30     FirstPersonCameraComponent->bUsePawnControlRotation = true;
31
32     // Create a mesh component that will be used when being viewed from a '1st person' view (when controlling this pawn)
33     Mesh1P = CreateDefaultSubobject<USkeletalMeshComponent>(TEXT("CharacterMesh1P"));
34     Mesh1P->SetOnlyOwnerSee(false);
35     Mesh1P->SetupAttachment(FirstPersonCameraComponent);
36     Mesh1P->bCastDynamicShadow = false;
37     Mesh1P->CastShadow = false;
38     Mesh1P->RelativeRotation = FRotator(1.9f, -19.19f, 5.2f);
39     Mesh1P->RelativeLocation = FVector(-0.5f, -4.4f, -155.7f);
40
41     // Create a gun mesh component
42     FP_Gun = CreateDefaultSubobject<USkeletalMeshComponent>(TEXT("FP_Gun"));
43     FP_Gun->SetOnlyOwnerSee(false); // only the owning player will see this mesh
44     FP_Gun->bCastDynamicShadow = false;
45     FP_Gun->CastShadow = false;
46     // FP_Gun->SetupAttachment(Mesh1P, TEXT("GripPoint"));
47     FP_Gun->SetupAttachment(RootComponent);
48

```

Рисунок 6.1 – Клас C++ для UE4

Unreal Engine 4 дозволяє створити свій C++ клас який буде виконувати основні функції. Для більш легкого, зручного та наочного редагування і використання цих функції можна створити Blueprint клас наслідуючи ново створений клас C++. Використовуючи разом класи C++ та класи Blueprint можна добитися розділення на два рівні, один рівень відповідає за складну та дрібну функціональність на більш низькому рівні, наприклад функції

розрахунку місцеположення, а другий рівень визиває та виконує дані функції не зважаючи увагу на їх реалізацію. На рисунку 6.2 наведено приклад класу Blueprint який було успадковано від C++ класу.

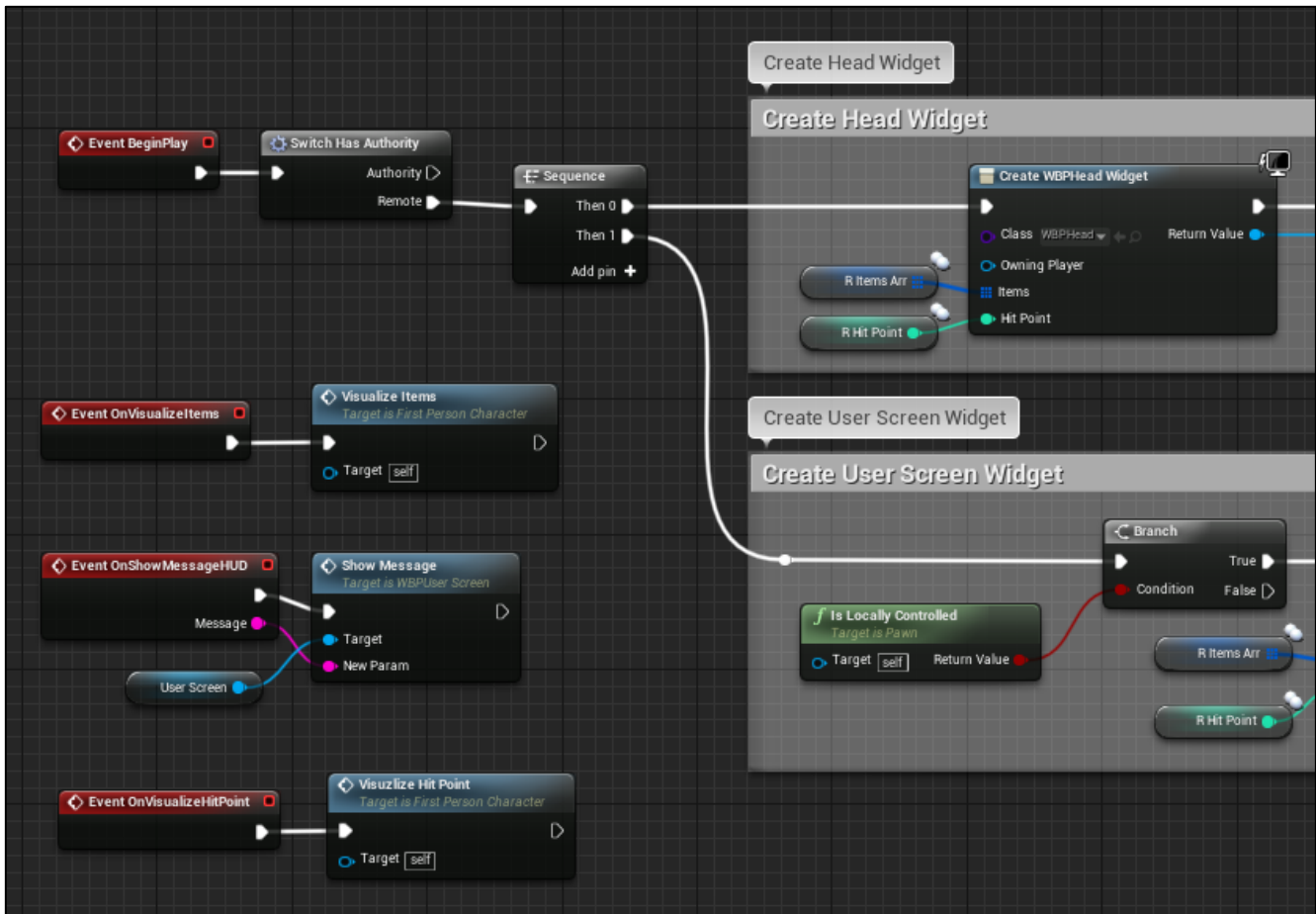


Рисунок 6.2 – Приклад Blueprint класу який було успадковано від C++ класу

Для Unity основна мова розробки C# Script. C# Script це не якась нова мова програмування, різниця між звичайним C# та C# Script тільки у тому, що Unity компілює C# код для цільової платформи. Тобто це язык з синтаксисом C#, але який компілюється потім у специфічний код для цільової платформи, яка була вказана. На відміну від Unreal Engine 4 де кожний об'єкт чи актор являється окремим класом в Unity кожен скрипт може відповідати за свій функціонал, тобто один об'єкт може мати декілька скриптів. Якщо Unreal Engine 4 використовує об'єктно орієнтований підхід, де можна розділити усе на класи, та кожен клас буде відповідати за свій функціонал, то в Unity

використовується функціональний підхід, де в одному файлі можна описати функціональність, та прикріпити його до необхідних об'єктів в незалежності що це за об'єкти та як вони відрізняють друг від друга.

Обидва движка мають підтримку кросплатформеності та підтримують усі необхідні платформи для розробки програмних продуктів. На сьогодні це мобільні платформи (iOS, Android), консольні платформи (PlayStation 4, Xbox One, Nintendo Switch), настільні платформи (Windows, Linux, Mac OS, Steam), віртуальна реальність (Oculus, Stem VR, PlayStation VR, Samsung Gear VR, Google VR), доповнена реальність, веб платформи та інші. Така різноманітність дозволяє створити програмний додаток, який буде працювати водночас на різних платформах, наприклад для настільних, мобільних та консольних платформ.

Ще один не малозначний фактор, це те що обидва движка Unreal Engine 4 і Unity мають свої магазини майна: з них можна завантажити готові 3D моделі персонажів і оточення, текстури і навіть такі речі, як звуки і системи частинок. Проте, Unity однозначно виходить на перше місце з точки зору кількості пропозицій в магазині. У ньому є все – від анімацій і генераторів GUI до розширень редактора для управління штучним інтелектом. Там є все, що потрібно для створення гри. Але варто зауважити що багато з них платні за які необхідно платити гроші, але є й безкоштовні.

Виходячи з усіх різниць між Unity та Unreal Engine 4, було прийняте рішення використовувати Unreal Engine 4. Якщо не брати до уваги рівень знань для початку розробки на цих движках та магазин майна, де можна купувати додаткові матеріали для розробки. Тому що рівень знань для розробці як на Unity та Unreal Engine 4 достатній та є досвід розробки на обох цих движках, та не має необхідності в додаткових матеріалах, так як усе необхідне можна придумати та створити с нуля. То вибір падає на Unreal Engine 4 так як по усім другим аспектам та параметрам Unreal Engine 4 перевершує Unity. Так як у середовищі Unreal Engine 4 набагато легше сформувати гнучку архітектуру, за допомогою якої можна розробити правильну ієрархію класів та дотримуватися

основним принципам проектування. Також не маловажним фактором є офіційна підтримка компанією Oculus, та різноманітні приклади, де показано як правильно необхідно взаємодіяти з гарнітурою віртуальної реальності, зокрема для гарнітури Oculus GO, яка була обрана для розробки.

## 6.2 Архітектура програмної системи

Схема архітектури наведена на рисунку 6.3 та відображає основні моменти взаємодії компонентів системи між собою.

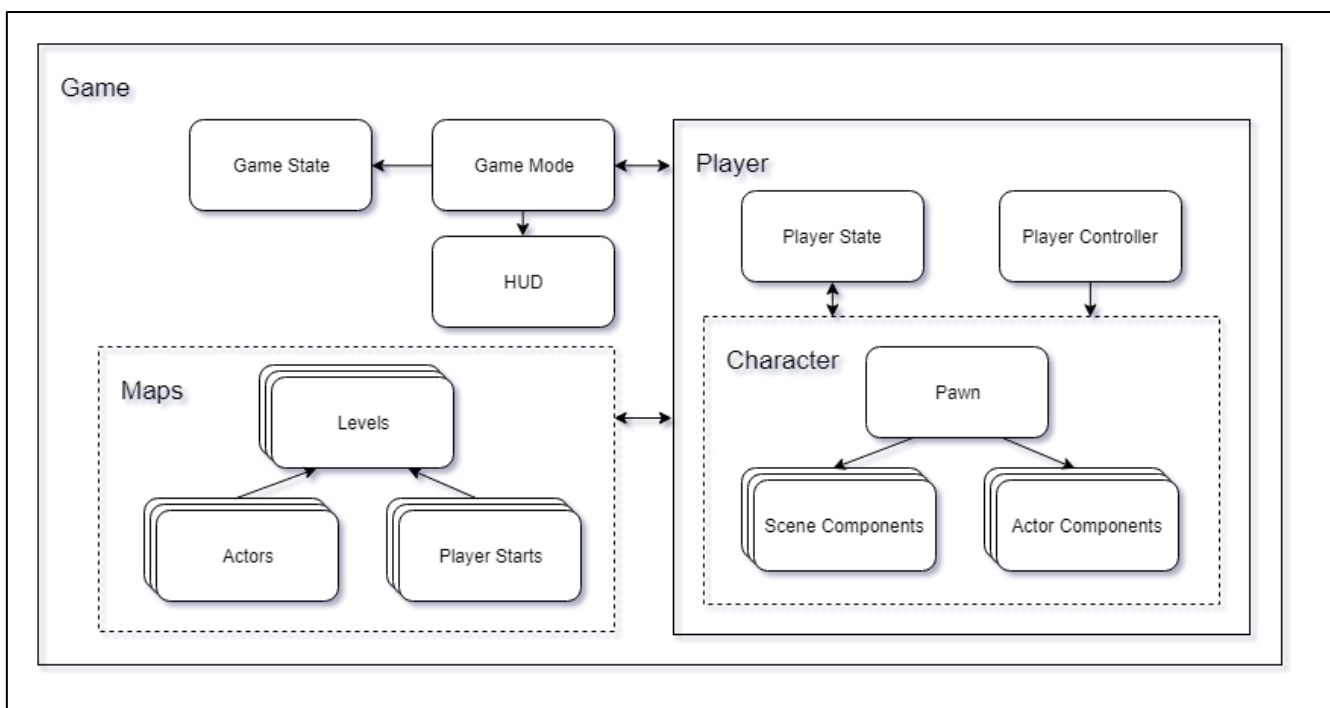


Рисунок 6.3 – Схема архітектури

Проектування архітектури ґрунтується на особливості середі розробки ігрового движка Unreal Engine 4 та структури компонентів яка передбачена безпосередньо у ігровому движку. Основна ідея архітектури орієнтується на принципах чистої архітектури. Clean Architecture об'єднує в собі ідеї декількох архітектурних підходів, які сходяться у тому що архітектура повинна: бути

тестованою, не залежати від інтерфейсу користувача та не залежати від бази даних чи інших фреймворків і бібліотек. Це досягається розділенням на шари та дотриманням правила залежності. Правило залежності говорить нам, що внутрішні шари не повинні залежати від зовнішніх. Тобто бізнес-логіка чи логіка додатку не повинні залежати від презентерів, інтерфейсу користувача, баз даних і т. п. Це можна побачити на схемі наведеної у рисунку 6.4 де зображено потік даних у додатку [15].

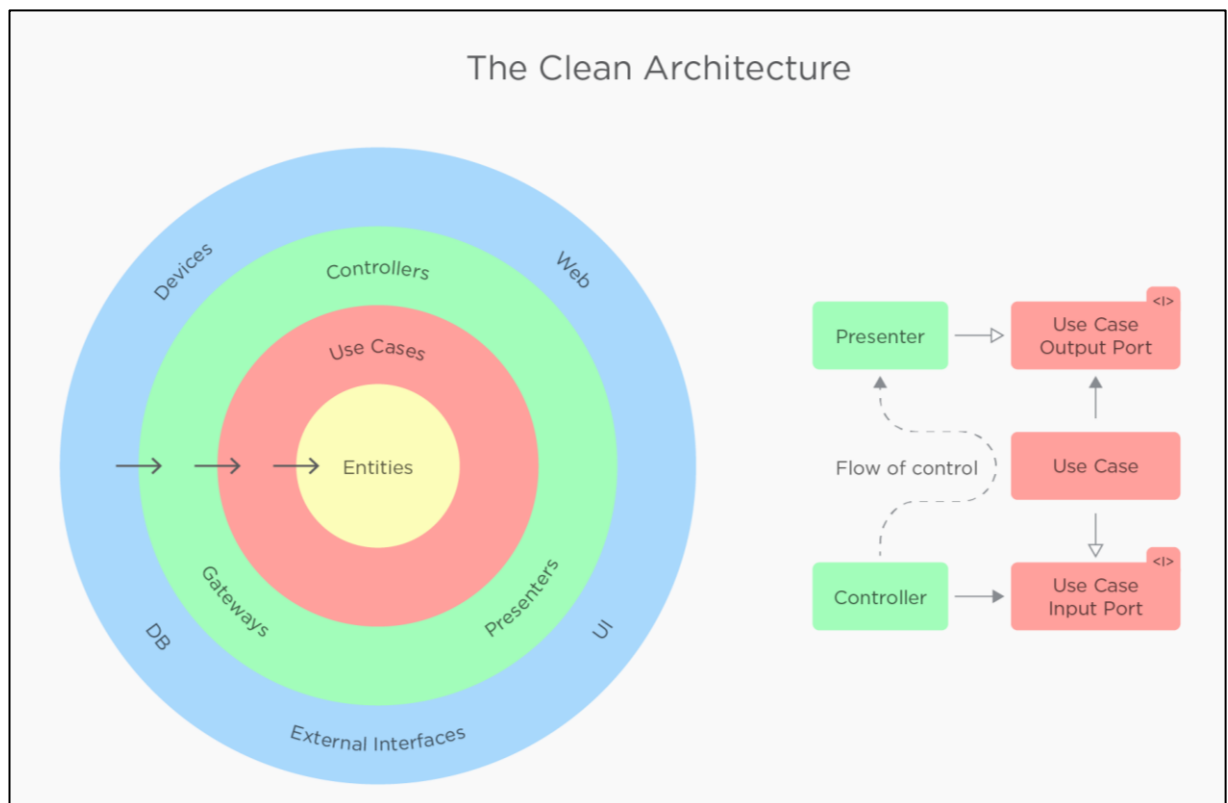


Рисунок 6.4 – Схема Clean Architecture

Наведена діаграма орієнтована на класичні десктопні, мобільні та Web додатки. Для розробки гри були внесені зміни. Гра була поділена на чотири основних шари. Перший шар це рівень гри де виконується логіка взаємодії між ігровими об'єктами та акторами, даний шар відповідає за розташування об'єктів у просторі. Другий шар це безпосередньо гравець, який інкапсулює поведінку гравця та відповідає за керування та введенням даних. Наступний шар відповідає за інтерфейс користувача та інкапсулює його поведінку та

зовнішній вигляд. Останній шар це безпосередньо сама гра, де відбувається бізнес логіка та різноманітні процеси, які відносяться до ігрового движку.

Шар гравця у середині поділяється на декілька незалежних друг від друга підшарів, де виділяється три підшари. Перший це контролер де відбувається обробка дії які здійснює гравець, наприклад натискання кнопки на клавіатурі. Другий підшар представляє з себе персонажа, де описана поведінка, зовнішній вигляд та можливості які можуть бути використані гравцем. Та третій підшар являється тимчасовим сховищем для зберігання поточного стану персонажу.

Таке поділення на шари та підшари з дотримання правила залежності дозволяє замінити реалізацію на потрібну в певний час. Це дозволяє дуже гнучко налаштувати поведінку гри. Наприклад в нас є декілька режимів гри де ми маємо різні можливості але персонаж використовується той же, для цього ми змінюємо реалізацію шару рівнів та контролера не чіпаючи інших компонентів системи. Також це дозволяє легко поширювати додаток, та наприклад добавляти різні платформи. Для цього потребується декілька реалізацій контролера, де кожний контролер буде покривати свою взаємодію з апаратною частиною та методом вводу. Якщо потрібно додати керування за допомогою геймпаду, для додавання нової консольної платформи, а вже реалізовано керування за допомогою клавіатури та комп'ютерної миші. Необхідно лише додати нову реалізацію контролеру який буде покривати керування персонажем за допомогою геймпаду. Що достатньо легко та ефективно.

Використання даної архітектури дозволить легко та гнучко модифікувати або поширювати систему за потребою. Ще одна перевага такої архітектури це можливість спільної розробки одночасно, коли один розробник працює всередині однієї шари, а другий всередині іншої, та їх робота не заважає друг другу.

### 6.3 Інтерфейс користувача

Інтерфейс користувача – це інструмент який виконує функцію передачі даних інформації між апаратно-програмними компонентами комп'ютерної системи та користувачем-людиною [16]. Взаємодія між комп'ютером та людиною – це місце, де здійснюється спільна робота між машиною та людиною яка використовує цю машину. Конструктивні думки, які використовуються при створенні інтерфейсів користувача, стосується таких галузей, як психологія, ергономіка, та інші. Мета співпраці користувача з комп'ютером, полягає у тому, щоб гарантувати ідеальне керування і роботу з машиною для людини, а машина у той же час, надає візуальну, аудіо та іноді тактильну інформацію, яка допомагає у прийнятті тих чи інших рішень.

Якість і передбачуваність спілкування в значній мірі впливають на те, як ми сприймаємо програмне забезпечення і як швидко досягаємо цілей. Інтерфейс користувача дуже важливий, і при розробці проєктів віртуальної реальності необхідно приділяти увагу цьому аспекту.

Особливо цікаві в розробці програмного забезпечення віртуальної реальності нові способи взаємодії: положення голови, напрям погляду та контролери руху на руках. Вони пропонують, нові варіанти реалізації інтерфейсу.

Дуже важливим аспектом у додатках віртуальної реальності є створення зручного та зрозумілого інтерфейсу користувача. Так як віртуальна реальність підмінює відчуття, та вводить мозок в оману, треба дуже безпечно продумувати та проєктувати інтерфейс та взаємодію з ним. Якщо спроектувати інтерфейс користувача не правильно та з помилками, користувач буде відчувати дискомфорт та в нього буде відраза від додатку віртуальної реальності, та він більш не захоче повертатися, та все що було зроблено по часті геймдизайну та гейміфікації буде марним. Крім того не правильно побудований інтерфейс користувача у додатку віртуальної реальності може

привести до плохого самопочуття людини. Ідеальний інтерфейс користувача повинен бути зрозумілим, непомітним і інтуїтивним, щоб дії самі напрашувалися.

По можливості необхідно розміщувати елементи взаємодії з користувачем на природні місця, наприклад кнопка для включення лампочки необхідно розмістити на вимикачі, який розташовується на стінці, як і у звичайній кімнаті, замість того щоб розміщати кнопку на якій планці у повітрі [17]. Куруючись цією рекомендацією було спроектовано інтерфейс головного меню. Було прийнято рішення стандартні елементи інтерфейсу, за допомогою яких можна керувати програмним забезпеченням, винести на моделі моніторів які будуть розміщуватися на комп'ютерному столі, а не на напівпрозору плашку. Тобто вся необхідна інформація та елементи інтерфейсу з різноманітним текстом відображаються на моніторах. Це рішення не буде визивати якогось дискомфорту у користувача та легке в розумінні, як цим користуватися. Також це надає гарну атмосферу для навчання. Взаємодія з таким головним меню відбувається за допомогою курсору, який виглядає як промінь, який виходить з об'єкту контролера. Тобто замість привичного курсору комп'ютерної миші використовується лінія, якої можна керувати через переміщення контролера. Натискання триггеру на контролеру відповідає натиску лівої клавіші комп'ютерної миші. Що приводить до інтуїтивного розуміння, як цим користуватися. Макет головного меню наведено на рисунку 3.8.

Крім головного меню необхідні ще додаткові меню у процесі вивчення, у яких буде відображатися прогрес, підказки та оцінка за виконане завдання. Дані елементи інтерфейсу необхідно розмістити перед камерою користувача, та прив'язати їх до переміщення камери. Але ці елементи не повинні заважати користувачеві для взаємодії з оточуючим простором. Для цього необхідно елементи інтерфейсу розташовувати на напівпрозорих фонах та розміщати дані елементи необхідно не по центру камери, але й не зовсім далеко від центру. Також дані елементи необхідно скривати, коли вони не потрібні у даний час,

щоб не перевантажувати інтерфейс багатою кількістю елементів. Якщо є якийсь великий елемент, який перегороджує велику частину екрану, та який необхідно відображати користувачу, та до нього має бути постійний доступ. Необхідно створити кнопку яка буде скривати та показувати цій елемент. Коли користувачу цій елемент буде заважати, він натискання цієї кнопки скрие цій елемент, а якщо він йому знов знадобиться він натисканням цієї ж кнопки розгорне цій елемент. Прикладом такого елементу може бути опис на рівні, який буде пояснювати що необхідно роботи, щоб досягти цілі.

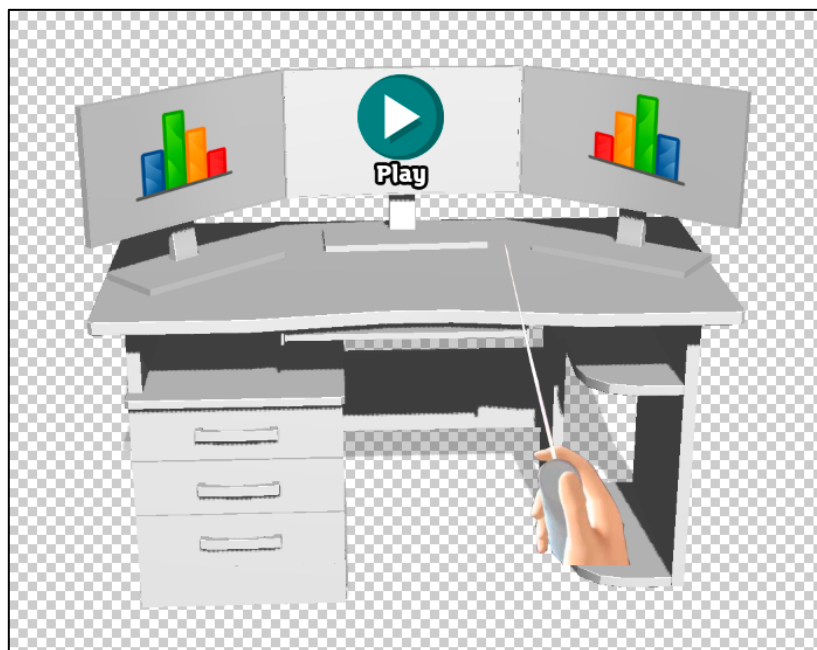


Рисунок 6.5 – Макет головного меню

Щоб не заважати зануренню, також дуже важливо, щоб взаємодії – простіше кажучи, правила віртуального світу – були однаковими. Це означає, що якщо у віртуальному просторі якийсь об'єкт можна брати і перетягувати, то це повинно ставитися до всіх об'єктів. Наприклад, не можна ставити на стіл кухоль, з якої можна взаємодіяти, поруч зі статичною пляшкою. Як тільки користувач спробує взяти в руку пляшку, і нічого не станеться, віртуальний світ одразу перестане здаватися реальним.

Найважливішим набором знань для проектування додатків віртуальної реальності є створення прототипів. Можливість швидко створювати

прототипи проектування для перевірки нових ідей є неймовірним активом у сфері, де існує мало встановлених стандартів. Дизайнери тільки починають подряпати поверхню конструкції віртуальної реальності, і, коли досліджуються нові моделі дизайну, відкриваючи нові взаємодії, необхідно мати спосіб перевірити нові знахідки.

## 7 РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

### 7.1 Природа експериментальних помилок

Експериментальні помилки з'являються з зовнішньої середовища та можуть давати помилковий результат, математичний апарат враховує деякі помилки чи невизначеності, але врахувати усі помилки не можливо. Помилки в розрахунках можуть бути через фізичний стан учнів як у час навчання так і у час складання тесту. Учень може як захворіти так і просто почувати себе не дуже гарно, через різні причини, не виспався, довго не відпочивав, чи ще щось. Також необхідно враховувати що учні можуть відволікатися від процесу навчання.

### 7.2 Вимірювання результатів тестування

Отриманий матеріал (Y) – це параметр який у відсотках відображає кількість пройденого матеріалу:

$$Y = F / (P / 100),$$

$$Y_A = 3 / (5 / 100) = 60 \%$$

$$Y_B = 2,5 / (5 / 100) = 50 \%$$

де F – фактичний обсяг матеріалу (шт) (кількість тем);

P – повний обсяг матеріалу (шт) (кількість тем).

Швидкість проходження матеріалу (V) – це параметр який відображає на скільки швидко було отримано матеріал:

$$V = Y / T,$$

$$V_A = 60 / 45 = 1.3$$

$$V_B = 50 / 45 = 1.1$$

де  $Y$  – отриманий матеріал (%);

$T$  – час потрачений на навчання (хв).

Тривалість запам'ятовування ( $R$ ) – це параметр який відображає наскільки тривало учень може пам'ятати вивчений матеріал:

$$R = (O_1 - O_2) / (t_1 - t_2),$$

$$R_A = (85,85 - 83,85) / 24 = 0,083$$

$$R_B = (76,85 - 68,43) / 24 = 0,35$$

де  $t_1$  – час коли було проведено підсумковий тест (дата та час);

$t_2$  – час коли було проведено додатковий підсумковий тест (дата та час);

$O_1$  – оцінка за підсумковий тест (0-100);

$O_2$  – оцінка за додатковий підсумковий тест (0-100).

Швидкість відтворення інформації ( $W$ ) – це параметр який показує наскільки швидко учень можна відтворити вивчений матеріал:

$$W = O / t,$$

$$W_A = 85,85 / 35 = 2,45$$

$$W_B = 76,85 / 45 = 1,7$$

де  $O$  – оцінка за підсумковий тест (0-100);

$t$  – час за який було складено підсумковий тест.

### 7.3 Аналіз результатів випробувань.

Отримавши результати експерименту, можемо провести аналіз та зробити відповідні висновки до впливу нового підходу для навчання до освітнього процесу.

Перше що можна зазначити що група А за тій ж самий час що й група Б пройшла трохи більше матеріалу, коефіцієнт швидкості вивчення у групи А ставить 1.3, а групи Б ставить 1.1.

Далі було оцінено тривалість запам'ятовування вивченого матеріалу, та група А отримала 0,083 коефіцієнт тривалості запам'ятовування, а у групи Б коефіцієнт дорівнює 0,35. Чим даний коефіцієнт менше, тим тривалість пам'яті більше.

Також було оцінено швидкість відтворення інформації, коефіцієнт у групи А дорівнює 2,45, а у групи Б дорівнює 1,7. Чим даний коефіцієнт більше тим швидкість відтворення інформації більша.

З отриманих даних можна зробити висновки що група А, яка вивчалася з використанням нового підходу, змогла трохи більше вивчити матеріалу за тій ж час, учні в групі А на більш довгий строк запам'ятовують інформацію та швидше відтворюють інформацію при складанні тесту.

## ВИСНОВКИ

В ході роботи було спроектовано ігровий додаток, який допомагає учням навчатися. Під час аналізу предметної області були виявленні основні аспекти розробки та схожі проекти. Одним з основних аспектів являється використання методик ейдетики для більш легкого запам'ятовування інформації та вивчення наведених матеріалів. Також були виявлено необхідність в використанні підходів гейміфікації та внаслідок цього використання методів геймдизайну для введення розважального аспекту до нудного процесу вивчення наданої інформації. Ще було обрано середу розробки, вибір був між більш легкою Unity та більш важкою Unreal Engine 4. Де був обраний ігровий движок Unreal Engine 4. На основі чого була сформована задача для подальшої постановки задачі.

Далі було спроектований математичний апарат для методів дослідження гейміфікації навчання у середовищі віртуальної реальності з використанням ейдетичних методик.

В результаті було спроектовано програмну систему для прискорення та поліпшення навчання з використанням ейдетики та віртуальної реальності, на основі якої були сформовані методи наукового дослідження та математична модель. Після чого проведено експеримент для визначення впливу програмного продукту на навчальний процес.

Отримавши результати та провівши аналіз можна зробити висновки, того що новий підхід з використанням системи віртуальної реальності яка побудована з принципами гейміфікації та ейдетичними методика позитивно впливає на навчальний процес. Якщо більш конкретно то було поліпшено швидкість навчання, тобто один й той же матеріал був вивчений за менший час, та була посилена довгострокова пам'ять, це коли інформація в нашому мозку зберігається на довгий строк та ми можемо її відтворити через певний проміжок часу а також новий підхід поліпшує швидкість відтворення

інформації, це впливає на час який необхідно людині щоб пригадати якийсь образ або необхідну інформацію у певний проміжок часу.

Провівши експеримент ми бачимо що необхідно змінювати звичний підхід до навчання, та застосовувати як нові технології у вигляді віртуальної реальності так і старі вже добре вивчені методики як гейміфікації так і ейдетики. Особливо гарний ефект дає саме симбіоз технологій з теоретичними методиками, які застосовують вже достатньо давно та й зарекомендували себе окремо друг від друга. Створивши систему яка працює на оточенні віртуальної реальності та використовує теоретичні методики у вигляді гейміфікації та ейдетики, та провівши експеримент наглядно можна побачити результат.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Эйдетика: развитие памяти и внимания у детей и взрослых. URL: <https://www.shaleny-ravlyk.com/эйдетика> (дата звернення: 16.10.2020)
2. Виртуальна реальность / Материал из Википедии — свободной энциклопедии. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальная\\_реальность](https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальная_реальность) (дата звернення: 16.10.2020)
3. Stieglitz S., Lattemann C., Robra-Bissantz S., Zarnekow R., Brockmann T. Gamification. Using Game Elements in Serious Contexts: навч. посіб. Springer, 2017 – 3 с.
4. Трунёва В. Статистика и анализ пропусков учащихся 7-9 классов в русской школе города Кивийли. URL: <http://docplayer.ru/78254417-Statistika-i-analiz-propuskov-uchashchihsya-7-9-klassov-v-russkoj-shkole-goroda-kiviyl.html> (дата звернення: 18.10.2020).
5. Игрофикация / Материал из Википедии — свободной энциклопедии. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Игрофикация>
6. Unity VS Unreal – Which Engine Should You Choose?. URL: <https://sundaysundae.co/unity-vs-unreal/> (дата звернення: 15.11.2020)
7. Schell J. The Art of Game Design – A Book of Lenses: навч. посіб. Elsevier, 2008 – 17 с.
8. Эйдетизм / Материал из Википедии – свободной энциклопедии. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Эйдетизм> (дата звернення: 16.11.2020)
9. Рассоха М. МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ. Конспект лекцій, ХАРКІВ – ХНАМГ – 2011 – 32с.
10. Oleksandr Topchii, Oleksandr Samantsov, Oksana Mazurova, Mariia Shirokopetleva. A Study of Optimization Models for Creation of Artificial Intelligence for The Computer Game in The Tower Defense Genre. Problem of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T'2020), Kharkiv, Ukraine.- 6-9 October 2020.

11. Новіков Ю.С., Саманцов О.О. Вступ в ігрову аналітику: навч. посіб. для студ. ВНЗ, 2018 – 54 с.
12. Назаров А.С., Сушинський І.К. Геймификация обучения с использованием VR. The World of Science and Innovations, London, United Kingdom.- 14-16 October 2020.
13. Руководство для начинающих VR-разработчиков. URL: <https://habr.com/ru/company/mailru/blog/316024/> (дата звернення: 30.11.2019)
14. Blueprints Visual Scripting. Overview of using the Blueprint visual scripting system for gameplay. <https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Blueprints/index.html> (дата звернення: 01.12.2020)
15. Заблуждения Clean Architecture. URL: <https://habr.com/ru/company/mobileup/blog/335382/> (дата звернення: 03.12.2020)
16. Интерфейс пользователя / Материал из Википедии – свободной энциклопедии. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Интерфейс\\_пользователя](https://ru.wikipedia.org/wiki/Интерфейс_пользователя) (дата звернення: 04.12.2020)
17. VR-Design: User Interface. URL: <https://habr.com/ru/post/324002/> (дата звернення: 04.12.2020)