

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Факультет комп'ютерних наук та кібернетики
Кафедра інтелектуальних програмних систем

**Кваліфікаційна робота
на здобуття рівня бакалавра**

за спеціальністю

121 Інженерія програмного забезпечення

на тему:

**ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ 3D МОДЕЛЕЙ ПРИ РОЗРОБЦІ ІГОР НА БАЗІ
ІГРОВОГО РУШІЯ UNITY**

Виконав студент 4-го курсу
Ігор НЕФЬОДОВ

(підпис)

Науковий керівник:
доцент кандидат фіз.-мат. наук,
Лариса КАТЕРИНИЧ

(підпис)

Засвідчую, що в цій роботі немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Роботу розглянуто й допущено до захисту на
засіданні кафедри інтелектуальних
програмних систем
«___» травня 2023 р.,
протокол № ___

Завідувач кафедри
Олександр ПРОВОТАР

(підпис)

Київ – 2023

РЕФЕРАТ

Обсяг роботи **43** сторінки, **15** ілюстрацій, **9** джерел посилань.

КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА, МОДЕЛЮВАННЯ, СТВОРЕННЯ ІГОР, АНІМАЦІЯ, ПОЛІГОН, КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ, BLENDER, ШЕЙДЕР, UNITY 3D, ЧАСТИНКИ, ДИЗАЙН ТА СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ, СТВОРЕННЯ СКЕЛЕТУ, РОЗРОБКА ІГОР.

Об'єктом роботи є розробка комп'ютерної гри у жанрі стратегія в реальному часі, та створення 3d моделей для неї. Також робота включає у себе використання різних методів та інструментів створення моделей та ігор, які існують на даний момент, для досягнення результату у вигляді виконання кваліфікаційної роботи.

Метою роботи є використання інструментарію ігрового рушія Unity3d для створення комп'ютерної гри в жанрі стратегія у реальному часі, та створення 3d моделей для неї.

Інструментами розробки є ігровий рушій Unity 3D 2021.3.1.15f1, мова програмування C#, безкоштовний пакет програмного забезпечення Blender 3.1.2.

Результат роботи: було розроблено гру у жанрі стратегія у реальному часі, та сеттінгу сучасних військових дій. Показано процес створення тривимірних моделей, котрі є однією з основ створення тривимірних ігор. У самому середовищі гри показано та використано створенні попередньо моделі. Також демонструється створення ігрових механік, та використання певних інструментів ігрового рушія, для створення різних візуальних ефектів.

Результат роботи, тобто гру можна використати для отримання коштів, шляхом опублікування гри на ігрові платформи.

Програмний продукт можна розвинути, шляхом отримання додаткового фінансування з краудфандингових платформ, та додавання нового функціоналу до гри, такого як мультиплеєр, покращення графіки, та додавання нового функціоналу.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	2
ЗМІСТ.....	3
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ.....	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 3D ГРАФІКА ТА МОДЕЛЮВАННЯ.....	9
1.1. Визначення 3D графіки, та 3D моделювання.....	9
1.2. Історія розвитку 3D графіки та моделювання.....	10
1.3. Застосунки для моделювання.....	11
1.3.1. Blender.....	12
1.3.2. Autodesk 3ds Max.....	13
1.3.3. Autodesk Maya.....	15
1.3.4. ZBrush.....	16
1.3.5. Cinema 4D.....	18
РОЗДІЛ 2 СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ.....	20
2.1. Дослідження.....	20
2.2. Створення ескізу.....	20
2.3. Подальше моделювання на основі ескізу.....	21
2.4. Створення моделей живих істот.....	24
2.4.1. Скульптурування.....	24
2.4.2. Ретопологія.....	25
2.5. Ригінг.....	25
2.6. Анімація.....	26
2.7. Створенні моделі.....	28
РОЗДІЛ 3 ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ.....	31
3.1. Unity3D.....	31

	4
3.1.1. Створення гри стратегії на рушії Unity3D.....	34
3.1.2. Стратегія у реальному часі.....	34
3.2. Застосування різних методів 3D графіки в Unity3D.....	35
3.2.1. Створення meshu в Unity.....	35
3.2.2. Створення та редагування матеріалів в Unity.....	37
3.2.3. Створення шейдерів в Unity.....	38
3.2.4. Particle system Unity.....	38
3.2.1. Створення сцени для головного меню.....	39
3.3. Реалізація ігрових механік.....	40
3.3.3. Туман війни та розвідка.....	41
3.3.4. Система озброєння.....	41
3.3.5. Керування та навігація юнітів.....	42
3.3.6. Характеристики юнітів.....	42
ВИСНОВКИ.....	44
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ.....	45

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

3D – Three-dimensional, тривимірний;

UI - User Interface, користувацький інтерфейс;

UV - осі координат площини розгортки,

AAA - Triple A game, високобюджетна ігрова продукція,

FPS - Frame per Second, кількість кадрів за секунду;

RTS - Real time strategy, стратегія у реальному часі;

NURBS - Non-uniform rational B-spline, Неоднорідний раціональний B-сплайн;

ВСТУП

Оцінка сучасного стану об'єкта розробки. Ринок відео ігор все швидше розвивається з кожним роком, він показує позитивну динаміку та росте швидким темпом. Ігри змінюються, вдосконалюються, покращуються та постійно розвиваються, постійне введення нових технологій в процес створення цих нових світів, котрі дозволяють гравцям поринути в них з головою. Вони розвиваються тому що розробники бачать зацікавленість людей у розвитку ігор, і відповідно вдосконалюють своє знання та майстерність.

Тому щоб не відставати від розвитку світового ринку розробки ігор розробникам постійно треба працювати над досягненням все нових висот, та вигадуючи та впроваджуючи все нові методи для створення ігор, нового функціоналу, нових жанрів та особливостей для своїх ігор, а також моделей, щоб вони виділялися серед маси інших творінь.

Актуальність роботи та підстави для її виконання. Процес розвитку комп'ютерної графіки є неперервним. Актуальність ринку комп'ютерних ігор в сучасному світі є надзвичайно високою і постійно зростає. Цей ринок є та буде одним з найбільш прибуткових і тих, що швидко розвиваються сегментів глобальної розважальної індустрії. З кожним роком вдосконалюються технології, та впроваджуються все нові й нові методи досягнення результату.

Аналізуючи ринок можна помітити, що комп'ютерні ігри мають широке коло потенційних користувачів, які охоче користуються цими розважальними продуктами різного жанру. Постійний прилив нових гравців і зростання попиту на нові та захоплюючі ігри роблять цей ринок надзвичайно вигідним для розробників. Також через велику кількість гравців, та те що з кожним роком їх стає все більше зростає капіталізація ринку, а отже можливість розробників отримати фінансування. Ринок відео ігор пропонує різноманітні способи монетизації, такі як продаж самої гри, реклами, підписки на гру,

мікротранзакцій, та багато інших. Це відкриває широкі капіталізації, та отримання прибутку та фінансування бізнесу у цій галузі.

Також ринок відео ігор є одним з локомотивів що сприяють розвитку нових технологій, через постійну появу все нових і нових ігор, та все більших, деталізованих та продуманіших світів, зростає попит на технології що дозволяють досягти такого результату. І це працює в протилежну сторону. Комп'ютерні ігри прогресують разом з розвитком технологій. Завдяки новим можливостям у графічних картках, обчислювальній потужності і віртуальній реальності, ігрова індустрія постійно прогресує і випереджає інші галузі. Це надає розробникам можливість створювати захоплюючі, реалістичні та інноваційні ігрові шедеври.

Мета й завдання роботи. Метою кваліфікаційної роботи є створення тривимірних моделей, гри жанру стратегія та використання створених моделей, та впровадження візуальних ефектів у ньому. Для досягнення мети поставлено такі завдання:

- Пошук інформації про об'єкти моделювання
- Створення ескізів моделей
- Подальша деталізація та довершення моделей
- Накладання матеріалів
- Створення гри в жанрі RTS
- Впровадження створених моделей в гри
- Використання інструментів ігрового середовища для створення візуальних ефектів для гри

Об'єкт, методи й засоби розроблення. Об'єктом розробки гра-стратегія, та створення до неї моделей військової техніки, за допомогою багатьох різних інструментів що надає відповідне середовище розробки.

Засобами розроблення є ігровий рушій Unity 3D, котрий надає розробнику велику кількість різноманітних потужних інструментів, що дозволяє створювати різноманітні ігри. Він дозволяє розробляти ігри у будь-якому жанрі та бюджеті, при цьому надаючи зручний інтерфейс для

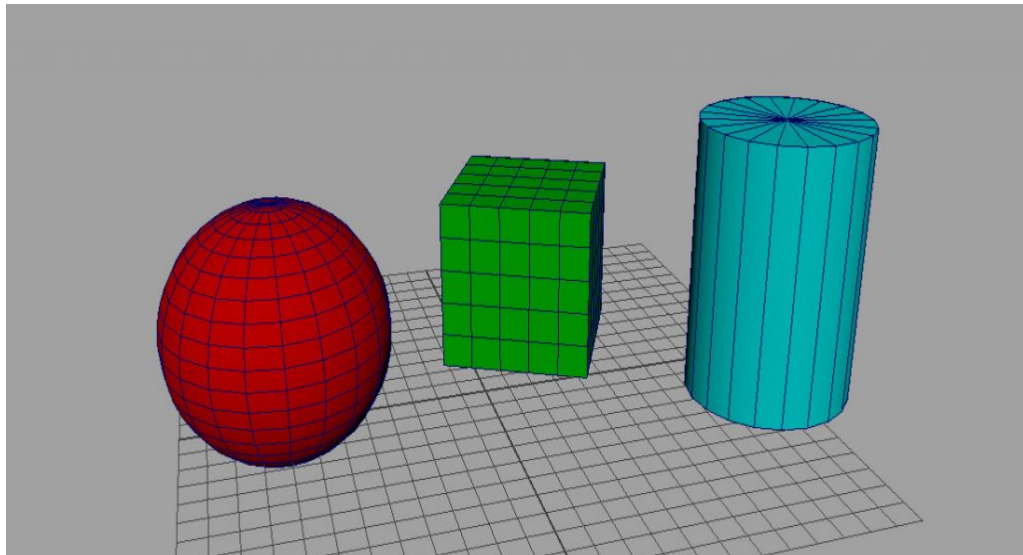
користувача. Також це безкоштовний пакет, з відкритим кодом Blender версії 3.1.2. Він надає широкі можливості для професійного, та навчального використання для створення деяких візуальних компонентів ігор, таких як, створення моделей, їх анімування, накладання матеріалів та текстур. Також має редактор для створення анімацій, який дозволяє створювати як складні так і прості рухи персонажів або об'єктів. Також має велику кількість функціоналу що дозволяє створювати складні форми при моделюванні, й дозволяє створювати скелети для анімування за допомогою ригінгу.

Можливі сфери застосування. Розроблена гра може бути використана користувачами, як типова гра-стратегія у реальному часі, у сеттінгу сучасних військових дій. Також цей проект є прикладом створення гри для комп'ютерів, за допомогою Unity3D.

РОЗДІЛ 1 3D ГРАФІКА ТА МОДЕЛЮВАННЯ

1.1. Визначення 3D графіки, та 3D моделювання

3D-графіка це галузь комп'ютерної графіки, сукупність прийомів та інструментів (як програмних, так і апаратних), призначених для зображення об'ємних об'єктів. Вона використовує трьох вимірну репрезентацію геометричних даних для створення візуального зображення на двовимірному екрані. Це досягається шляхом обчислення перетворень просторових координат об'єктів у відповідні точки на екрані. На рис. 1.1 можна побачити приклад простих 3D форм, що були створені у застосунку для моделювання.



«Рисунок 1.1 – Приклад простих 3D форм».

Геометричні дані об'єктів включають такі параметри, як координати вершин, вектори нормалей, текстурні координати та інші властивості. За допомогою математичних обчислень і алгоритмів 3D графіки, ці геометричні дані перетворюються у двовимірні координати, які відповідають точкам на екрані.

3D-моделювання - це процес створення математичного представлення об'єктів, які мають тривимірну форму. Це означає, що ми створюємо ці

об'єкти на комп'ютері з використанням спеціальних програм. Цей процес є важливою складовою комп'ютерної графіки. Воно дозволяє створювати об'єкти, які виглядають реалістично і можуть бути переглянуті з будь-якого кута. Моделювання використовуються в багатьох галузях, таких як комп'ютерні ігри, архітектура, віртуальна реальність, медицина, дизайн, машинобудування та інші. Вони допомагають створювати візуальні об'єкти, які можуть бути використані для різних цілей, наприклад, для створення віртуального світу в грі або для проектування будівлі до її фізичного будівництва.

1.2. Історія розвитку 3D графіки та моделювання

3D графіка та моделювання представляють собою галузь комп'ютерної графіки, яка пройшла вражаючий шлях розвитку від своїх початків до сучасного стану. Початки 3D графіки можна відстежити до досліджень та концепцій, що з'явилися наприкінці 1960-х та 1970-х років.

Перші комп'ютерні графічні системи, які з'явилися у 1960-х роках, були обмеженими у своїх можливостях і здатними відображати лише прості лінійні об'єкти. Однак, з часом розвиток алгоритмів растрової графіки та з'явлення векторної графіки принесли нові можливості для створення тривимірних об'єктів.

Історія 3D графіки почалася з першого програмного забезпечення у цій галузі, а саме з програми Sketchpad,(Robot Draftsman) створеним Іваном Сазерлендом , у 1963 році. Цей програмний застосунок був написаний для одного з найбільших комп'ютерів того часу MIT's Lincoln Labs' TX-2 computer, цей комп'ютер займав цілу кімнату. Програма дозволяла користувачу малювати точки, лінії та криві за допомогою ручки на 7 дюймовому екрані. Також можливо було взаємодіяти з простими 3D об'єктами, обертати, переміщувати та видаляти.

Після Sketchpad наступним в цьому класі програмним забезпеченням стало DAC -1(Design Augmented by Computer), це програмне забезпечення було створено в кооперації такими промисловими гігантами як IBM та General Motors, воно було створено для пришвидшення візуалізації, та створення дизайнів нових автомобілів, та дозволяло малювати криві, створювати прості форми та редагувати 3D об'єкти.

З подальшим розвитком систем почали з'являтися все більш складні геометричні форми та предмети, одним з таких став відомий чайник Юти, котрий був створений професором з університету штата Юти, він став стандартним об'єктом для тестування нового графічного програмного забезпечення, так як мав гарні для цього параметри.

З розвитком графічних процесорів в 1980-х роках з'явилися нові можливості для обробки графіки в реальному часі. У 1990-х роках стандарти OpenGL і DirectX стали широко використовуваними для програмного забезпечення, що працює з 3D графікою. І саме у 90-х роки припадає розквіт 3d моделювання, саме тоді з'являються такі програми як Cinema4D(1990), MODO(1990), Blender(1994), 3Ds Max(1996) or Houdini FX(1996) та Maya.

Одним з важливих кроків у розвитку 3D графіки стала використання шейдерів. Шейдери дозволяють контролювати процеси освітлення, тінь та кольору, що сприяє досягненню реалістичних візуальних ефектів.

З ростом обчислювальної потужності та розвитком алгоритмів рендерингу, стали можливими більш складні і деталізовані тривимірні моделі. Разом з тим з'явилися нові технології текстурування та створення матеріалів, що покращило реалістичність візуального відображення об'єктів.

1.3. Застосунки для моделювання

Програмне забезпечення для 3D-моделювання є спеціалізованими інструментами, які використовуються для створення тривимірних об'єктів у комп'ютерній графіці. Цей тип програмного забезпечення дозволяє

художникам, дизайнерам і розробникам створювати реалістичні 3D-моделі, які можуть бути використані в різних галузях, включаючи візуальні ефекти, ігри, анімацію, архітектуру, дизайн і багато іншого.

Основна мета програм для 3D-моделювання полягає у створенні геометричних форм та поверхонь, які потім можуть бути використані для рендерингу, анімації, симуляцій та інших цифрових процесів. Ці програми надають користувачам набір інструментів для моделювання, текстурювання, освітлення, риггінгу, анімації, симуляцій фізики, рендерингу та інших завдань, пов'язаних з 3D-графікою.

1.3.1. Blender

Blender — програмний пакет для створення тривимірної комп'ютерної графіки, що включає засоби моделювання, анімації, рендерингу, після-обробки відео. Він є потужною та високофункціональною програмою для тривимірного моделювання, анімації та рендерингу. Це безкоштовне та відкрите програмне забезпечення, яке надає широкі можливості для креативного вираження та професійного розробки.

Однією з ключових особливостей Blender є його повна підтримка тривимірного моделювання. Він надає різноманітні інструменти для створення складних і деталізованих моделей об'єктів, будь то персонажі, архітектурні споруди або предмети.

Програма також пропонує потужні можливості анімації, що дозволяють створювати рухливі сцени та персонажів. Вона підтримує ключову анімацію, скелетну анімацію та динаміку об'єктів. Користувачі можуть контролювати рух, взаємодію та зовнішні властивості об'єктів для створення вражаючих анімаційних сцен.

Blender також має вбудовану систему рендерингу, яка дозволяє створювати фотореалістичні зображення та відео. За допомогою різних

движків рендерингу, таких як Cycles та Eevee, користувачі можуть досягти високої якості візуалізації своїх проектів.

Інтерфейс Blender є потужним та гнучким, але вимагає деякого часу для освоєння. Проте, програма надає велику кількість документації, підручників та активну спільноту користувачів, що сприяє навчанню та обміну досвідом.

Незважаючи на всі свої позитивні сторони Blender має деякі недоліки. Blender має досить високу складність інтерфейсу, що може бути складним для новачків. Інтерфейс Blender може здаватися складним та заплутаним для новачків. Він має багато меню, підменю та налаштувань, що можуть призвести до плутанини та затримок у навчанні. Однак, ця складність пояснюється широким спектром функцій і можливостей, які Blender надає.

Також він вимогливий до апаратного забезпечення. Blender вимагає досить потужного комп'ютера для ефективної роботи з великими та складними проектами. Обробка тривимірної графіки та рендеринг можуть бути вимогливими до процесора, оперативної пам'яті та графічної карти. Це може бути проблемою для користувачів з обмеженими ресурсами або застарілими комп'ютерами.

Та деякі функції та інструменти не мають детальної документації. Оскільки Blender є програмою з великим функціоналом, деякі менш популярні функції можуть мати обмежену документацію або ресурси. Це може зробити їх вивчення та використання складнішими для користувачів.

1.3.2. Autodesk 3ds Max

Autodesk 3ds Max є програмним забезпеченням для 3D-моделювання, анімації та візуалізації, розробленим компанією Autodesk. Воно є одним з найпопулярніших і потужних інструментів у галузі комп'ютерної графіки та використовується широкою аудиторією професіоналів, включаючи художників, дизайнерів, архітекторів, ігрових розробників та візуалізаторів.

Основна мета Autodesk 3ds Max полягає в створенні вражаючих тривимірних об'єктів, сцен і анімацій, які відтворюються на екрані комп'ютера або в інших медіа-форматах. Це програмне забезпечення надає широкий набір інструментів і функцій, які дозволяють користувачам реалізувати свою творчість та втілити свої ідеї в 3D-форматі.

Autodesk 3ds Max пропонує розширені можливості для моделювання, дозволяючи користувачам створювати складні геометричні форми за допомогою полігонового моделювання, NURBS-кривих, скульптурування та інших методів. Крім того, програма надає різноманітні інструменти для текстурування моделей, дозволяючи додати матеріали, текстури, освітлення та тіні, щоб надати їм реалістичний вигляд. 3ds Max також має великий набір інструментів для анімації, що дозволяє створювати рухи, поведінку та інтерактивні ефекти для об'єктів у сцені. Користувачі можуть створювати ключові кадри, встановлювати шляхи руху, задавати фізичні параметри та використовувати скриптинг для створення складних анімаційних ефектів.

Одна з основних переваг Autodesk 3ds Max полягає в його інтеграції з іншими програмами і форматами файлів. Він підтримує імпорт і експорт файлів у різних форматах, таких як OBJ, FBX, STL та інші, що дозволяє обмінюватися даними з іншими програмами моделювання, рендерингу та анімації.

Незважаючи на всі свої переваги Autodesk також має свої недоліки. Ліцензія на Autodesk 3ds Max може бути досить дорогою, особливо для незалежних художників або невеликих компаній. Це може становити значний фінансовий бар'єр для тих, хто хоче використовувати це програмне забезпечення. Також хоча 3ds Max є потужним і високопродуктивним інструментом, але водночас він має складний інтерфейс та велику кількість функцій. Це може зробити його важким для вивчення та освоєння для новачків. Потрібен значний час і зусилля, щоб опанувати всі можливості програми. Також варте уваги те, що Autodesk 3ds Max є програмним забезпеченням, що вимагає потужного комп'ютера для оптимальної

продуктивності. Великі проекти з великою кількістю полігонів та складними анімаціями можуть потребувати великої обчислювальної потужності та багато оперативної пам'яті.

1.3.3. Autodesk Maya

Autodesk Maya є комплексним програмним забезпеченням для тривимірного моделювання, анімації, симуляції та візуалізації, розробленим компанією Autodesk. Це один з провідних інструментів у сфері комп'ютерної графіки, який широко використовується професіоналами в галузі візуальних ефектів, анімації, ігрової розробки, архітектури та багатьох інших галузях.

Основна мета Autodesk Maya полягає в створенні вражаючих візуальних ефектів, реалістичних персонажів, анімаційних сцен та симуляцій. Воно надає широкий спектр інструментів для моделювання складних геометричних форм, поверхонь, персонажів та оточення. Користувачі можуть створювати полігонові моделі, NURBS-поверхні, криві, використовувати скульптурування, динамічні сітки та інші методи моделювання.

Autodesk Maya також має потужні інструменти для анімації, які дозволяють створювати рухи, вирази та поведінку персонажів. Користувачі можуть встановлювати ключові кадри, визначати шляхи руху, застосовувати фізичні симуляції, використовувати інструменти регулювання скелету та інші техніки для створення реалістичної анімації. Додатково, Autodesk Maya надає інструменти для створення реалістичних матеріалів, текстур, освітлення та тіней, що допомагають досягти високого рівня візуального реалізму у створених сценах та об'єктах. Також присутні інструменти для симуляції різних фізичних ефектів, таких як руйнування, рідини, тканини, волосся та інші.

Однією з переваг Autodesk Maya є його гнучкість та розширюваність. Воно підтримує плагіни, які дозволяють користувачам розширювати функціональність програми, додавати нові інструменти та можливості. Це дає

можливість адаптувати Autodesk Maya до специфічних потреб користувача та галузевих стандартів.

Також варто зазначити певний ряд недоліків котрі має в собі застосунок Autodesk Maya. Ліцензія на Autodesk Maya є дорогою, особливо для малих компаній, окремих художників, та новачків що вагаються яку з програм обрати для вивчення, це є завадою для тих хто хоче користуватися цим програмним забезпеченням. Такою самою фінансовою перепорою є те, що Maya є потужним і високоресурсним програмним забезпеченням, що вимагає потужного комп'ютера для оптимальної продуктивності. Великі проекти з складними моделями, анімаціями та симуляціями вимагають значної обчислювальної потужності та великої кількості оперативної пам'яті. Також Maya має розгалужену систему меню, інструментів та параметрів, що може зробити його важким для освоєння. Вивчення всіх функцій та можливостей програми може зайняти значний час і зусилля.

1.3.4. ZBrush

Zbrush є високопродуктивним програмним забезпеченням для тривимірного моделювання, скульптурування та текстурування, розробленим компанією Pixologic. Це потужний інструмент, який використовується професіоналами у галузі візуальних ефектів, ігрової розробки, анімації, дизайну персонажів та багатьох інших областях.

Одним з ключових аспектів Zbrush є його технологія динамічного скульптурування, відома як "пиксельне скульптурування" (pixel sculpting). Замість традиційного підходу до моделювання, який використовує полігональну сітку, Zbrush оперує з пікселями, що дозволяє деталізовано моделювати об'єкти високої роздільної здатності без втрати швидкодії.

Zbrush використовує унікальну технологію розподіленої моделювання (Dyamesh), яка дозволяє автоматично створювати однорідну топологію для моделей, що покращує роботу з ними та спрощує процес ретопології. Це

дозволяє художникам швидко експериментувати з формами та деталями, змінюючи їх в реальному часі. Програмне забезпечення Zbrush також включає в себе потужні інструменти для текстуровання, включаючи пензлі з різноманітними ефектами, що дозволяють деталізувати поверхні моделей. Користувачі можуть накладати текстури, створювати матеріали та освітлення, що допомагають досягти реалістичних візуальних результатів.

Одним з головних переваг Zbrush є його інтерактивність та висока рівень деталізації. Завдяки своїм інструментам скульптурування, художники можуть додавати мікродеталі, створювати складні текстури та виконувати дрібні корекції. Крім того, Zbrush має потужні інструменти для роботи з динамічними волоссям та одягом, а також для створення реалістичних ефектів, таких як руйнування або симуляція рідини. Zbrush також підтримує роботу з множиною форматів файлів, включаючи OBJ, FBX, STL та інші, що дозволяє легко обмінюватися даними з іншими програмами для тривимірного моделювання та анімації.

У порівнянні з конкурентами, Zbrush відрізняється своєю унікальною технологією скульптурування, високою швидкістю, розширеними можливостями текстуровання та динамічним моделюванням. Він також має активну спільноту користувачів, яка сприяє обміну знаннями, підтримці та розвитку програмного забезпечення.

Одними з недоліків Zbrush є відсутність інтегрованих інструментів для анімації: За відсутності інтегрованих інструментів для створення анімації, Zbrush не є найкращим вибором для творення складних анімаційних сцен. Для цього потрібно використовувати додаткове програмне забезпечення. Також вона має обмежену підтримку для полігонової моделі: Оскільки Zbrush працює з високороздільними моделями, він має обмежену підтримку для полігонової моделі. Це може бути проблемою при обміні даними з іншими програмами, які працюють з полігоновими мешами.

1.3.5. Cinema 4D

Cinema 4D є потужним інтегрованим програмним забезпеченням для тривимірного моделювання, анімації, візуальних ефектів та рендерингу, розробленим компанією Maxon. Ця програма широко використовується в галузі кіно, телебачення, реклами, веб-дизайну та інших галузях, де потрібні високоякісні тривимірні графічні зображення і анімація.

Одним з ключових аспектів Cinema 4D є його інтуїтивний та легкий у використанні інтерфейс. Він пропонує широкий спектр інструментів і функцій, які дозволяють користувачам створювати складні тривимірні моделі, анімацію та спеціальні ефекти з невеликими зусиллями. Це робить Cinema 4D доступним для як досвідчених, так і початківців користувачів.

Cinema 4D використовує різні технології для досягнення високої якості та продуктивності. Один з них - це моделювання полігонами, яке дозволяє створювати складні моделі з використанням полігонів (трикутники або чотирикутники). Інша важлива технологія - це система редакції вузлів (Node-based system), що дозволяє користувачам створювати складні матеріали та ефекти шляхом з'єднання різних вузлів та параметрів.

Cinema 4D також має вбудовані функції для анімації, включаючи систему кадрів (Keyframe system), скелетну анімацію (Skeletal animation), динамічну симуляцію та інші. Ці функції дозволяють створювати реалістичну та плавну анімацію об'єктів, персонажів та сцен.

Однією з основних переваг Cinema 4D є його інтегрована система рендерингу, яка надає високоякісні візуальні результати. Cinema 4D використовує різні методи рендерингу, такі як фізичний рендеринг (Physical Rendering), рендеринг за допомогою глобального освітлення (Global Illumination), рендеринг за допомогою м'яких тіней та інші. Це дозволяє отримувати реалістичні освітлення, тіні, матеріали та інші візуальні ефекти.

У Cinema4d є й недоліки. У деяких аспектах, наприклад, в сфері візуальних ефектів або симуляції рідини, Cinema 4D може мати менше

спеціалізованих інструментів порівняно з деякими конкурентами. Це може бути недоліком для тих, хто спеціалізується саме в цих областях. Також має гіршу інтеграцію з іншими програмами.

У порівнянні з конкурентами, Cinema 4D має кілька переваг. Він пропонує широкий спектр функцій для моделювання, анімації та рендерингу, що дозволяє створювати високоякісні тривимірні зображення та анімацію. Інтуїтивний інтерфейс допомагає користувачам швидко оволодіти програмою. Крім того, Cinema 4D має велику спільноту користувачів, яка активно співпрацює, надає підтримку та ділиться знаннями, що сприяє розвитку і покращенню програмного забезпечення.

РОЗДІЛ 2 СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ

2.1. Дослідження

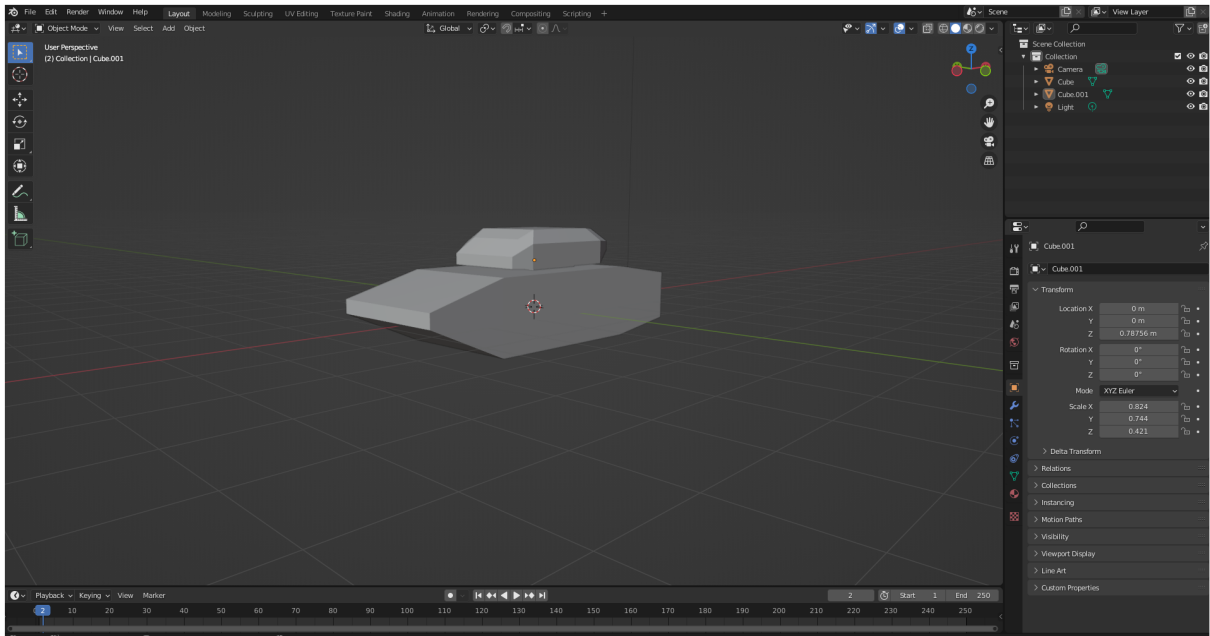
Перед тим як почати роботу з створення 3D моделі, варто спочатку дізнатися якомога більше інформації про річ котру ви збираєтесь моделювати. Таке дослідження не є необхідним, але при створенні деяких реалістичних моделей треба мати певний багаж знань задля того, щоб отримати якомога кращий результат.

2.2. Створення ескізу

Після дослідження відбувається процес створення ескізу, або ж нарису, того об'єкта котрий ви намагаєтесь зробити. Перш ніж розпочати процес моделювання у Blender, необхідно мати чітке уявлення про те, що саме ви бажаєте створити. Ретельно розгляньте вашу ідею і візуалізуйте її у вашому розумі. Складайте схеми, нотатки або набирайте натхнення від інших робіт або зображень, які вас зацікавили. Зосередьтеся на основних формах та елементах, які будуть присутні у вашій 3D моделі. Визначте їх розміри, пропорції, геометричну складову та будь-які специфічні особливості, які ви хотіли б втілити у своєму творінні. Ви можете розглядати фотографії, малюнки, ілюстрації або навіть власні ескізи для поліпшення своєї уяви та точнішого уявлення про остаточний результат. Пам'ятайте, що цей етап вкладання зусиль у визначення концепції допоможе вам працювати більш продуктивно та ефективно під час самого процесу моделювання, бо у разі зміни планів, ви не втратите детальну модель, а лише швидкий її нарис.

Після процесу збирання інформації, коли її стало вдосталь, починається процес створення нарису, зазвичай спершу у формі визначаються основні фігури, після чого беруться великі прості геометричні форми, та створюється загальний нарис, котрий відповідає пропорціям та загальним формам. В

цьому процесі варто фокусуватися на загальній формі та структурі об'єкта, і не вдаватися в деталі. На рис. 2.1 можна побачити ескіз танка що був створений для гри в жанрі RTS, як можна побачити він не є завершеним, але передає загальну форму майбутньої моделі танка.



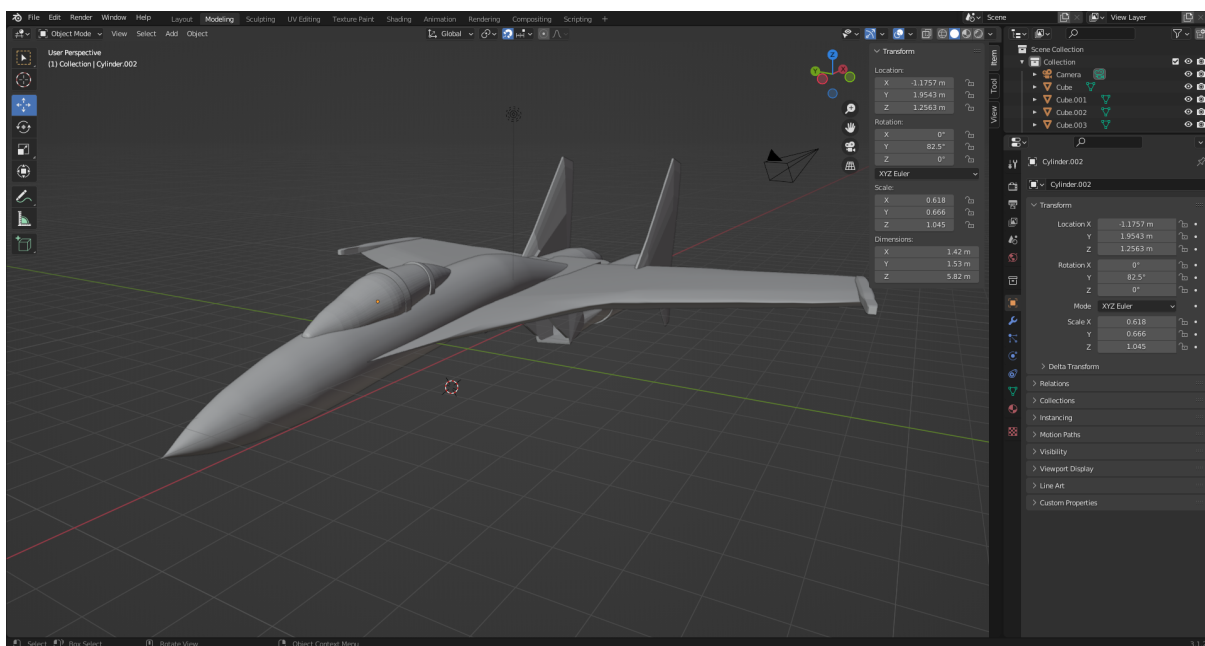
«Рисунок 2.1 – Ескіз моделі танка».

2.3. Подальше моделювання на основі ескізу

Щоб деталізувати модель у Blender після створення простої версії з використанням основних форм, важливо зосередитися на вдосконаленні геометрії, додаванні складних деталей, застосуванні матеріалів і покращенні загальної візуальної привабливості. Треба почати із вибору основних форм, які складають вашу модель, і перейдіть у режим редагування. Використовуючи різноманітні інструменти, як-от петлеподібні вирізання, екструзію, скошування та пропорційне редагування, щоб уточнити форму та додати більше складності. Зверніть увагу на потік країв, переконавшись, що топологія підтримує плавні деформації та уникає небажаних спотворень. Враховуйте загальні пропорції, силует і баланс моделі, вносячи необхідні коригування для досягнення приємної естетики.

Використовуйте інші додаткові методи моделювання, щоб додати складні деталі до вашої моделі. Скористайтеся такими модифікаторами, як Subdivision Surface або Multiresolution, щоб підвищити рівень деталізації, не впливаючи на базову геометрію.

Після цього варто створити реалістичні матеріали, щоб оживити вашу модель. Треба почати із призначення основних матеріалів різним частинам моделі, таким як метал, пластик або скло. Тонко налаштувати такі властивості матеріалу, як колір, відбивна здатність, прозорість, шорсткість і випромінювання, щоб отримати бажаний вигляд. Також можна використовувати процедурні текстури або текстури зображення, щоб додати варіації поверхні, наприклад подряпини, бруд або потертість. Також можна додати шейдери та матеріальні вузли, щоб досягти складних ефектів, таких як підповерхневе розсіювання, анізотропія або напівпрозорість, якщо це необхідно. На рис. 2.2 зображено вже готову модель літака, котра буде використана в майбутньому практичній частині, а саме у грі жанру стратегія у реальному часі.

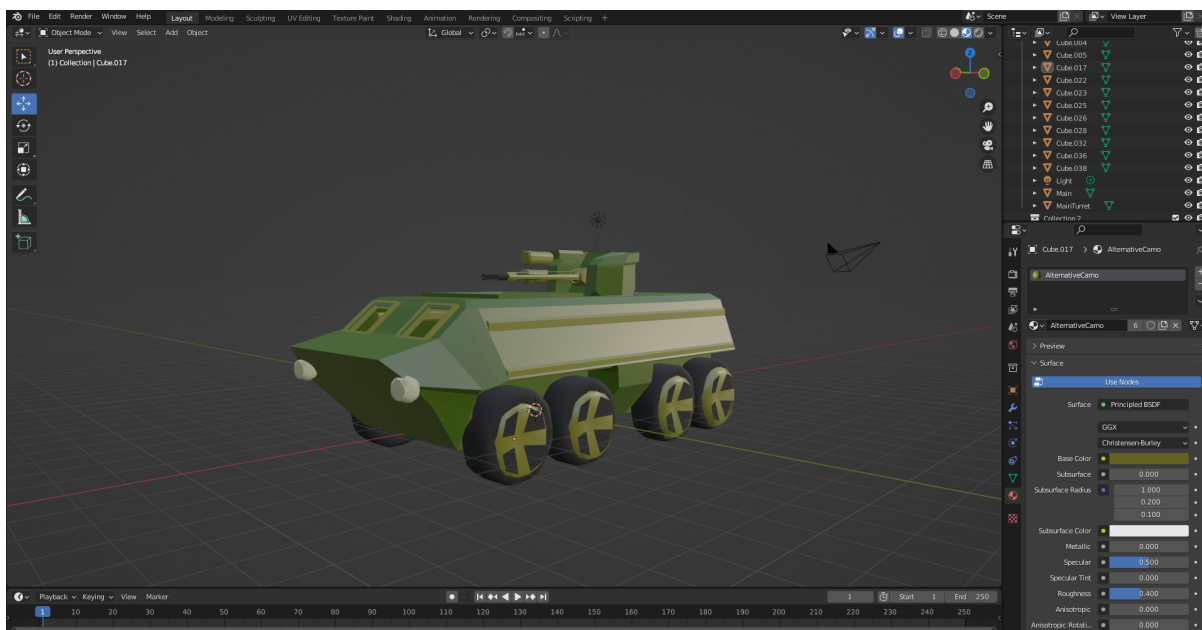


«Рисунок 2.2 – Готова модель літака Су-27».

Зверніть увагу на освітлення та композицію, щоб посилити загальний візуальний ефект. Також можна експериментувати з різними типами налаштувань освітлення, такими як триточкове освітлення або середовище HDRI, щоб створити відповідні світлі, тіні та відображення.

Використовуйте налаштування світлового спаду та енергії світла, щоб досягти бажаного настрою та реалістичності.

Постійно оцінюйте та вдосконалюйте свою модель, шукаючи відгуків від колег або професіоналів. Це допоможе покращити розвиток вашим вмінь та здібностей, так як з вашої точки зору не завжди видно деякі проблеми, або можливості для вдосконалення, в таких випадках знайомий людина, що розбирається в цій темі буде в нагоді. Проаналізуйте модель з різних точок зору, як-от каркасні, затінені та візуалізовані види, щоб визначити області, які потребують подальшого вдосконалення. Повторюйте процес деталізації, вносячи коригування геометрії, матеріалів або освітлення, якщо це необхідно. Робіть перерви та переглядайте свою роботу новими очима, щоб помітити будь-які проблеми, які ви не помітили, або області, які потребують вдосконалення. На рис. 2.3 видно вже готову модель бронетранспортера що буде використана в грі, для цього лише необхідно експортувати саму модель у форматі .fbx, та після цього імпортувати її в проект.



«Рисунок 2.3 – Готова модель бронетранспортера з накладеними матеріалами».

Дотримуючись цих рекомендацій, ви можете перетворити просту модель у дуже деталізовану і візуально привабливу роботу у Blender. Не забувайте практикуватися та експериментувати, щоб розвивати свій власний стиль і техніку.

2.4. Створення моделей живих істот

Створення моделей живих істот зазвичай відрізняється від створення неживих форм, живі істоти зазвичай мають плавніші не симетричні форми, в той час як не живі та рукотворні більш геометричні. Це не є точним правилом, а лише загальною тенденцією, в котрій є винятки. Незважаючи на різниці між живими та неживими формами створення їх моделей йде за тим самим принципом що наведений вище.

2.4.1. Скульптурування

Для створення живих та плавних форм зазвичай використовують такий інструмент як скульптурування, цей інструмент схожий на віртуальну глину, форму якої можна модифікувати за допомогою багатьох різних пензлів.

Процес скульптингу дозволяє досягти бажаної форми не модифікуючи позицію кожної вершини, а роблячи загальну форму, та деталізуючи її. Одним з основних переваг скульптингу є можливість створення складних органічних форм і деталей, які було б складно або непрактично створити за допомогою традиційного моделювання. Скульптор може деталізувати поверхню моделі, створювати текстури, робити надрізи і згини, наносити рельєфні деталі тощо.

У багатьох програмах для скульптингу також є набори інструментів, які дозволяють моделювати різні матеріали, такі як камінь, дерево або метал, і навіть симулювати різні текстури. Це дозволяє художникам створювати реалістичні 3D моделі з високою деталізацією.

2.4.2. Ретопологія

Процес ретопології - це перебудова геометрії моделі з метою створення нової оптимізованої топології. Цей процес важливий для покращення продуктивності, оптимізації моделі для анімації, текстурювання та інших подальших обробок.

Основна мета ретопології це створення нової мережі полігонів, котра зберігає форму та деталі моделі але при цьому має оптимізованішу топологію з меншою кількістю полігонів. Це дозволяє знизити розмір файлу моделі, полегшити редагування та анімацію, збільшити швидкість рендерингу та зменшити навантаження на обчислювальні ресурси.

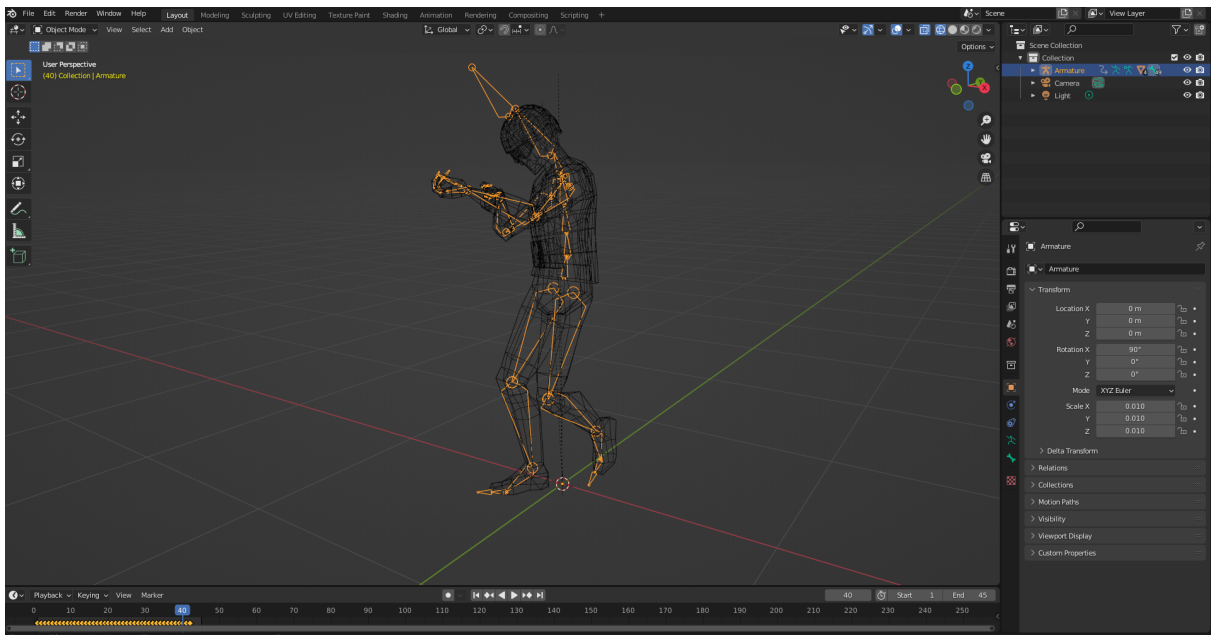
2.5. Ригінг

Створення скелетної структури для моделі починається з того що ви, додаєте кістки, що відповідають руховим елементам (наприклад, кісткам рук, ніг, хребта тощо). Для цього використовуються інструменти, такі як "Armature" або "Bone" у Blender, для створення кісток. На рис. 2.4 зображено

вже створену систему кісток, котра в подальшому буде використана для створення анімації.

Після цього варто прив'язати скелет до моделі. За допомогою вагової фарби (Weight Paint) або інших методів, прив'яжіть вершини моделі до відповідних кісток скелета. Це дозволяє моделі дотримуватися рухів кісток під час анімації.

Після прив'язки варто перевірити, як добре працює ваш ріг, рухаючи контролери та перевіряючи, як модель реагує на ці рухи. Виправте будь-які проблеми з прив'язкою ваг та руху, якщо вони є.

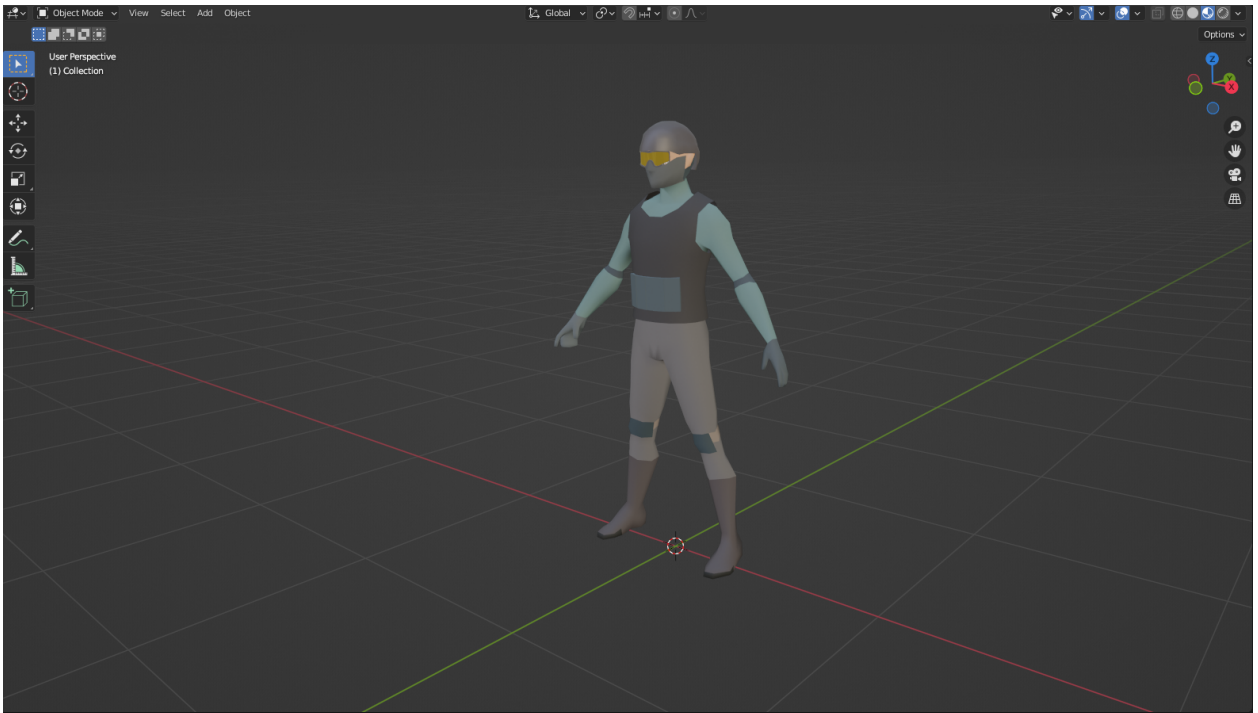


«Рисунок 2.4 – Скелет персонажа».

2.6. Анімація

Після створення моделі персонажа, для нього треба зробити анімації. Почніть з встановлення початкової позиції скелета. Виберіть кістку або контролер, який ви хочете анімувати, та змініть його положення, обертання або масштаб, використовуючи інструменти переміщення, обертання та масштабування у Blender. На рис. 2.5 видно вже готову, створену модель з

доданими деталями, та накладеними матеріалами, вже готову для створення різних анімацій.



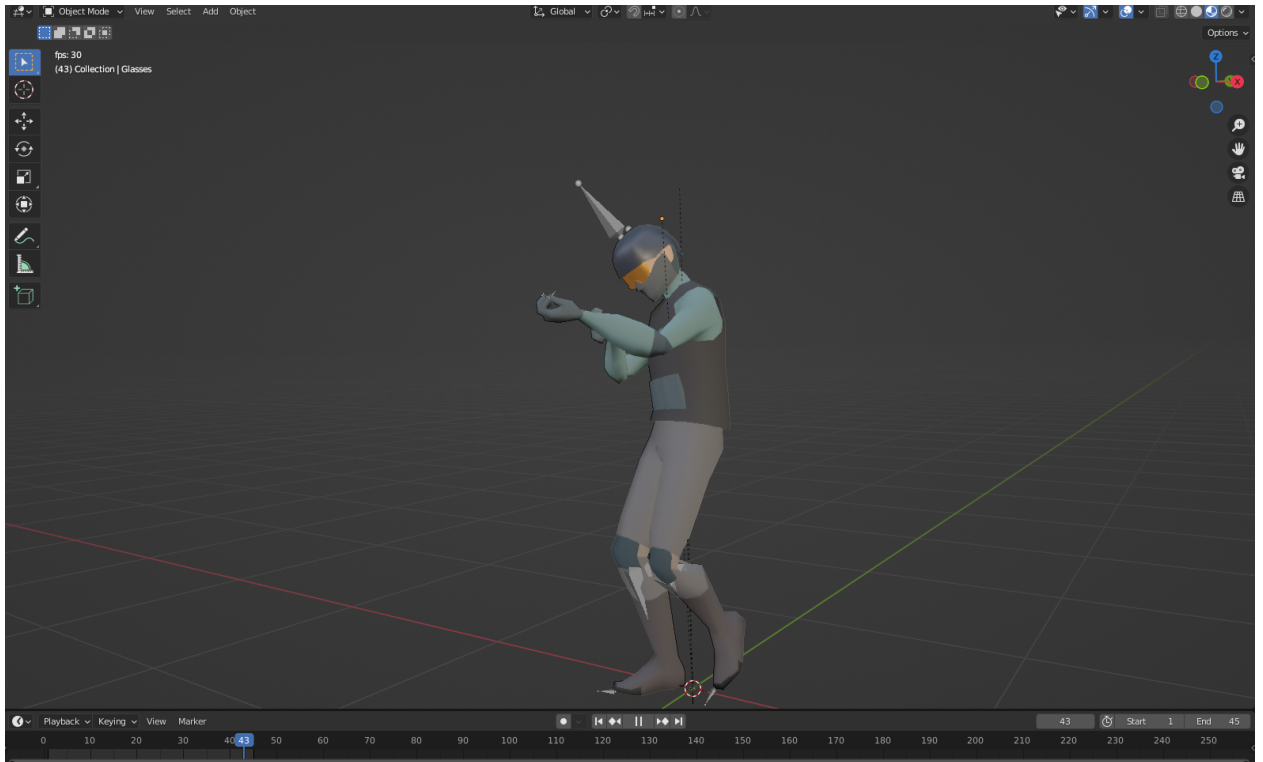
«Рисунок 2.5 – Модель персонажа що готова до анімації».

Далі треба встановити ключовий кадр (Keyframe) для початкової позиції. У Blender це можна зробити, натиснувши праву кнопку миші на полі часової шкали (Timeline) і вибравши "Insert Keyframe" або натиснувши клавішу "I" на клавіатурі та вибравши відповідну опцію, таку як "LocRotScale" для ключових кадрів з переміщенням, обертанням та масштабуванням.

Після цього, перемістіться у часі до наступного кадру, який ви хочете анімувати. Знову виберіть кістку або контролер та змініть його положення, обертання або масштаб. Встановіть ключовий кадр для нової позиції. Виберіть відповідний метод для створення ключового кадру, як описано в кроці 3.

За допомогою повторення минулих кроків, послідовно один за одним і створюється анімація. Змінюйте положення, обертання та масштаб кісток та контролерів на кожному кадрі і встановлюйте відповідні ключові кадри. Кожні декілька зроблених ключових кадрів варто переглянути результат, для

цього використайте функцію попереднього перегляду у Blender, щоб відтворити анімацію і переглянути результати. За необхідності ви можете вносити зміни до ключових кадрів або додавати додаткові ефекти до анімації. На рис. 2.6 зображено кадр з вже готової анімації руху персонажа, під час якого він тримає зброю наготові.



«Рисунок 2.6 – Кадр з руху анімованого персонажа».

Саме таким чином, зазвичай створюється анімація для персонажів, а таким було створено декілька анімацій для гри. Також є інші способи як створити анімації, є деякі застосунки що дозволяють створити певні анімації, для вже готового персонажа з скелетом, але вони зазвичай обмежені, в них є лише певний набір анімацій, та підходять лише для людиноподібних персонажів.

2.7. Створенні моделі

Загалом для гри було створено 5 моделей, при їх створенні було детально вивчено, та досліджено технічний матеріал та певні креслення техніки. Також було прочитано деяку технічну літературу, та знайдено інформацію, для того щоб якомога реалістичніше передати форму у модель. Деякі зображення з цих моделей були вже наведені у тексті, так наприклад на рис. 2.6 наведено модель військового. В той час як на рис. 2.3 було зображено створений бронетранспортер, для якого слугував джерелом український бронетранспортер БТР-4. Для створення деяких моделей потребувалося поглиблене вивчення джерела, так наприклад на рис. 2.2 показано результат розробки та створення моделі для літака Су-27. Також крім літака, була створена 3d модель вертольоту Мі-8Т, котрий можна побачити зображенням на рис.

2.7.



«Рисунок 2.7 – Вертоліт Мі-8Т, без накладених матеріалів».

Також крім повітряної техніки, що була наведена вище було розроблено модель наземної техніки, наприклад, як бойова машина піхоти БМП-1, котра в свою чергу зображена на рис. 2.8



«Рисунок 2.7 – Бойова машина піхоти БМП 1».

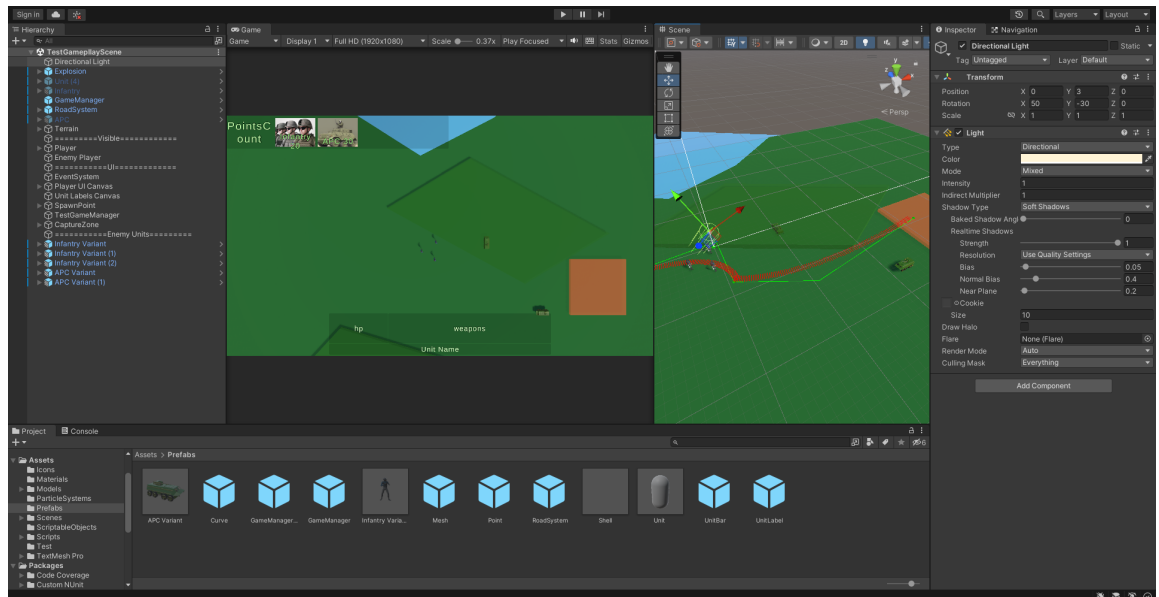
Загалом було розроблено деталізовані, реалістичні, та детальні моделі 4 видів техніки, та персонажа з анімаціями. Для того щоб досягти цього результату, потрібна було детальне вивчення розробки моделей на пакеті Blender, та деяке вивчення зображень, та креслень з відповідної військової техніки. Після чого для цих моделей було створено, а в подальшому накладено відповідні матеріали, Ці моделі використовуються для створення візуальної компоненти гри стратегії, у вигляді військових підрозділів, котрими необхідно керувати для досягнення певної мети. Отже, була створенна певна кількість реалістичних моделей військової техніки для подальшого додавання їх у гру стратегію у реальному часі, що було успішно досягнуто, в процесі виконання кваліфікаційної роботи.

РОЗДІЛ 3 ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ

3.1. Unity3D

Unity 3D став одним з провідних ігрових рушіїв, що дозволяє розробникам втілити свої творчі задуми в життя. Завдяки своєму зручному інтерфейсу та широкому функціоналу, Unity 3D є чудовим інструментом що підходить як для професіоналів так і для ентузіастів.

Ігровий рушій Unity 3D має модульну архітектуру, яка складається з кількох основних компонентів, що взаємодіють між собою, утворюючи безпроблемне середовище розробки. До цих компонентів належать Сцена (Scene), Ігрові об'єкти (GameObjects), Компоненти (Components), Скрипти (Scripts) та Ассети (Assets). Сцена виступає контейнером для всіх ігрових об'єктів, а ігрові об'єкти є сутностями всередині сцени. Компоненти надають конкретні функціональні можливості графічним об'єктам, а скрипти, які пишуться на мові C#, керують поведінкою та взаємодією цих об'єктів. Ассети включають в себе як ресурси, необхідні для розробки ігор, такі як моделі, текстури, анімації та аудіофайли. На рис. 3.1 можна побачити візуальну складову редактора ігрового рушія Unity3D, на цьому рисунку ви можете побачити вікно сцени, та самої гри, інспектор, провідник файлів, та менеджер сцени



«Рисунок 3.1 – Редактор ігрового рушія Unity3D».

Unity 3D надає широкий набір функцій, які дозволяють розробникам створювати високоякісні ігри. Unity 3D дозволяє розробникам розгортати свої ігри на різних платформах, включаючи ПК, консолі, мобільні пристрої та пристрої віртуальної реальності (VR). Ця універсальність спрощує процес розробки та максимізує потенційну аудиторію гри. Інтуїтивний візуальний редактор Unity дозволяє розробникам проектувати сцени гри, налаштовувати властивості та розміщувати графічні об'єкти без необхідності написання великої кількості коду. Такий підхід "Що Ви Бачите, Те й Отримуєте" (WYSIWYG) What You See Is What You Get підвищує продуктивність та сприяє швидкому прототипуванню. Також Unity включає потужний фізичний двигун, що дозволяє реалістично моделювати взаємодію об'єктів, гравітацію, зіткнення та сили. Ця функція покращує реалізм гри та допомагає створювати захопливу геймплейну механіку. І ще Unity має в собі Unity Asset Store, котрий надає велику бібліотеку готових активів, скриптів, інструментів та плагінів, створених як Unity Technologies, так і спільнотою. Цей величезний ресурс прискорює розробку, дозволяючи розробникам використовувати наявні активи або налаштовувати їх для відповідності своїм конкретним потребам.

Unity 3D здобув надзвичайну популярність та значення у галузі розробки ігор завдяки тому що інтерфейс Unity, зрозумілий для користувача, та обширна документація роблять його доступним для розробників будь-якого рівня, від початківців до професіоналів галузі. Ця доступність сприяє розвитку активної спільноти та обміну знаннями. Також Unity є універсальним та кросплатформним. Підтримка Unity для різних платформ і гнучкий потік активів дозволяють розробникам створювати ігри для різноманітних платформ і жанрів. Від мобільних ігор у 2D до великих консольних проєктів AAA-класу, Unity 3D задовольняє різноманітні потреби розробників. Варто ще зазначити що Unity за допомогою Крамниці активів та підтримки власних плагінів дозволяє розробникам розширювати можливості рушія та створювати настроювані рішення. Ця гнучкість сприяє інноваціям та дає розробникам змогу розширювати межі розробки ігор.

Ігровий рушій Unity 3D перевершив уявлення про розробку ігор, надаючи відмінні можливості для створення захоплюючих ігор. Завдяки модульній архітектурі, багатофункціональності та зручному робочому процесу, Unity 3D став незамінним інструментом для розробників у галузі ігрової індустрії. Його широкий функціонал, візуальний редактор, фізичний двигун та магазин активів дозволяють розробникам створювати вражаючі ігри для різних платформ. У майбутньому Unity 3D має всі шанси продовжити лідерство у своїй галузі, спонукаючи до інновацій та надихаючи наступне покоління розробників ігор.

Unity3D було обрано для виконання кваліфікаційної роботи з багатьох причин, з яких цей ігровий рушій є оптимальним створення ігор. Він є безкоштовним для користувачів чий дохід є меншим ніж 1 мільйон доларів на рік. Також він є досить легким в використанні і навчанні, для нього створення обширна документація, також окрім документації була написана велика кількість книг, що допомагають вивченню та вдосконаленню використання цього рушія. Та навіть не враховуючи книги та документацію, у інтернет

джерелах існує обширна бібліотека різноманітних відеоуроків, курсів, гайдів та пояснень.

Unity 3D має обширний арсенал інструментів та методів для досягнення більшості задач по створенню ігор. Він не спеціалізується на якомусь типі ігор, або ігровій платформі, він дозволяє створювати ігри, від простих мобільних застосунків, до AAA проектів, що в свою чергу дозволяє розробнику використати потенціал рушія в створенні своїх ігор.

3.1.1. Створення гри стратегії на рушії Unity3D

Ігровий рушій Unity3D має гарний потенціал для створення ігор в жанрі стратегія у реальному часі. Він надає в розпорядження розробнику пакет NavMesh для створення навігації юнітів, та дозволяє легко кастомізувати, модифікувати та використовувати код, при потребі створення нестандартних схем пересування та навігації. Також він має потужну систему під назвою ParticleSystem, що дозволяє легко створювати необхідні візуальні ефекти, при чому ця система є гарно оптимізованою, тому при правильному застосуванні ці ефекти не будуть впливати на зручність гри, та має незначний вплив на fps гравця.

3.1.2. Стратегія у реальному часі

RTS (Real-Time Strategy), тобто стратегія у реальному часі - це жанр комп'ютерних ігор, в яких гравці керують арміями або цілими цивілізаціями та планують та виконують стратегічні дії в режимі реального часу. Сеттінг що був обраний для гри, є військові дії періоду сучасності.

Зміст гри, що створена є намагання досягти тактичної та стратегічної перемоги над супротивником, використовуючи переваги та приховуючи і нівелюючи свої недоліки. Гра складатиметься з декількох режимів, один з яких подолання захисного рубіжу противника та досягнення певної географічної позначки, незважаючи на опір супротивника. Для досягнення

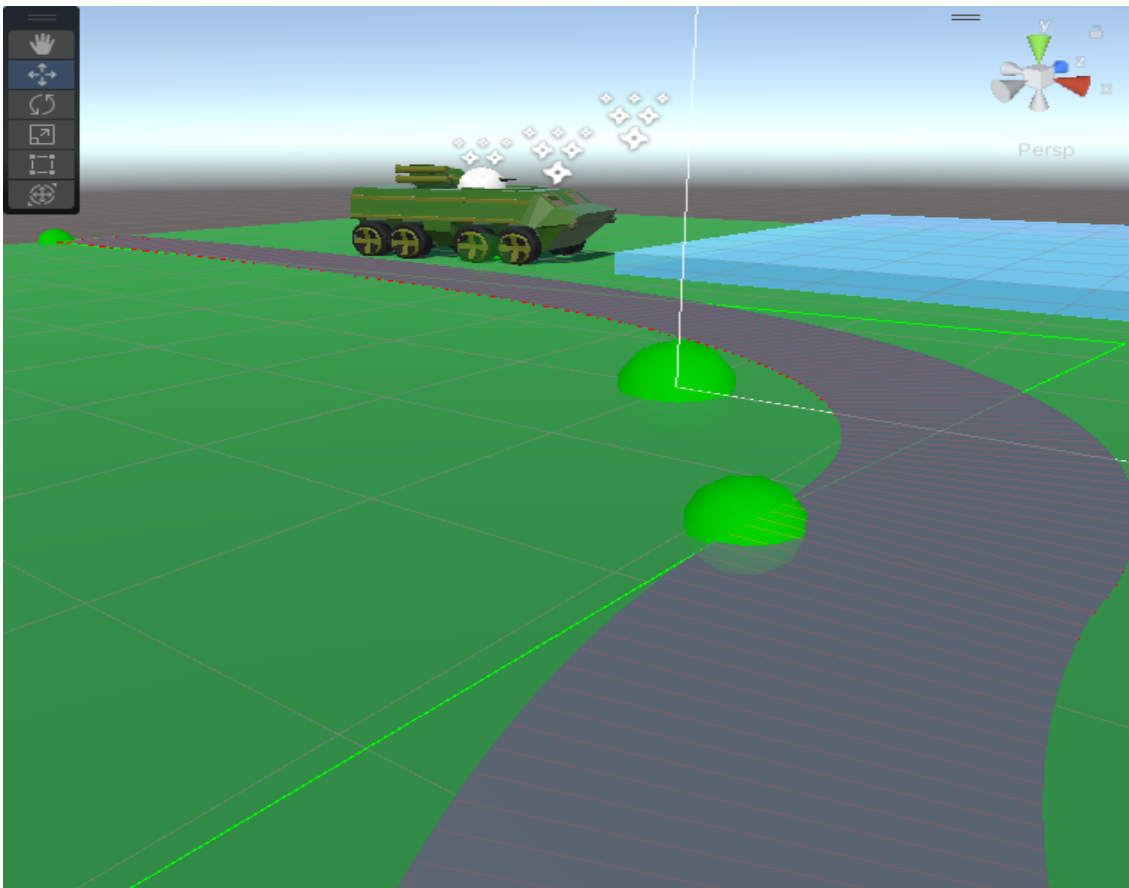
цієї мети гравцю потрібно поєднувати сильні сторони своїх юнітів, для подолання оборони. Правильне комбінування стратегій та юнітів, та правильне синхронне використання різних видів техніки, дозволить досягти результату. Це допомагає розвинути гравцю тактичне та стратегічне мислення.

3.2. Застосування різних методів 3D графіки в Unity3D

Unity3D також надає потужні інструменти для редагування 3D графіки. За допомогою вбудованого редактора, можна створювати, маніпулювати та оптимізувати тривимірні об'єкти, шейдери, матеріали, текстури, та поверхні. Ігровий рушій дозволяє застосовувати текстури, матеріали, анімації, фізичні властивості і спеціальні ефекти до об'єктів, що дозволяє створювати вражаючі візуальні сцени.

3.2.1. Створення meshy в Unity

В рушії Unity 3d можна створювати за допомогою коду меші, що в свою чергу надає безліч можливостей для створення різних форм. Також це дозволяє створювати динамічні структури, що на відміну від вже зроблених в застосунку для 3d моделювання, асетів, котрі в свою чергу не є динамічними, можна отримати потрібний результат. Це є корисним коли треба зробити форму що є досить нестабільною під час розробки проекту, наприклад дорога. Бажання левел дизайнера що може захотіти змінити кут, або продовжити дорогу, може вилитися у години роботи для людини що створює модельки, і такі зміни можуть бути досить частими. В таких випадках варто використати цю можливість для створення свого мешу в середовищі Unity3d. На рис. 3.2 зображено приклад застосування можливості створення площин, задля створення динамічної дороги, котру розробник може редагувати за допомогою певних кривих.



«Рисунок 3.2 – Динамічно згенерована дорога».

Саме ця можливість була використана в практичній частині для створення доріг, котрі використовуються бойовими одиницями для швидкого пересування. Ця дорога створюється за допомогою послідовності кривих, на основі яких за допомогою деяких векторних обчислень знаходяться перпендикуляри до кожної точки певної кривої, та задаються відповідні координати вершин дороги для створення мешу для візуальної частини. На рис. 3.3 можна побачити код, котрий відповідає за генерацію площини по певній кривій.

```

public void CreateRoadMesh(Curve curve)
{
    Mesh mesh = new Mesh();

    Vector3[] vertices = new Vector3[4 * length];
    Vector2[] uv = new Vector2[4 * length];
    int[] triangles = new int[6 * length];

    for (int i = 0; i < length; i++)
    {
        Vector3 curvePoint = curve.GetCurve(i / (float)length);
        Vector3 nextCurvePoint = curve.GetCurve((i+1) / (float)length);

        Vector3 normal = GetNormal(i, curve);
        Vector3 nextNormal = GetNormal(i + 1, curve);

        Vector3 clampedNormal = Vector3.ClampMagnitude(normal, 1f);
        Vector3 nextClampedNormal = Vector3.ClampMagnitude(nextNormal, 1f);

        vertices[0 + i*4] = new Vector3(curvePoint.x, curvePoint.y, curvePoint.z);
        vertices[1 + i*4] = new Vector3(nextCurvePoint.x, nextCurvePoint.y, nextCurvePoint.z);
        vertices[2 + i*4] = new Vector3(nextCurvePoint.x+nextClampedNormal.x, nextCurvePoint.y+nextClampedNormal.y, nextCurvePoint.z+nextClampedNormal.z);
        vertices[3 + i*4] = new Vector3(curvePoint.x+clampedNormal.x, curvePoint.y + clampedNormal.y, curvePoint.z + clampedNormal.z);

        uv[0+i*4] = new Vector2(0, 0);
        uv[1+i*4] = new Vector2(0, 1);
        uv[2+i*4] = new Vector2(1, 1);
        uv[3+i*4] = new Vector2(1, 0);

        triangles[0 + i * 6] = 0 + i * 4;
        triangles[1 + i * 6] = 2 + i * 4;
        triangles[2 + i * 6] = 1 + i * 4;

        triangles[3 + i * 6] = 0 + i * 4;
        triangles[4 + i * 6] = 3 + i * 4;
        triangles[5 + i * 6] = 2 + i * 4;
    }

    mesh.vertices = vertices;
    mesh.uv = uv;
    mesh.triangles = triangles;

    GameObject roadMesh = Instantiate(MeshPrefab, transform);
    roadMesh.GetComponent<MeshFilter>().mesh = mesh;
}

```

«Рисунок 3.3 – Метод створення поверхні дороги за допомогою полігонів».

Створення дороги відбувається за допомогою можливостей ігрового рушія Unity3d по створенню вершин та полігонів. По-перше, по вже існуючій кривій визначаються певні точки для створення по яким буде проходити дорога. Після певних обчислення визначаються позиції вершин у просторі, та визначається положення полігонів. Також задається правильний порядок для UV розгортки. Після призначення цих вершин, цей меш утворює масив полігонів що є дорогою, на котру після цього накладається матеріал для дороги. І таким чином було реалізовано динамічне створення доріг.

3.2.2. Створення та редагування матеріалів в Unity

Також середовище Unity3D надає потужний інструмент для взаємодії з матеріалами, в котрому можна створювати нові, або редагувати готові матеріали. Незважаючи на простоту цього інструменту, він має досить

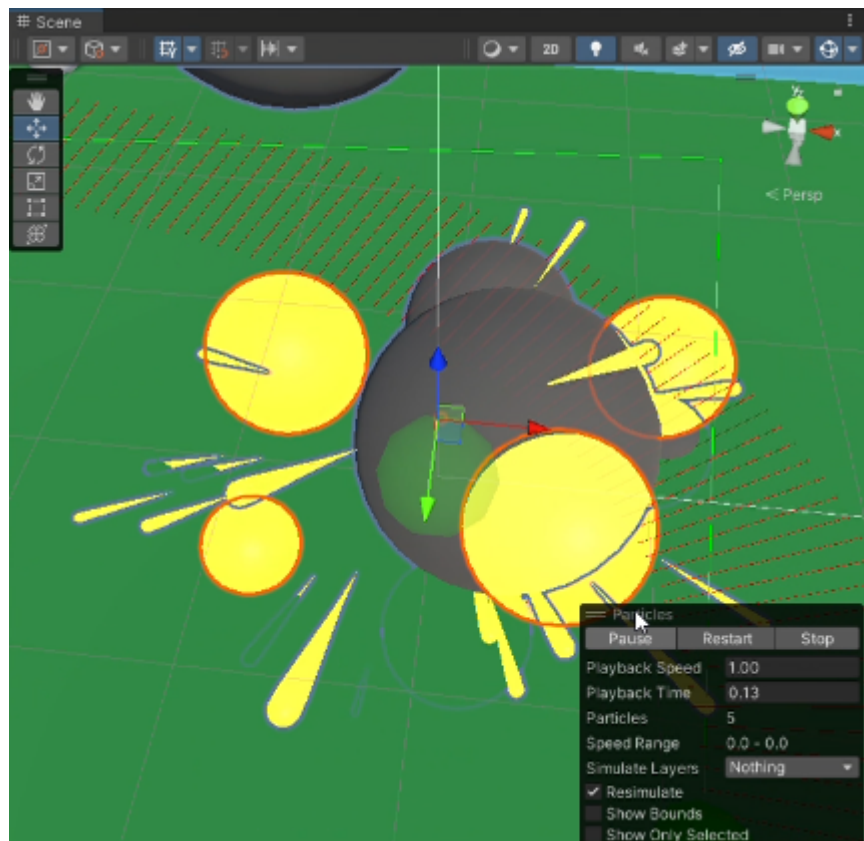
широке використання. Він досить підходить для швидкого створення макету візальної частини. Достатньо створити простих меш площини, зробити новий матеріал та призначити йому відповідні параметри, зелений колір, зменшити блиск, то виходить досить простий ландшафт, покритий травою. Також незважаючи на простоту, він надає можливість надавати та налаштовувати потужні параметри, наприклад випромінювання та інші.

3.2.3. Створення шейдерів в Unity

Шейдери у Unity можна розділити на 3 широкі категорії, це: Трасуючі шейдери, що виконують обчислення пов'язані з ray tracing. Шейдери, що входять до графічного потоку, котрі в свою чергу є найпоширенішим типом шейдерів. Вони виконують обчислення, які визначають колір пікселів на екрані. Це тип шейдерів, що найчастіше використовується в Unity3D, використовуючи об'єкти Shader. Та Compute-шейдери, що виконують обчислення на графічному процесорі (GPU) поза звичайним графічним потоком. Unity надає великі можливості щодо редагування та розроблення власних шейдерів, що дозволяє досягти бажаного результату у проекті.

3.2.4. Particle system Unity

Unity надає потужну систему для створення анімацій з частинок, що складає з себе ефективну та оптимізовану систему, що дозволяє розробляти та втілювати у проектах дивовижні графічні ефекти, від вибухів, до анімації заклинань. В практичній частині було використано particle system, для створення анімацій вибухів, пострілів, та анімації диму. На рис. 3.4 зображено кадр, з анімації ефекту вибуху, що присутній в грі.

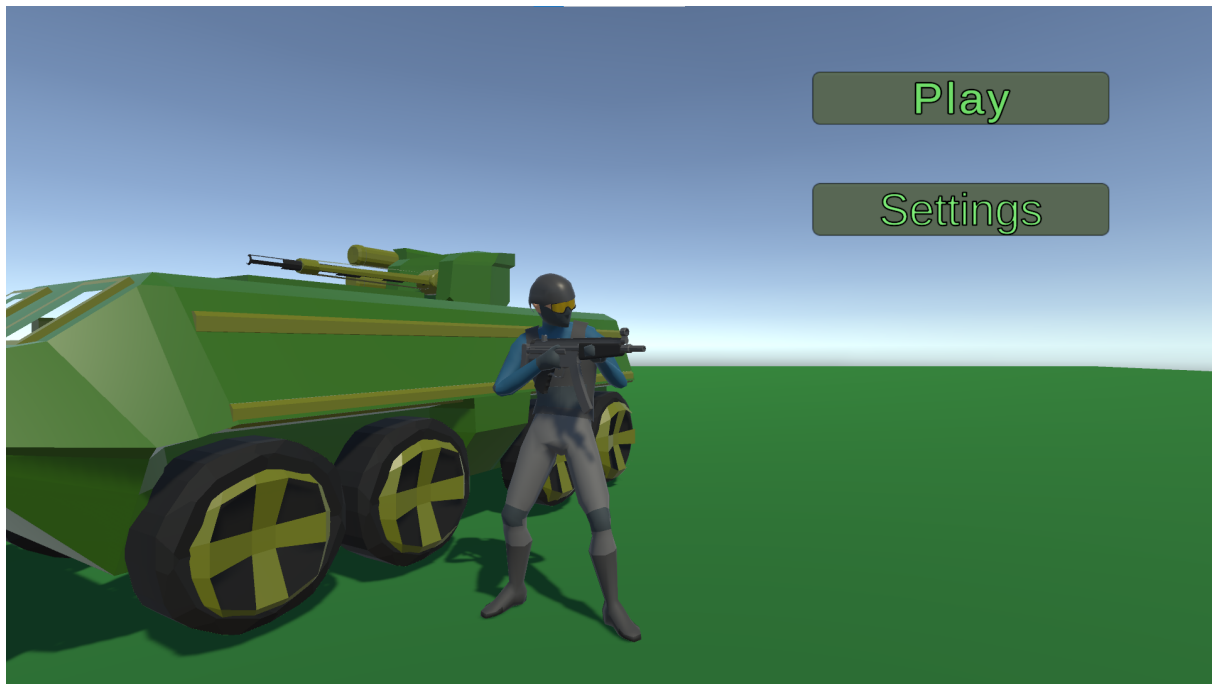


«Рисунок 3.4 – Ефект вибуху в грі».

Вона дозволяє створювати систему часток також для погодних умов таких як сніг та дощ, та при цьому не потребує великих потужностей комп'ютера, при цьому надає повний контроль над системою.

3.2.1. Створення сцени для головного меню

Сцена головного меню гри була створена, з використання методів художньої композиції та розміщення об'єктів. Під час створення було важливо передати певні особливості нашої гри та надати гравцю гарне перше враження, бо саме головне меню це те що першим зустрічає гравця при запуску гри. На рис. 3.5 зображено головне меню що з'являється після запуску гри.



«Рисунок 3.5 – Головне меню гри».

При створенні ігрових сцен варто звертати увагу на баланс сцени, тобто щоб деякі частини сцени не перетягували увагу гравця повністю на себе, а інші в свою чергу лишались пустими. Варто зазначити що можна використати певну перевантаженість якоїсь частини сцени для привернення уваги гравця, але в загальному випадку краще притримуватись балансу. Також при створенні UI варто звертати увагу на платформу на котрій будуть грати в гру. Інтерфейс для комп'ютерної версії, та для мобільної має бути різним, виключенням можуть бути або дуже прості інтерфейси, або певні стилізовані, що дозволяє користувачу використовувати такий UI з різних платформ однаково і не відчувати при цьому негативного досвіду.

3.3. Реалізація ігрових механік

На початок виконання кваліфікаційної роботи, було досліджено різні ігри-аналоги, того ж жанру та схожих сеттінгів, розглянувши та проаналізувавши попит гравців, було проаналізовано та отримано результат у вигляді необхідності виконання ігрових механік у стилі наближеному до

реалістичного. Наразі, на реалізм на ринку ігор є великий попит, отже ідеєю проекту стало втілення реалістичності в гру, без шкоди самому геймплею, та комфорту і отриманого задоволення отриманого за грою. Це стало певним викликом, але було знайдено оптимальний баланс між реалізмом, якістю геймплею та оптимізацією гри.

3.3.3. Туман війни та розвідка

При створенні цієї механіки було взято до уваги досвід та реалізацію схожих проектів. Проаналізувавши більшість ігор стратегій не було знайдено механіки, що була необхідна для досягнення певного реалізму. Тому, при розробці, довелося створювати нову, та досить унікальну систему. Під час гри для гравця повністю видна вся ігрова мапа, але при цьому ворожі юніти не видні до тих пір поки їх не побачать. В характеристиках кожного юніта є параметр його дальності його бачення. Через кожний певний проміжок часу юніт сканує навколишнє середовище на наявність ворожих юнітів, при цьому береться до уваги оптимізація цього процесу, та те що декілька юнітів можуть бачити одну і ту саму ціль. При виявленні ціль показується гравцю на карті.

3.3.4. Система озброєння

При розробленні гри, одним з викликів було створення системи керування озброєнням в юнітах. Це завдання вимагало одночасне виконання декількох потреб, треба було реалізувати цю систему наближеною до реалістичності, також вона мала бути оптимізованою, та при цьому легкою для додавання та змінення за необхідністю. Для цього була створена система озброєння, котра автоматично контролювала якого з ворожих юнітів у радіусі ураження певної зброї атакувати. Та враховувала деякі характеристики зброї такі як дальність та скорострільність, та можливість ураження певного

ворожого підрозділу, певним озброєнням. Це дозволило створити дотримуватися певного реалізму, та при цьому реалізувати таку систему.

3.3.5. Керування та навігація юнітів

Юніти для пересування використовують пакет для рушія Unity 3D під назвою NavMesh. Підрозділи мають налаштований NavMesh агент, для навігації по мапі, при цьому деякі ландшафтні перепони, такі як річки та озера, не дозволяють пройти по ним, тому юніти орієнтуються та обходять їх. Також в певних місцях було модифіковано цю систему, для отримання інших схем поведінки.

Підрозділи керуються за допомогою вибору, це або вибір одиночного юніта, за допомогою натискання лівої кнопки на нього, або вибір багатьох одночасно, методом затисканням лівої клавіші миші, та виділенням певної області, після чого можна надавати команду всім виділеним юнітам.

3.3.6. Характеристики юнітів

Для різноманіття та цікавості геймплею кожна військова одиниця в грі, має різні параметри. Також для того щоб зберігати створенні характеристики певного юніта було використано одну з функцій ігрового рушія Unity3d під назвою Scriptable Objects, вона дозволяє легко створювати нові характеристики військового підрозділу у грі, та зберігати їх для подальшого використання. На рис. 3.6 зображено код котрий відповідає за характеристики юніта.

```
[CreateAssetMenu(fileName = "Data", menuName = "ScriptableObjects/UnitScriptableObject", order = 2)]
@ Unity Script | 1 reference
public class UnitSO : ScriptableObject
{
    public new string name;
    public int speed;
    public int roadSpeed;
    public int hp;
    public UnitType type;
    public ReconnaissanceType optics;
    public int frontalArmor;
    public int rearArmor;
    public int sideArmor;
    public int topArmor;
}
```

«Рисунок 3.6 – Характеристики юніта».

Також юніти мають деякі характеристики що намагаються імітувати реалістичність у грі. Наприклад вони мають параметр швидкість, та швидкість на дорозі. Параметр швидкість вказує їхню звичайну швидкість пересування по місцевості, в той час як параметр швидкість на дорозі для наземної техніки вказує на ту швидкість яку юніт має коли пересувається по створеним на мапі дорогам. Ця швидкість для наземної техніки є більшою за звичайну швидкість, але при цьому найкращий модифікатор швидкості на дорозі має отримувати колісна техніка.

ВИСНОВКИ

Створення реалістичних ігрових моделей та подальшого додавання їх у ігровий простір, та реалізація у ньому візуальних ефектів, охоплює різні напрямки роботи. Тому цілком було спершу розкрити теоретичну частину питання, та потім виконати та імплементувати на практиці.

Результати котрі були досягнуті протягом створення цієї роботи відповідають сучасному рівню та конкурентоспроможні на ринку ігор. Цю роботу в подальшому можна використати для отримання заробітку шляхом викладання її у ігрових сервісах, за певну ціну. Також варто зазначити що є можливість подальшого розвитку проекту для досягнення кращих результатів. З подальшим покращенням та додаванням новго функціоналу можна збільшити можливу аудиторію користувачів та розвивати громаду гравців що користуються цим проектом.

Тобто, на практиці було поєднано створення гри, та моделювання та анімування ігрових моделей. Загалом було успішно вирішено поставлене завдання, та було продемонстровано повний процес створення ігрового середовища, моделей, анімування, та створення інших графічних та візуальних ефектів.

Ця кваліфікаційна робота в котрій було розписано та пояснено процес розробки та створення 3d моделей техніки та персонажів, та подальше створення гри стратегії та імплементування цих моделей в неї, може бути в нагоді розробникам ігор, творцям моделей, історичним реконструкторам, програмістам, та художникам.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1. Eric Lengyel. Mathematics for 3D Game Programming and Computer Graphics, Third Edition 3rd Edition [Текст] : навч. посіб.
2. Joe Hocking. Unity in Action: Multiplatform Game Development in C# with Unity 5 1st Edition [Текст] : навч. посіб.
3. Unity 3d [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
4. Inspiration Tuts [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://inspirationtuts.com/the-history-of-3d-modeling-and-animation/>
5. Blender 3d [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://blender3d.org.ua/>
6. Premium Beat [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://www.premiumbeat.com/blog/blender-software-guide/>
7. UFO 3D: History of 3D Modeling: from Euclid to 3D printing. blog [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: – <https://ufo3d.com/history-of-3d-modeling>
8. Freya Holmér. Shader Basics, Blending & Textures • Shaders for Game Devs [Part 1] [Електронний ресурс]: URL: <https://www.youtube.com/watch?v=kfM-yu0iQBk&t=43s>
9. Bloop [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://www.bloopanimation.com>