

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Факультет комп'ютерних наук та кібернетики  
Кафедра інтелектуальних програмних систем

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на здобуття ступеня бакалавра**  
за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення  
на тему:

**3D ГРАФІКА ТА АНІМАЦІЯ**  
**У ПРИКЛАДНОМУ ЗАСТОСУВАННІ**

Виконала студентка 4-го курсу  
Соловйова Дар'я Сергіївна

(підпис)

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

---

(підпис)

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

Студент

(підпис)

Київ – 2022

**ЗМІСТ**

	С.
РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ I ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ	10
1.1 Основи 3D-моделювання та візуалізації	10
1.2 Історія 3D-моделювання	16
1.3 Огляд програмного забезпечення для 3D-моделювання	24
1.3.1 3D Slash	25
1.3.2. Clara.io	26
1.3.3. Moment of Inspiration	27
1.3.4 SelfCAD	29
1.3.5. SketchUp	30
1.3.6. TinkerCAD	31
1.3.7. Blender	32
1.3.8. LibreCAD	33
1.3.9 3DS Max	34
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ІГОР З ВИКОРИСТАННЯМ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ	35
2.1 Використовувані технології при розробці ігор та їх розвиток	35
2.2 Етапи створення гри	40
2.2.1 Концептування	40
2.2.2 Прототипування	41
2.2.3 Вертикальний розріз	41
2.2.4 Створення контенту	41
2.2.5 Закрите бета-тестування	42
2.2.6 Відкрите бета-тестування	42
2.2.7 Випуск	42

РОЗДІЛ III ПРОЦЕС СТВОРЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ	42
3.1 Створення платформ та декорацій	42
3.2 Створення гравця	45
3.2 Створення монет	46
3.4 Створення ворогів	47
3.5 Опис логіки гри у середовищі Unity	48
ВИСНОВКИ	51
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	53

## РЕФЕРАТ

Обсяг роботи 53 сторінки, 49 зображень, 2 таблиці, 15 джерел посилання.

### 3D ГРАФІКА ТА АНІМАЦІЯ У ПРИКЛАДНОМУ ЗАСТОСУВАННІ. РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.

Об'єктом роботи є процес дослідження сучасного стану розвитку 3D графіки і розробки комп'ютерних ігор. Предметом роботи є програмний засіб – комп'ютерна гра.

Метою роботи є створення комп'ютерної гри.

Інструменти розроблення: безкоштовне, вільно поширюване інтегроване середовище Unity 2021.3.1, мова програмування C#, середовище для 3D-моделювання 3ds Max 2021.

Результати роботи: виконано загальний огляд сучасного стану 3D технологій та створення комп'ютерних ігор, розроблений програмний продукт комп'ютерна гра за допомогою наведених вище інструментів розроблення.

## ВСТУП

**Оцінка сучасного стану об'єкта розробки.** 3D-моделювання – це процес створення тривимірної графіки об'єкта та його подальше використання. 3D-модель може бути прототипом для створення нового або копії вже існуючого предмета. Ці моделі можуть бути абсолютно будь-якими об'єктами від звичайного куба до будь-якої креативної фантазії 3D-модельєра.

3D-моделювання широко використовується при проектуванні будівель і споруд, використовується для оптимізації проектування технологічних процесів виготовлення деталей і механізмів, створення кінофільмів, комп'ютерних ігор, при дослідженні фізичних процесів і явищ, а також для виготовлення деталей пошаровим способом, що сприяє розвитку медицини, а також багатьох технічних наук. Сфера 3D-моделювання стрімко розширюється.

Із стрімким розвитком технологій 3D-друку зростає необхідність у пошуку нових методів 3D-моделювання. Це також спонукає до подальшого розвитку засобів створення 3D-моделей та появи висококваліфікованих фахівців у цій сфері.

Проблемами розвитку 3D-моделювання займалися: С.І. Чухно, Б. О. Пальчевський, Д. О. Драченко, О. Є. Тесленко, Б.П.Валецький, О.М. Тіхонцов, Г. І. Танцура, Т. Л. Вараніцький та ін. У працях цих вчених розглядаються проблеми і перспективи розвитку 3D-моделювання та 3D-графіки.

**Актуальність роботи та підстави для її виконання.** Одна з найбільших сфер використання 3D-технологій – це індустрія комп'ютерних ігор. У свою чергу індустрія комп'ютерних ігор (розробка, публікація та просування ігор) є однією з найбільш швидкозростаючих галузей комп'ютерних технологій і водночас світового сектору розваг. Ігри стають культурним явищем і визнаються творами мистецтва.

Щодо ключових тенденцій світової ігрової індустрії, насамперед слід відзначити нові технології: мобільні, графічні, хмарні, віртуальні, штучний інтелект, а також безпосередньо 3D-графіка та моделювання. До того ж, геймінг

стає високооплачуваною професією, що підтверджують експертні оцінки – більше ніж 35% гравців у комп'ютерні ігри у світі прагнуть зробити геймінг своїм основним видом заробітку (рисунок 1)

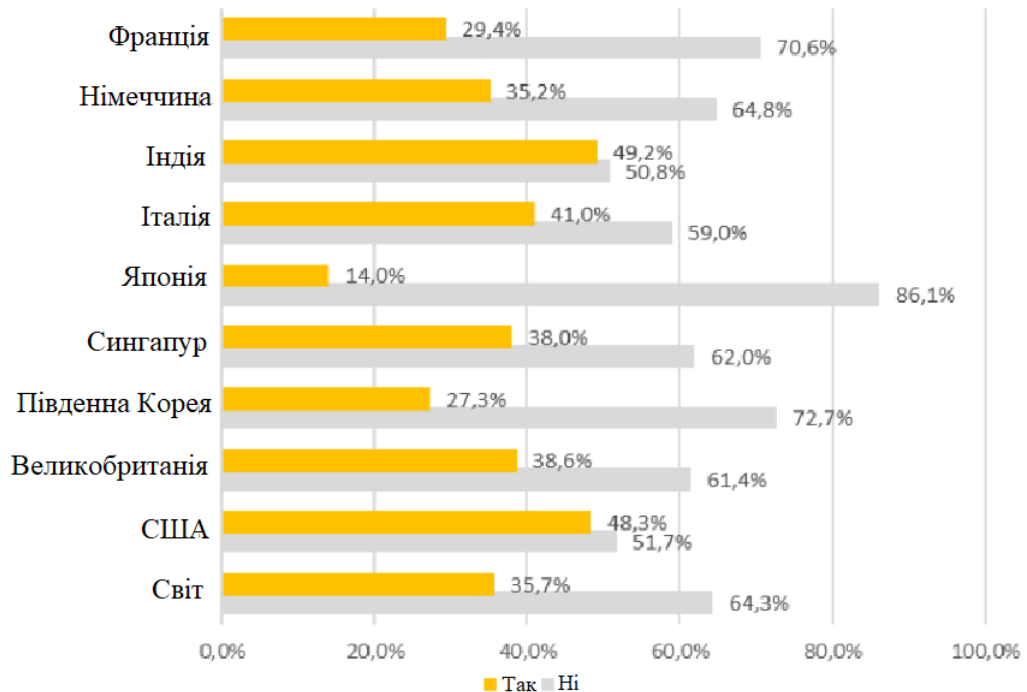


Рисунок 1 – Готовність опитуваних відмовитись від своєї професії заради ігор

Підвищення якості графіки комп'ютерних ігор – найбільш помітний фактор розвитку комп'ютерної індустрії. Більш того, на сьогоднішній день саме якість комп'ютерної графіки є основною причиною придбання тої чи іншої комп'ютерної гри – про це свідчать дослідження компанії Digital Marketing Community (рисунок 2). Та по розрахункам експертів, у найближчі 5-20 років графіку у комп'ютерних іграх буде важко відрізнити від кінофільмів, завдяки цьому буде досягнуто враження максимального занурення.

Низки проведених досліджень показує, що в останні роки світовий ринок ігор стає все масштабнішим. У 2020 році він досягнув 152 млрд дол., що значно перевищує дохід ринку індустрії музики та кіно (рисунок 3). Це можна пояснити

стрімким розвитком Інтернету, а також подешевшанням пристроїв з доступом в Інтернет.

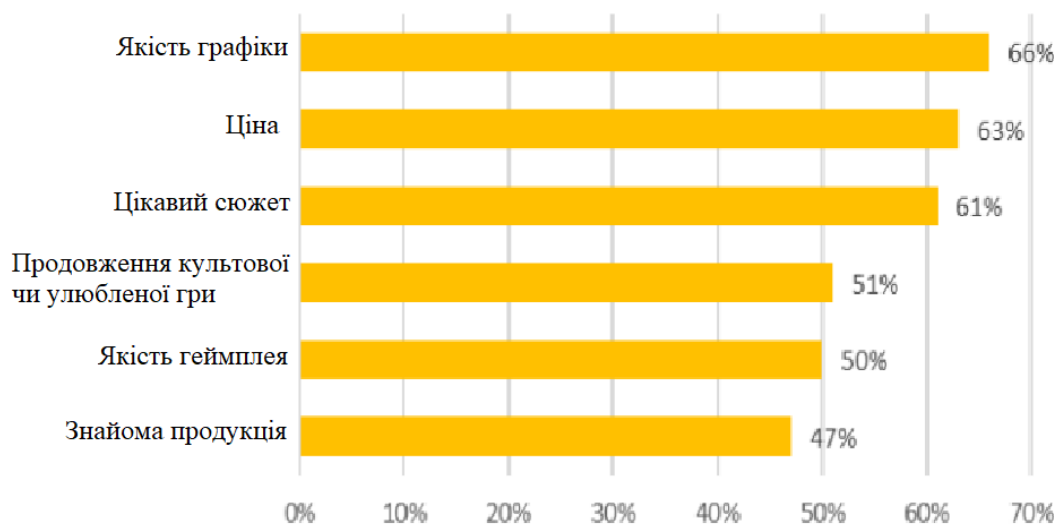


Рисунок 2 – Причини придбання користувачами комп'ютерних ігор



Рисунок 3 – Динаміка світового ринку комп'ютерних ігор, млрд дол.

Але на поточний час в країнах Східної Європи, зокрема в Україні розвиток ринку комп'ютерних ігор значно відстає від інших країн (таблиця 1). Що можна пояснити недостатчею фахівців у сфері розробки 3D-графіки та комп'ютерних ігор загалом.

Отже, можна стверджувати, що 3D-графіка та моделювання стали достатньо впливовим фактором розвитку комп'ютерної індустрії та світової економіки загалом.

**Мета й завдання роботи.** Метою кваліфікаційної роботи є створення програмного засобу – комп'ютерної гри, відштовхуючись від досліджень існуючих засобів та методів створення комп'ютерних ігор, а також застосовуючи методи 3D-моделювання.

Таблиця 1 – Розподіл регіонів по об'ємам ринків комп'ютерних ігор

№	Регіон	Доля на світовому ринку, %	Об'єм ринку, млрд дол.	Зміни, %
1	Азійсько-Тихоокеанський регіон	47,4	72,2	+7,6
2	Північна Америка	26,1	39,6	+11,7
3	Західна Європа	16,8	25,7	+12,3
4	Латинська Америка	3,7	5,6	+11,1
5	Близький Схід та Африка	3,2	4,8	+11,0
6	Східна Європа	2,8	4,2	+7,4

Для досягнення цієї мети поставлено такі завдання:

- Дослідити існуючі засоби 3D-моделювання та візуалізації
- Розглянути програмне забезпечення для 3D-моделювання
- Дослідити існуючі технології для розробки ігор
- Розглянути етапи створення гри з використанням 3D-моделювання
- Розробити технічне завдання
- Розробити інтерфейс та дизайн програмного продукту – комп'ютерної гри

**Об'єкт, методи й засоби розроблення.** Об'єктом розроблення програмного засобу комп'ютерної гри є процес створення 3D-об'єктів та моделей у середовищі для 3D-моделювання, а потім подальший їх послідовний експорт у середовище для розробки гри.

При розробці програмного продукту використовувались наступні принципи. Спершу створювався шаблон, тобто ідея гри у середовищі для

розробки ігор. Після цього створювались 3D-об'єкти – це гравець, сцени, платформи, декорації, перешкоди. За потреби використовувалась анімація. Послідовність створення 3D-об'єктів, а також їх експорт відповідали послідовності створення інтерфейсу гри.

В якості створення програмного продукту було обрано Autodesk 3DS Max 2021 – професійне програмне забезпечення для 3D-моделювання. А також середовище Unity 2021.3.1, мова написання програмного коду – C#.

**Можливі сфери застосування.** Розроблений програмний продукт може бути використаний будь-яким користувачем, який має персональний комп'ютер для власних потреб.

## РОЗДІЛ І ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

### 1.1 Основи 3D-моделювання та візуалізації

Розвиток комп'ютерних технологій, систем обробки зображень та графічної інформації наприкінці ХХ – початку ХХІ століття поставило перед суспільством актуальну проблему технократизації сучасних представників творчих професій: художників, дизайнерів, архітекторів і т.д (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Приклади сучасних 3D моделей

3D-моделювання та візуалізація практично завоювали сучасний світ, їх вплив величезний, вони формують наше професійне та повсякденне життя.

3D-моделювання можна визначити як процес створення тривимірного комп'ютерного візуального уявлення реального об'єкта, з використанням спеціалізованого програмного забезпечення. Фахівці, пов'язані з художньою творчістю сприймають 3D-моделювання як свого роду малювання, але з набагато більшою складністю, деталізацією та можливістю інтерактивної взаємодії зі створеними об'єктами на екрані комп'ютера, які можна обертати, перевертати, підривати чи маніпулювати іншими у різний спосіб.

Виробники програмного 3D-забезпечення пропонують його як у вигляді окремих спеціалізованих пакетів, так і у формі багатокomпонентних програмних комплексів. Залежно від використовуваних програм та технічних характеристик обладнання об'ємні моделі можна створювати за допомогою різних процедур:

моделювання на основі алгоритмів малювання від руки з використанням графічного планшету сканування вихідного зображення.

Щоб створювана модель була максимально реалістичною та інтерактивною, вона повинна ґрунтуватися на об'ємній базі даних, що містить відомості про основні базові точки проектованої тривимірної фігури.

Залежно від інформаційної насиченості можна виділити три основні види геометричних моделей, що використовуються в 3D моделюванні: каркасні, поверхневі та твердотільні моделі.

Каркасні 3D-моделі виглядають далекими від реальності, тому що їхня конструкція складається тільки з таких елементів як точки, лінії або дуги різної конфігурації, з'єднані для створення певних форм. Проектовані поверхні прозорі, тому всі елементи, розташовані на задньому плані сцени видимі на екрані комп'ютера (рисунок 1.2).

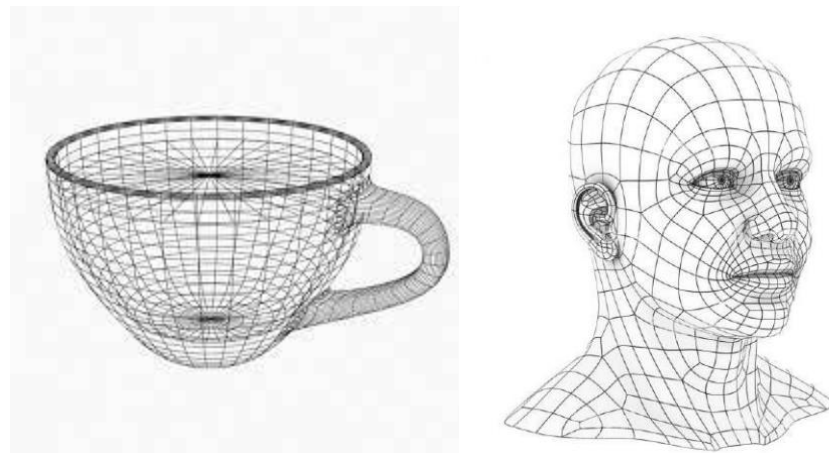


Рисунок 1.2 – Приклади каркасних 3D моделей

Поверхневі 3D-моделі мають більш реалістичний вигляд і наближену до реальності текстуру поверхні (рисунок 1.3).

На відміну від каркасних форм поверхневих моделей визначається безліччю точок, ліній, дуг та поверхонь. 3D поверхневі моделі можна умовно асоціювати із виробами з дуже тонкого паперу. Вони розміщуються в будь-якому місці екрану відповідно до розроблюваного проектом, деформуються під

різними кутами для створення бажаних форм. Також можна розділити поверхні на складові або навпаки, поєднати кілька для подальших модифікацій.

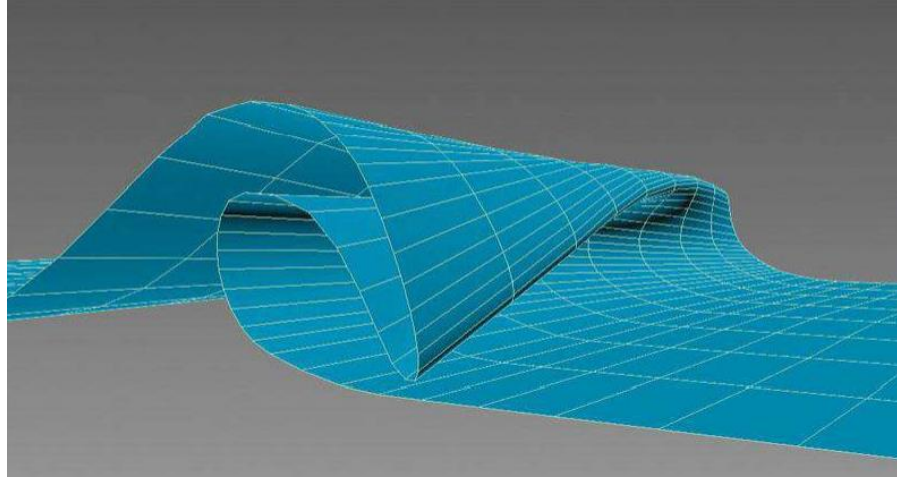


Рисунок 1.3 – Приклад поверхневої 3D моделі

Оскільки поверхневі моделі в залежності від використовуваної текстури або непрозорі, або напівпрозорі, то фонові області затемнюються, створюючи більш реалістичне візуальне уявлення.

Твердотільне моделювання – це найбільш вимогливий у технічному відношенні тип 3D-проекування. Зовнішній вигляд цих моделей визначається значно більшою кількістю параметрів, ніж види, розглянуті раніше (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Приклади твердотілих 3D моделей

Для створення якісної візуалізації необхідно окрім уже згаданих базових характеристик враховувати такі параметри як вага, товщина, щільність використовуваних матеріалів та інші специфічні фізичні характеристики. Якісно виконані твердотільні моделі є найбільш реалістичними та мають найширшу область використання для створення прототипів у 3D-моделюванні.

На початкових етапах розвитку тривимірне моделювання пов'язували переважно з технічними сферами: машинобудування, аерокосмічна область, архітектура та ін. На сьогоднішній день 3D-моделювання використовується практично у всіх галузях життєдіяльності людини, включаючи споживчі товари, освітні програми, розважальні заходи та ін. Отримання точного візуального уявлення про далеко розташований об'єкт є незаперечною перевагою, яка органічно доповнюється відомостями про його фізичні характеристики та необхідними з інженерного погляду специфічними особливостями.

При використанні 3D-моделей у промисловому дизайні або архітектурі, наприклад при створенні прототипу швейної машини або проекту концертного залу, твердотільне тривимірне моделювання дозволить отримати досить точне уявлення про те, як буде виглядати та функціонувати проєктований об'єкт. В інших, суто дослідних галузях, таких як хімія та біологія, 3D-моделі використовуються для створення якісного віртуального уявлення про будову атомів чи органів тіла. Це означає, що сучасне автоматизоване 3D-проєктування може допомогти професіоналам у різних сферах створювати працюючі тривимірні моделі, як для перевірки працездатності як теоретичних прототипів, так і для покращення та оптимізації вже існуючих об'єктів з набагато більшою їхньою деталізацією.

3D-моделювання відрізняється точністю проєктування всіх складових елементів, що дозволяє уникнути банальних технічних помилок. Фахівці з різних напрямків дизайну (промислового, архітектурного, графічного та ін.) мають змогу скористатися перевагами тривимірного моделювання, оскільки їм надається доступ до теоретичних знань, сконцентрованим у компактній формі. Є

реальна можливість покращити та оптимізувати естетичну складову та загальну структурну цілісність макетів. У режимі реального часу можна вносити зміни в окремі частини, наприклад, фундамент будівлі або планування приміщень, що дозволяє мінімізувати проблеми у ході реалізації створених проектів. Дизайнери у співпраці з інженерами можуть знаходити рішення проблем проектування задовго до їх фактичної появи.

Зупинимося докладніше на деяких із безумовних переваг використання 3D-моделювання у професійній сфері.

1. Точність: незалежно від спрямованості проекту, фахівці можуть деталізувати кожен необхідний план точністю до мікрона (рисунок 1.5).

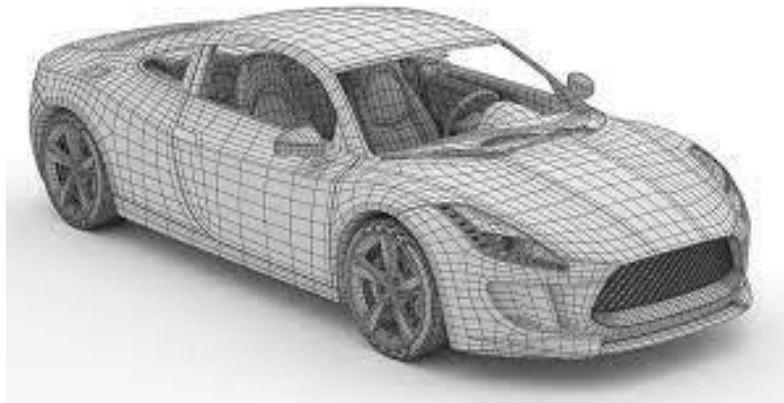


Рисунок 1.5 – Приклад 3D моделі автомобіля

Незалежно від того, чи є модель зображенням існуючого об'єкта, отримана методом сканування або теоретичною реконструкцією, професіонали можуть працювати з точним макетом, що включає всі необхідні опорні точки. Можна виявити потенційні недоліки структурної цілісності проекту та внести зміни в 3D-модель, а не в конкретний об'єкт, виконаний у матеріалі і тим самим уникнути помилок, які призведуть до збитків.

2. Візуалізація у реальному світі: одною з безумовних переваг тривимірного моделювання є можливість взаємозв'язку створених об'єктів з

іншими прототипами, а також зовнішніми факторами, такими як погодні умови, природне оточення та ін. (рисунок 1.6).

Наприклад, під час створення автомобіля 3D-моделювання може дати точне уявлення про те, наскільки добре машина буде рухатися в умовах сильного дощу, вітру, роботі двигуна на граничній потужності та ін. Звичайно результати, засновані лише на обчисленнях, не можуть повністю замінити реальні тест-драйви, але тривимірні макети визначають контрольні точки, ґрунтуючись на яких, інженери та дизайнери вносять необхідні зміни.



Рисунок 1.6 – Приклад 3D моделі природного ландшафту

3. Швидкість: професіонал може створити 3D модель шляхом сканування реального об'єкта або розробка концептуальної моделі із самого початку за досить короткий термін.

4. Доступність: у сучасному світі 3D-моделювання доступне не лише для фахівців, хоча вартість придбання професійного обладнання та програмного забезпечення залишається високою. Студенти, школярі та просто захоплені люди можуть створювати 3D-моделі в умовно безкоштовних програмах з відкритим вихідним кодом, щоб вивчити основи промислового дизайну чи створити деякі прості предмети, такі як іграшки, предмети домашнього побуту, меблі та ін. (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Приклад 3D моделі іграшки

## 1.2 Історія 3D-моделювання

Історія 3D-моделювання, незважаючи на свій недовгий за мірками традиційної історичної науки термін, багата безліччю подій, які зробили значний внесок у формування сучасної техногенної дійсності. Вивчення процесу становлення цієї галузі комп'ютерної графіки дасть найкраще розуміння цінності тривимірного моделювання, досягнутих успіхів та вектора подальшого розвитку.

Історія тривимірного проектування почалася задовго до появи перших прообразів сучасних комп'ютерів. Початок цього процесу поклали математичні ідеї та аксіоми (значно перероблені, доповнені та формалізовані протягом наступних століть), які створили теоретичну базу 3D-моделювання та візуалізації. Деякі з основних постулатів були сформульовані Евклідом ще в III столітті до нашої ери, якого іноді називають «засновником геометрії» (рисунок 1.8).

Створені в 1600-х роках Рене Декартом система координат та аналітична геометрія заклали основи алгоритмів розрахунків, які використовуються для точного відстеження відстані та розташування об'єктів. У своїх роботах Декарт наблизився до трактування такого поняття, як "функція", без якого неможливо уявити існування сучасної математики, програмування, комп'ютерної графіки та 3D-моделювання (рисунок 1.9).

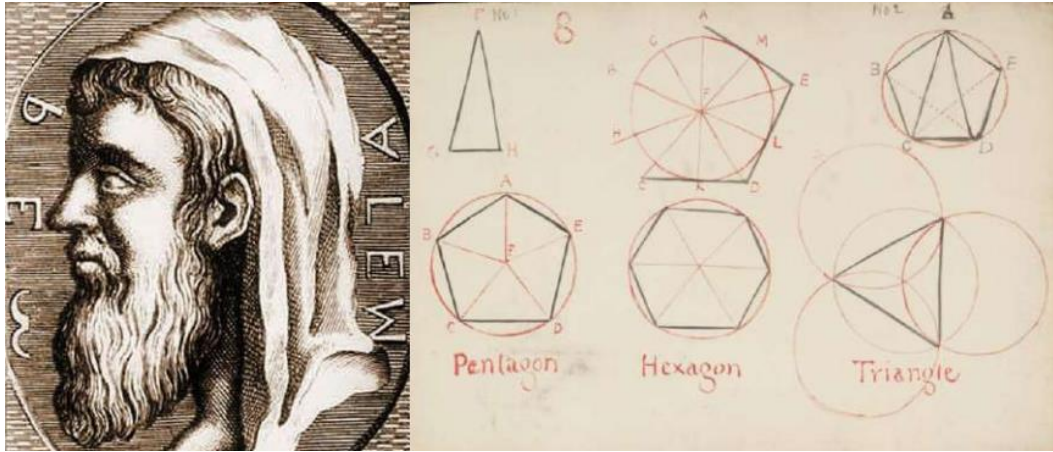


Рисунок 1.8 – Евклід, «засновник геометрії»

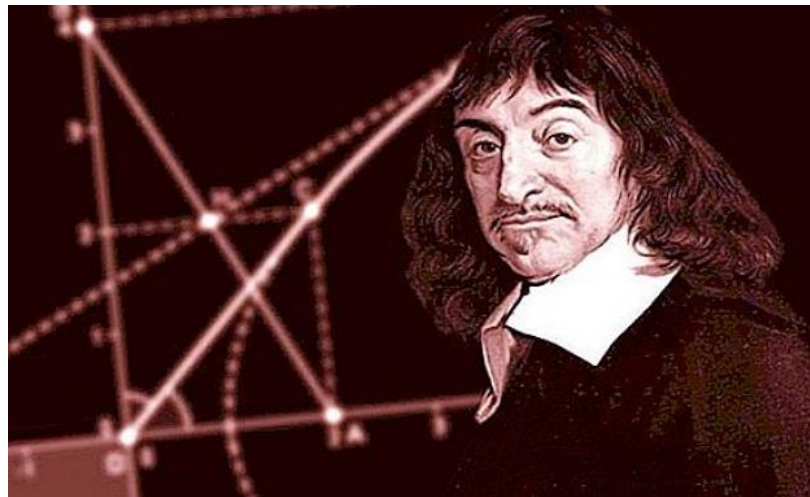


Рисунок 1.9 – Рене Декарт, який заклав основи аналітичної геометрії

У середині XVIII століття математики Джеймс Сільвестр та Артур Келі розробили матричну систему числення, яка тепер використовується для створення комп'ютерних зображень, де можна побачити відображення або спотворення світла (рисунок 1.10).

Створений на початку XX століття Борисом Делоне метод триангуляції (рисунок 1.11) став основою для розробки сучасної методики розбиття складних поверхонь тривимірних об'єктів на полігони. Георгій Вороной створив «діаграму Вороного», тісно пов'язану з теоріями Бориса Делоне. Нині, через століття математична складова цієї діаграми застосовується для аналізу даних при кластеризації об'єктів

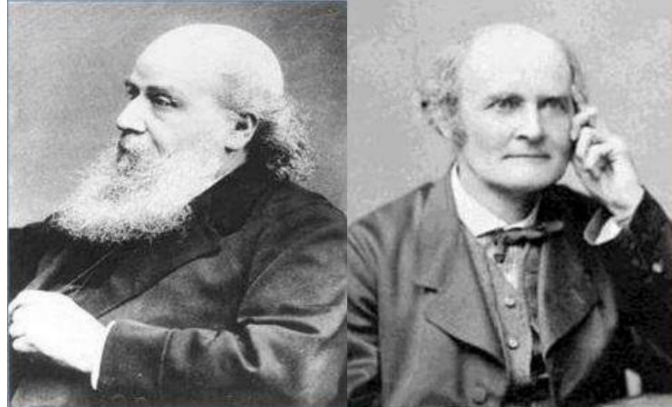


Рисунок 1.10 - Джеймс Сільвестр та Артур Келі

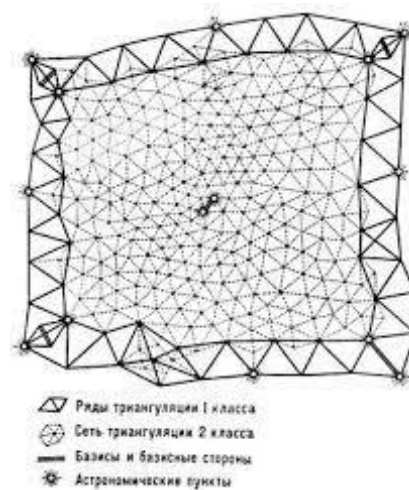


Рисунок 1.11 – Приклад триангуляції

У 1950-х роках комп'ютерна техніка розроблялася та використовувалася головним чином у військових та пов'язаних з цією галуззю наукових цілях. До щастя, це призвело до того, що назріла нагальна потреба розробки реалістичних 3D-моделей та конструкцій.

У 1960-х роках з'явилися перші значущі здобутки в історії тривимірного моделювання, які пов'язані з розробкою комерційно доступних систем автоматизованого проектування. Самий відомий проект того часу в 1963 створив Іван Сазерленд, він називався Sketchpad або «Робот-малювальник» і відрізнявся революційний інтерфейс. Sketchpad – це перший пристрій, який показав

можливості використання комп'ютера не тільки для розробки або редагування креслень, а і для художньої діяльності в інтерактивному режимі (рисунок 1.12).



Рисунок 1.12 – Робота на Sketchpad

У той же час за участю двох підприємств General Motors та IBM був створений DAC-1 (Design Augmented by Computer, що у перекладі означає "дизайн доповнений комп'ютером"). Цей проект був представлений широкому загалу в 1964 році і використовувався General Motors для прискорення процесу виробництва автомобілів до кінця десятиліття. Застосування DAC-1 продемонструвало, що комп'ютерна візуалізація здатна скоротити час, необхідний для проектних робіт, особливо порівняно з застосовуваними до цього креслярськими дошками (рисунок 1.13).

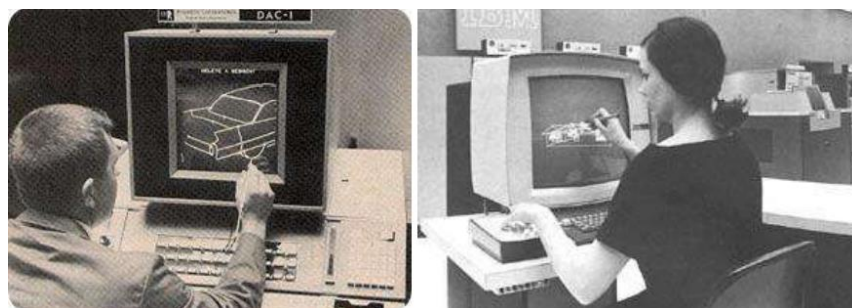


Рисунок 1.13 – Створення макетів машин на підприємстві General Motors

Наприкінці десятиліття, у 1968 році, Іван Сазерленд та Девід Еванс заснували першу компанію 3D-графіки "Evans & Sutherland". Спочатку планувалося, що основною місією підприємства буде виробництво спеціалізованого обладнання, але незабаром виникла необхідність і великі перспективи для створення програмного забезпечення.

1970-ті роки характеризуються тим, що компанії почали пропонувати комплексні автоматизовані системи проектування. Однією з них була САД-система ADAM, випущена 1971 року. ADAM був створений для роботи на максимально можливій кількості машин, що призвело до збільшення доступності САПР. Ця тенденція продовжилася навіть тоді, коли комп'ютери та програмне забезпечення стали більш складними та витонченими.

Виробничі компанії того часу, наприклад MAGI, впроваджували 3D-моделювання у життя суспільства, тим самим підвищуючи попит на якісні САД. Установи освіти та дослідницькі лабораторії працювали над тим, щоб відкрити ефективніші технології візуалізації 3D-моделей. Вчені з університету Юти Гуро і Фонг створили нові технології накладання тіней на об'єкти, які прискорили обробку проектів, спростивши оригінальні алгоритми рендерингу та забезпечивши покращені візуальні результати.

Свого роду культовим предметом стала модель чайника, створена в Університеті Юти. Він став символом тривимірної комп'ютерної графіки після того, як Мартін Ньюелл використав його для перевірки своїх досліджень. Він вибрав 3D-модель чайника, ідеальної для тестування форми за структурою, різноманітністю поверхонь та здатністю відкидати тіні, у тому числі і на своє зображення (рисунок 1.14).



Рисунок 1.14 – 3D модель чайника ідеальної форми

Впровадження у 1981 року першого IBM PC (персонального комп'ютера) викликало хвилю впровадження САПР не тільки в аерокосмічній та автомобільній промисловості, а й у комерційному машинобудуванні. Цьому також сприяло виготовлення робочих станцій UNIX, які відрізнялися нижчими цінами, високою продуктивністю та вимагали меншого обслуговування. Потім фокус уваги розробників змістився на твердотільне тривимірне моделювання, який став основним напрямком у розробці програмного забезпечення, наприклад, Uniraphics UniSolids CAD.

У 1983 році була випущена 2D версія популярної системи AutoCAD, яка стала значною віхою на шляху свідомості повнофункціональних програм САПР для тривимірних моделей. Нові системи автоматизованого проектування з'являлися в аерокосмічній, автомобільній та інших галузях промисловості в протягом частини 1980-х років (рисунок 1.15), що залишилася. Цьому сприяло впровадження формату файлів IGES, що став спільним для всіх виробників, який дозволяв переносити 3D-проекти між різними програмами САПР.



Рисунок 1.15 – Комп'ютери з системою AutoCAD

У 1990-ті роки програмне забезпечення для тривимірного моделювання набуло широкого поширення. Стало простіше і дешевше отримати доступ до професійного обладнання та програмам, що дозволило навіть дрібним компаніям та окремим користувачам розробляти 3D-моделі. У це десятиліття рівень

технічних засобів та програмного забезпечення постійно збільшувався. Кардинальні зміни, такі як заміна формату IGES на STEP, зробили файли надійнішими, а оновлення систем автоматизованого проектування AutoCAD та Solidworks підвищили якісні результати створення 3D-моделей (рисунок 1.16).

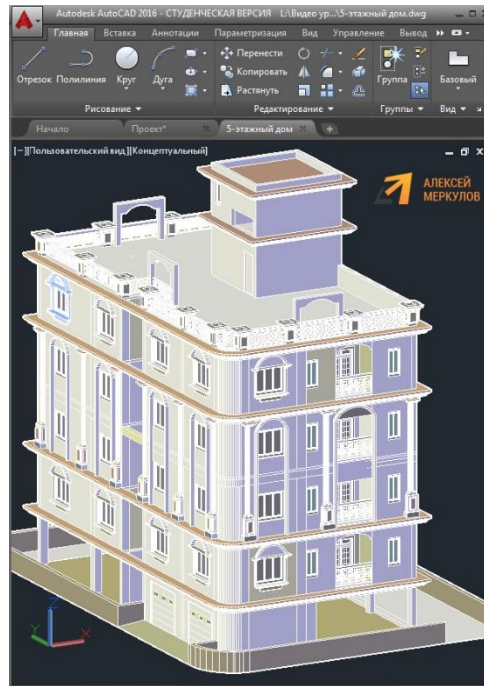


Рисунок 1.16 – Приклад 3D-проекту в AutoCAD

Саме в 1990-ті роки з'являлися перші умовно безкоштовні програми з відкритим вихідним кодом, такі як Blender, за допомогою яких люди, захоплені 3D-проектуюванням, отримували досвід практичного моделювання.

Основним моментом історії 3D-моделювання можна назвати винахід SLA або стереолітографії, тобто виробництва деталей пошаровим способом (рисунок 1.17). Цей метод був розроблений в 1984 році, хоча перший дослідний зразок механізму, який використовував його, виник лише 1992 року. У цьому приладі використовувався матеріал, створений на основі акрилу, названий фотополімером. Він отримував дозу опромінення ультрафіолетовим лазером, яка перетворювала його на досить твердий пластик. У тому ж році було випробувано

інший пристрій, який використовував замість рідкого фотополімеру порошок, який під впливом лазера спікався.

На цьому етапі розвитку 3D-моделювання технології були абсолютно новим і як наслідок мали свої недоліки, наприклад деформація матеріалів під час друку. Потрібно було багато пробних прототипів і зразків, особливо в галузі медицини, де з використанням технологій 3D-друку стали виготовляти органи для трансплантації. Значний прорив у цій сфері стався у 1999 році, коли людині було вперше імплантовано перший штучний 3D-орган – сечовий міхур.

Історія 3D-моделювання та візуалізації базується на працях багатьох учених, які змогли точно описати та математично змодельовати процес створення проєктів. Комп'ютерні можливості дозволили розробити детальну візуалізацію виробів. Технології 3D-друку зробили реальністю втілення віртуальної моделі будь-якого типу та складності у життя.

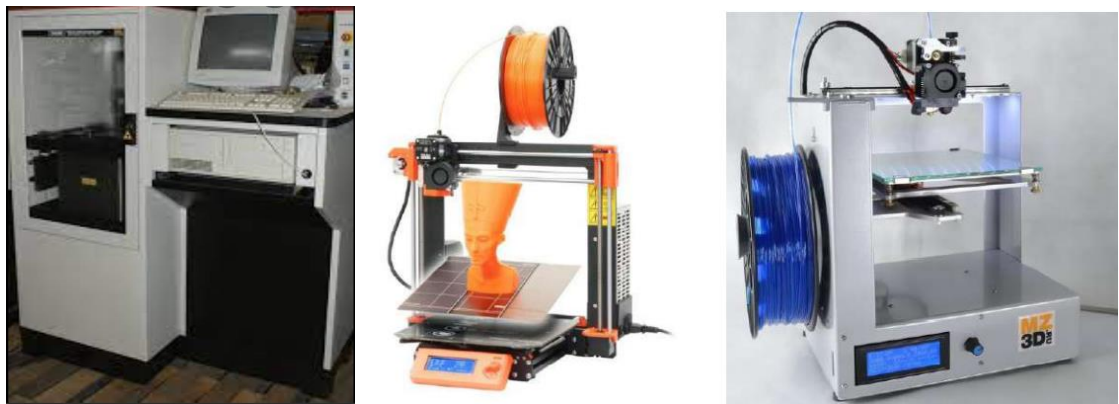


Рисунок 1.17 – Перший 3D-принтер у порівнянні із сучасними

### 1.3 Огляд програмного забезпечення для 3D-моделювання

3D-моделювання та візуалізація використовується в багатьох сучасних галузях: графічний та промисловий дизайн, архітектура, друк на 3D-принтерах, анімація, ігри та ін. 3D-моделі є найважливішими компонентами цифрового творчості та виробництва. Тому вибір оптимального програмного забезпечення дуже важливий.

Нижче розглянуті деякі програмні пакети 3D-моделювання призначені для початківців. Зупинимось на популярних редакторах широкого спектру використання і художньої спрямованості.

У таблиці 1.1 наведено відомості щодо кращого програмного забезпечення для 3D-моделювання.

Таблиця 1.1 – Популярне програмне забезпечення для 3D-моделювання

№	Назва програми	Необхідний рівень знань та вмінь	Операційна система, браузер	Примітка
1.	3D Slash	Початковий	Windows, Mac, Linux або браузер	Умовно безкоштовно, преміум рівень - платно
2.	Clara.io	Початковий	Браузер	Умовно безкоштовно, преміум рівень - платно
3.	Moment of Inspiration	Початковий	Windows, Mac	Платно
4.	SelfCAD	Початковий	Браузер	Безкоштовно пробний період, після - платно
5.	SketchUp	Початковий	Windows, Mac	Умовно безкоштовно, преміум рівень - платно
6.	TinkerCAD	Початковий	Браузер	Безкоштовно
7.	Blender	Середній	Windows, Mac, Linux	Безкоштовно
8.	LibreCAD	Середній	Windows, Mac, Linux	Безкоштовно
9.	3DS Max	Високий	Windows	Платно

### 1.3.1. 3D Slash

3D Slash є просте у використанні умовно безкоштовне програмне забезпечення для 3D-моделювання, яке дозволяє створювати проекти,

використовуючи блокову концепцію, характерну для гри Minecraft (рисунок 1.18).

Робота в 3D Slash має специфічні особливості, тому що звичайні широко застосовувані функції, такі як видавлювання, обертання тощо, не використовуються у програмі. Натомість моделювання зосереджено навколо суцільного блоку кубічної форми, який можна розділити на дрібніші блоки. Користувачі створюють свої тривимірні конструкції, працюючи над кубом за допомогою набору інструментів не характерних для більшості інших 3D-програм: молотка, шпателя, дрилі та ін. Наприклад, молоток видаляє окремі елементи, а кельму додає їх до створюваного виробу. 3D-моделювання за допомогою цих інструментів доступно навіть для початківців.



Рисунок 1.18 – Приклад 3D-проекту, виконаного у 3D Slash

Розглянуте програмне забезпечення надає можливість імпортувати та змінювати раніше створені 3D-проекти. Для підвищення зручності користувачів та збільшення продуктивності роботи 3D Slash пов'язаний з цілим рядом спеціалізованих онлайн-сервісів та електронних бібліотек 3D-моделі. Є можливість експортувати створений тривимірний проект у відповідний формат та роздрукувати його на 3D-принтері.

### 1.3.2. Clara.io

Clara.io – це умовно безкоштовне програмне забезпечення для 3D моделювання в онлайн режимі з використанням браузера. Ця програма включає більшість поширених інструментів для створення базових тривимірних проектів (рисунок 1.19).

Але Clara.io виходить за рамки функціональності, що очікується від онлайн редакторів. Наприклад, рендеринг можна порівняти з рівнем деяких програм, що використовують можливості операційних систем, він включає V-Ray, тим самим дозволяючи освітлювати простір, використовуючи зображення високої якості HDR. Clara.io підтримує базову анімацію ключових кадрів та надає можливість створювати комп'ютерні анімаційні фільми.

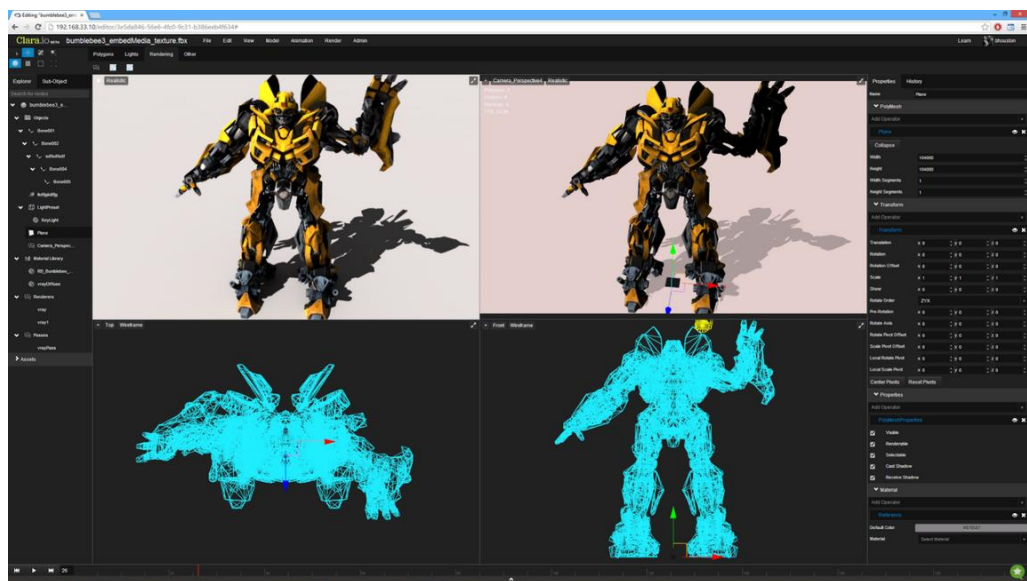


Рисунок 1.19 – Приклад 3D-проекту, виконаного у Clara.io

Одна із затребуваних у суспільстві функцій – це можливість спільної роботи з проектами. Як і в Google Docs можна додати до списку розробників сцени інших користувачів Clara.io, які потім можуть змінити файли. Кожна внесена зміна автоматично синхронізується між обліковими записами, і це означає, що інші користувачі в режимі реального часу бачать, як змінюється сцена. Як додаткову перевагу можна відзначити, що доступна для всіх

користувачів мережі Інтернет безкоштовна версія Clara.io надає до 5 ГБ хмарного сховища.

### 1.3.3. Moment of Inspiration

Moment of Inspiration - це програмне забезпечення для 3D моделювання та візуалізації, орієнтоване на художників та дизайнерів. Мета розробника полягала в тому, щоб створити програму, яка має повну функціональність інженерного програмного 3D CAD забезпечення, але без технічних складнощів, які цьому супроводжують. Математичні аспекти обробляються у фоновому режимі режимі, надаючи користувачам свободу зосередитися на творчі, образотворчі аспекти 3D-проектів.

На відміну від 3D CAD графічних комплексів, Moment of Inspiration має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача, який повністю сумісний із планшетами. Це програмне забезпечення дозволяє створювати тривимірні проекти без введення даних із клавіатури, використовуючи лише графічні інструменти введення (комп'ютерна миша, стилус та ін.) (рисунок 1.20).

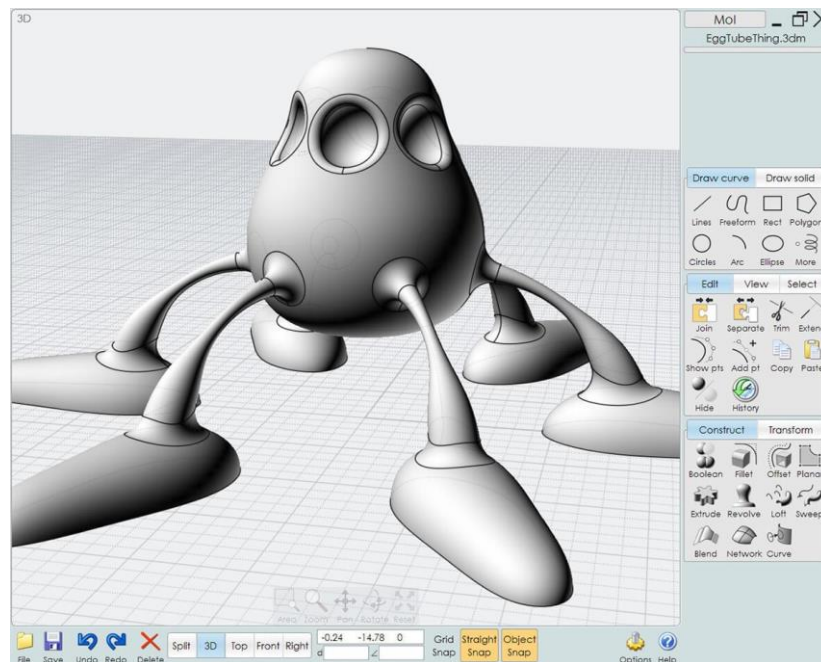


Рисунок 1.20 – Приклад 3D-проекту, виконаного у Moment of Inspiration

У Moment of Inspiration панель інструментів розташована праворуч збоку екрану. На ній представлені всі необхідні інструменти для якісного малювання зображень. Просторові об'єкти створюються за допомогою опцій видавлювання, обертання, заокруглення і т.д. Перетворення вже готових моделей здійснюється кнопками масштабування, вирівнювання, деформації та ін. Передбачена можливість введення точних лінійних вимірів. Як безумовно позитивний момент цього програмного забезпечення варто відзначити, що початківці без значного досвіду в 3D моделюванні мають можливість швидко створювати авторські вироби, готові до 3D-друку.

### 1.3.4. SelfCAD

Програмний продукт SelfCAD включає всі етапи технологічного процесу від створення дизайну виробу до його друку 3D-принтером. Така значна функціональність SelfCAD пояснюється потужним графічним додатком, взятим за основу для створення деталізованих тривимірних проєктів (рисунок 1.21).

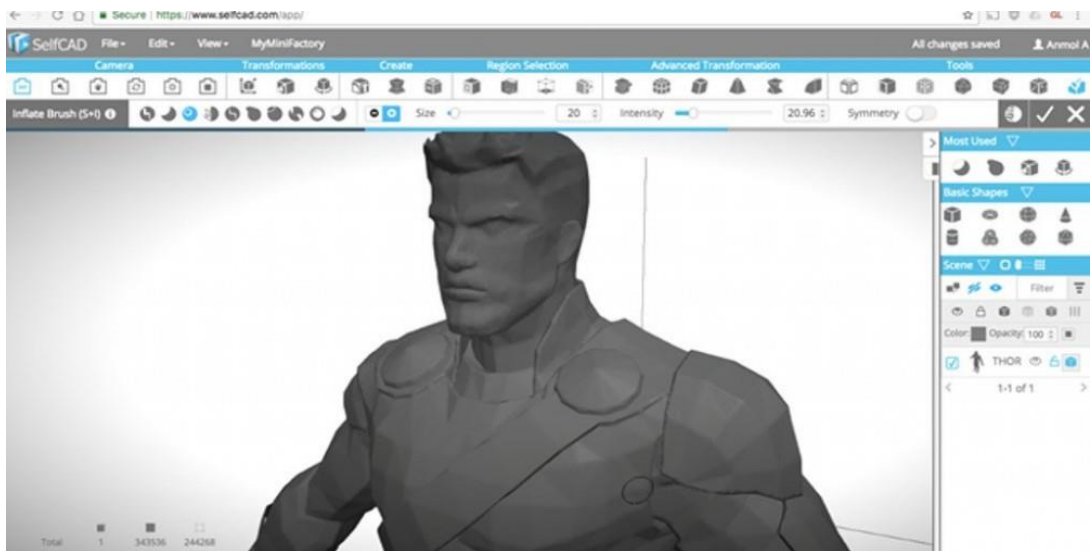


Рисунок 1.21 – Приклад 3D-проєкту, виконаного у SelfCAD

Інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс SelfCAD, прості прийоми роботи з інструментами побудови об'єктів та управління проєктами дозволяють практично кожному користувачеві використовувати цей редактор досить

ефективно. У ньому є функція, що дозволяє завантажити площинне зображення, яке слугуватиме шаблоном для 3d-моделі.

Однією з найбільш популярних опцій SelfCAD як умовно безкоштовного програмного забезпечення для 3D-моделювання є можливість розробляти моделі для 3D-друку. Ця програма дозволяє здійснювати всю специфічну підготовчу роботу. Передбачено безліч популярних моделей 3D-принтерів RepRap, які доступні зі списків SelfCAD, але можна ввести додаткові конкретні специфікації необхідних пристроїв.

### 1.3.5. SketchUp

SketchUp спочатку розроблявся та поширювався серед користувачів на безоплатній основі компанією Google, чим і пояснюється високий рівень його популярності. Здебільшого цей редактор популярний своїми інструментами, за допомогою яких проектуються архітектурні 3d-об'єкти. SketchUp використовується для візуалізації та планування в різних сферах, у тому числі дизайні інтер'єру, меблів, ландшафтній архітектурі тощо (рисунок 1.22).

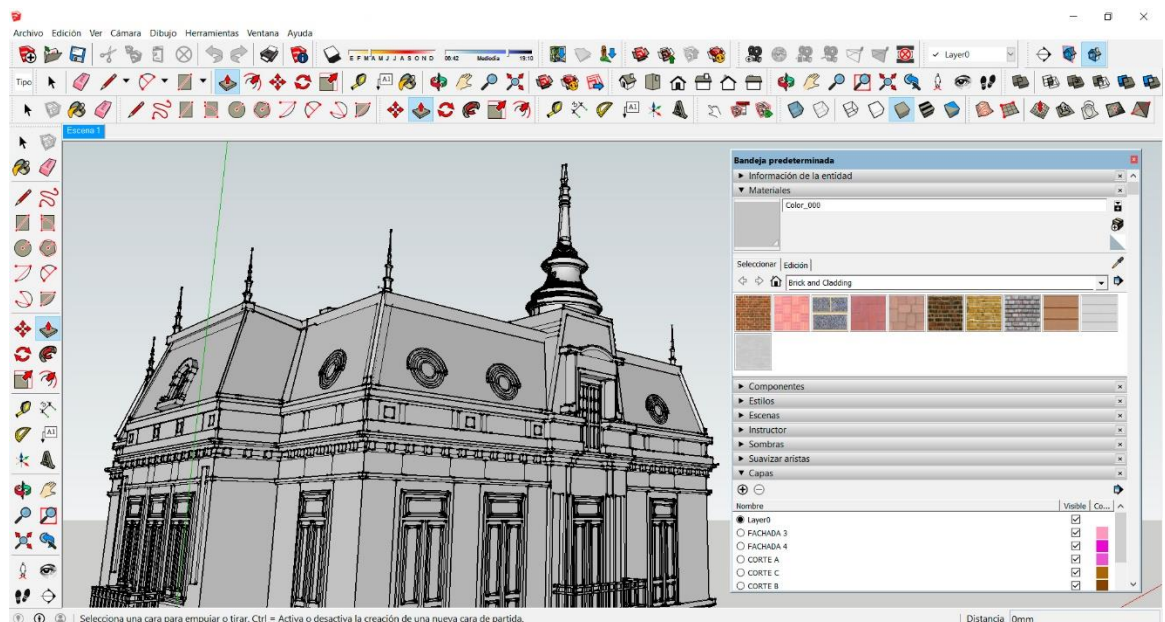


Рисунок 1.22 – Приклад 3D-проекту, виконаного у SketchUp

SketchUp відрізняється акуратним та дружнім інтерфейсом. На робочій області представлено відносно невелику кількість інструментів, що, безсумнівно, є зручним для користувачів, які тільки освоюють ази 3D-моделювання. Основні принципи, покладені в основу SketchUp логічні та зрозумілі, що дозволяє створювати прості тривимірні моделі для роздруківки на 3D-принтері протягом кількох годин.

Однак, SketchUp здатний створювати і складніші 3D-проекти. Керівництво компанії-власника цього бренду заохочує окремих користувачів та компанії розробників надавати додаткові розширення до вихідної версії програми, тому потенційні можливості SketchUp можна назвати значними. Наприклад, компанія Curviloft створила набір інструментів, що дозволяють моделювати складні органічні структури. Програмне забезпечення SketchUp пропонує не тільки спеціалізований модуль 3D-моделювання, а також функціональні інструменти для створення креслень та виконання якісного рендерингу поверхні різними текстурами.

Ще одним плюсом SketchUp є той факт, що він поставляється з власним репозиторієм Exchange, інтегрованим у програму. 3D Warehouse – це популярна бібліотека, що поповнюється, в яку вже завантажено понад два мільйони моделей, виконаних у SketchUp. Потрібні шаблони з неї можна отримати безпосередньо у процесі проектування, що значно спрощує та прискорює роботу. 3D Warehouse з'єднаний з онлайн-сервісом друку Materialise.Cloud, що дозволяє користувачам одразу роздруковувати готові макети. Фахівці хмарного сервісу стверджують, що вбудоване програмне забезпечення автоматично виправляє помилки, що виявляються в моделі під час підготовки завдання для 3D-друку.

### **1.3.6. TinkerCAD**

При першому погляді на це програмне забезпечення (рисунок 1.23) виникає відчуття, що воно призначене для дітей, але насправді TinkerCAD – це цілком функціональна система 3D-моделювання. Ця програма комбінує прості форми, як це робиться в конструкторах, але використовуючи базові операції

моделювання, TinkerCAD дозволяє об'єднувати примітиви із досить складними об'єктами. У цьому програмному забезпеченні реалізована опція виконання булевих операцій, тобто можна об'єднувати та віднімати будь-які фігури та їх елементи. Освоївши основні прийоми, навіть студенти-початківці зможуть дуже швидко отримати хороші результати.

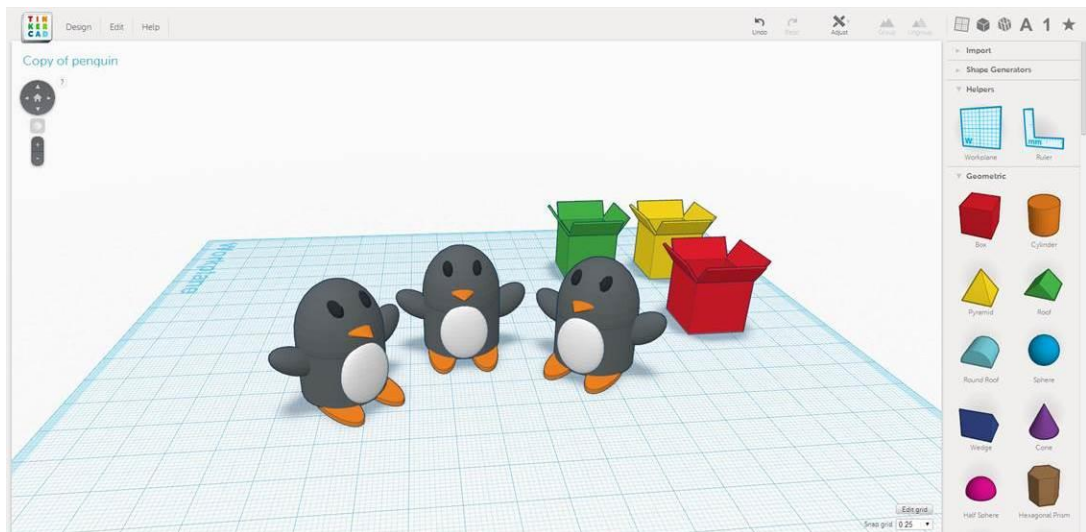


Рисунок 1.23 – Приклад 3D-проекту, виконаного у TinkerCAD

### 1.3.7. Blender

Фахівці відносять Blender до середнього та професійного рівнем умовно безкоштовного програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом для 3D-моделювання. Blender призначений для створення авторських моделей, анімаційних фільмів, візуальних ефектів, інтерактивних програм, відеоігор та 3D-макетів для принтерів та ін. Багатий функціонал Blender включає 3D моделювання, рендеринг, текстурювання, перетворення растрової графіки, створення різноманітних ефектів, анімацію, редагування відео та ін. Також Blender має вбудований ігровий движок (рисунок 1.24).

Інструменти моделювання в Blender мають можливості, аналогічні до Mudbox або ZBrush. Це програмне забезпечення надає ряд інструментів та

модифікаторів, які полегшують створення прототипів, призначених для 3D-друку.

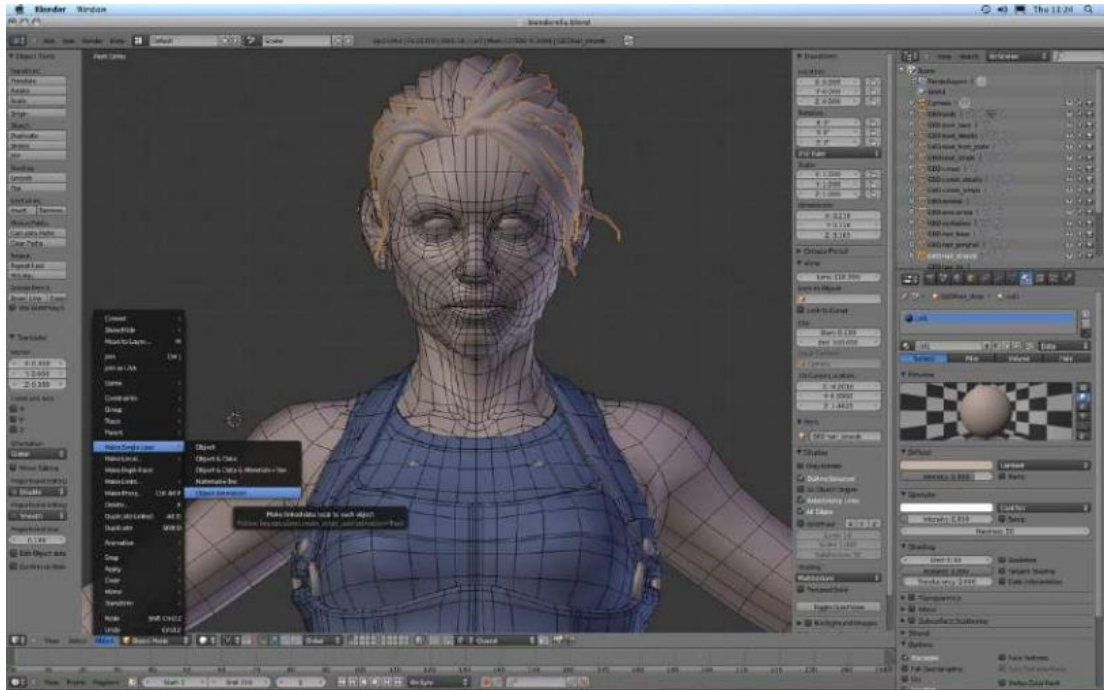


Рисунок 1.24 – Приклад 3D-проекту, виконаного у Blender

### 1.3.8. LibreCAD

LibreCAD – це умовно безкоштовне програмне забезпечення для 3D моделювання з відкритим вихідним кодом. Він містить основні інструменти, які знадобляться для проектування та модифікації тривимірних проектів. Оскільки LibreCAD показує лише спрощені види, то розмір файлів становить близько 30 МБ. Але відображення ізометричних зображень також є. LibreCAD задовольняє звичайні потреби у художньо-творчій діяльності, але опція малювання 3D-моделей явно не перевантажена функціональністю.

Інтерфейс користувача LibreCAD є дружнім і добре підходить для 3D-дизайнерів-початківців. На просунутому рівні освоєння програми для збільшення швидкості та спрощення робочого процесу можна повною мірою скористатися перевагами командного рядка у нижній частині екрана (рисунок 1.25).

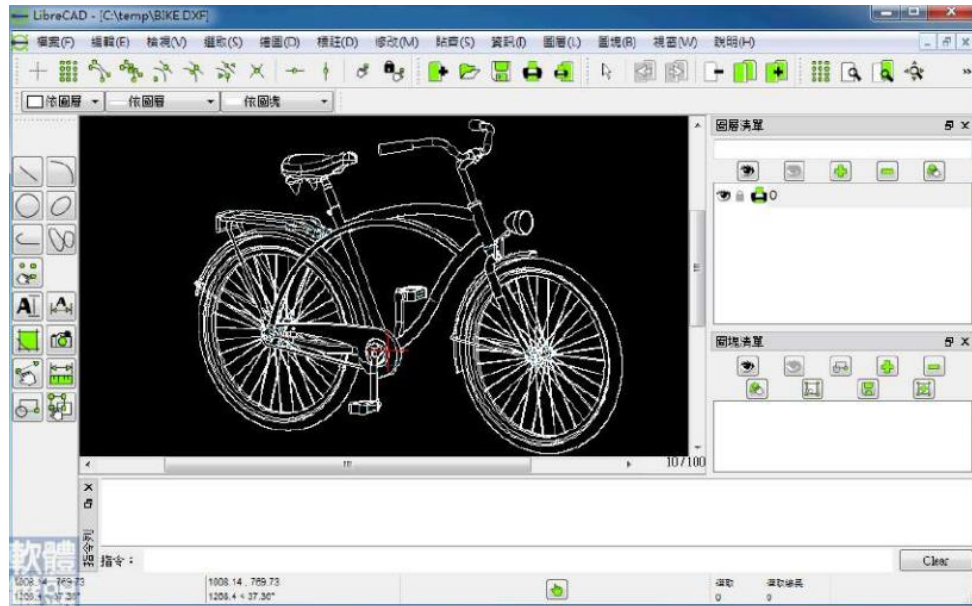


Рисунок 1.25 – Приклад 3D-проекту, виконаного у LibreCAD

### 1.3.9. 3DS Max

3DS Max - це класичний бренд серед програмних продуктів 3D-моделювання, що належить до гігантської корпорації Autodesk. Він особливо популярний серед розробників відеоігор, художників та дизайнерів, націлених на візуальні ефекти, а також у архітектурних студій. Складне моделювання частинок та світла, механізм драпірування тканин та власна мова сценаріїв (MAXScript) – це лише кілька ключових функцій, крім його блискучих можливостей тривимірного моделювання. Крім того 3DS Max поставляється з добре продуманою архітектурою плагінів, яка постійно підтримується, оновлюється та доповнюється активною спільнотою розробників. Довгий час це програмне забезпечення було поділено на версію інженерів та версію для дизайнерів та художників, які відрізнялися незначним набором основних функцій.

Що стосується 3D-моделювання, то 3DS Max здатний створювати параметричні та непараметричні об'єкти з функціями моделювання на основі полігонів, сплайнів та поверхневої триангуляції. Цікаві функціональні особливості розроблені для дизайнерів – це інструменти моделювання на основі

NURBS, які дозволяють створювати як непараметричні, так і математично точні поверхні.

3DS Max – це одне з найкращих програмних рішень для 3D моделювання. Процес навчання всім базовим навичкам та вмінням, в тому числі анімацією та інженерними функціями, потребує тривалого часу (рисунок 1.26).

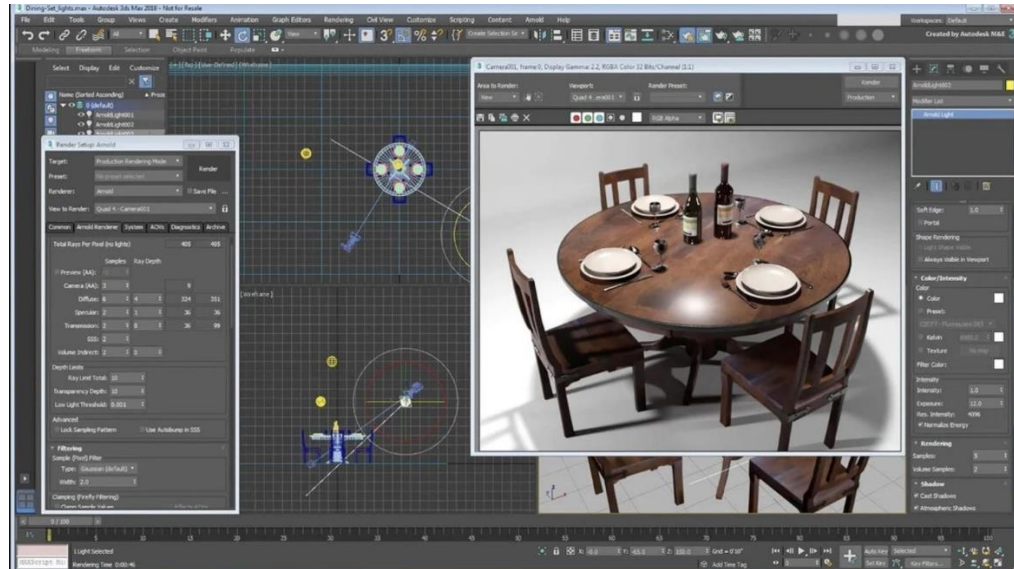


Рисунок 1.26 – Приклад 3D-проекту, виконаного у 3DS Max

Використання можливостей 3D-моделювання та візуалізації в програмі вищої та середньої освіти, знайомство учнів з процесом створення 3D-прототипів на інтерактивних заняттях сприятиме розвитку просторового мислення, базових навичок проектування та моделювання, а робота з віртуальним простором – розвитку абстрактного, креативного мислення.

## РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ІГОР З ВИКОРИСТАННЯМ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

### 2.1 Використовувані технології при розробці ігор та їх розвиток

Розробка комп'ютерних ігор – це процес створення комп'ютерних ігор (відеоігор).

При розробці відео ігор частіше за все використовується ігровий движок.

Ігрові движки надають засоби розробки, які можуть бути використані програмістами, щоб полегшити їх роботу. Простіше кажучи, надають інструменти і функціональні можливості для розробки гри.

Unreal Engine 4 - ще одним з найбільш продвинутих движків для розробки ігор, який в теперішній час використовується для розробки ігор будь-яких жанрів, а також доступний для більшості операційних систем та платформ. Для ігрового движка всі елементи представлені у якості об'єктів, а також класу для характеристик (рисунок 2.1). Він доступний безкоштовно, але потрібно компенсувати 5% роялті як тільки ваш дохід перевищить 3000 \$. Відповідно інформації з офіційного сайту ви не компенсуєте роялті якщо створюєте: проект для кінофільмів, архітектурні проекти та візуалізації. Final Fantasy VII Remake - переробка популярної Final Fantasy VII, випущеної ще у 1997 році. А також Tekken 7 були створені за допомогою Unreal Engine 4.



Рисунок 2.1 – Інтерфейс Unreal Engine

Game Maker – написаний на мові Delphi один з найвідоміших середовищ для розробки ігор. Переважно для створення 2D ігор будь-яких жанрів, але є обмежена версія для створення 3D ігор. Від самого початку створений для студентів як навчальний посібник. Не потребує попереднього вивчення жодних

мов програмування, а також має зручний інтерфейс, який поєднує редактори об'єктів, графічних об'єктів, скриптів, кімнат, а також послідовностей дій, прив'язаних до часу (тайм-лайнів) (рисунок 2.2).. Гра будується як послідовність об'єктів, а програмування відбувається за допомогою режиму drag-n-drop.

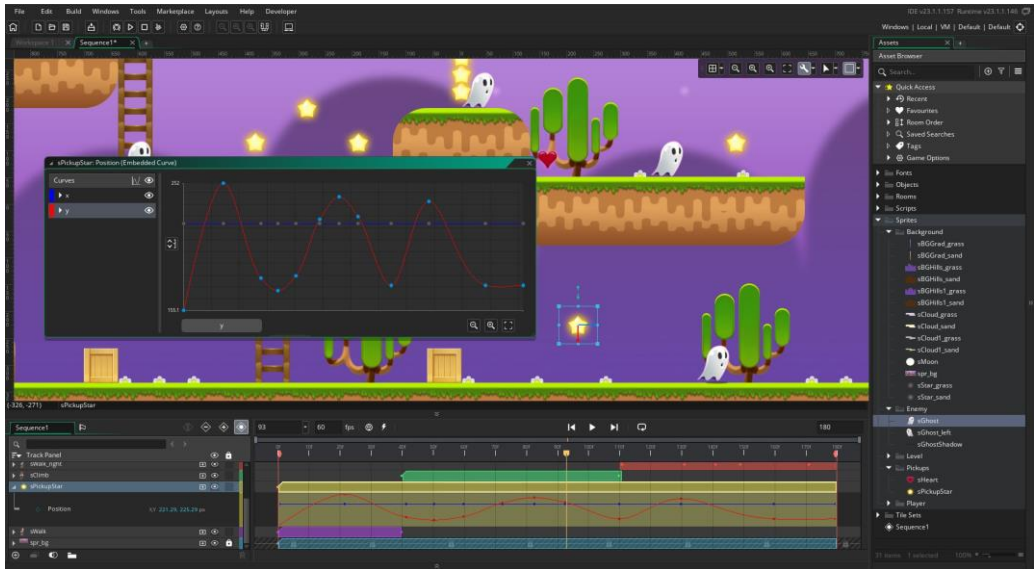


Рисунок 2.2 – Інтерфейс Game Maker

RPG Maker – це серія програмного забезпечення для створення комп'ютерних ігор у жанрі JRPG – японських рольових ігор (рисунок 2.3).

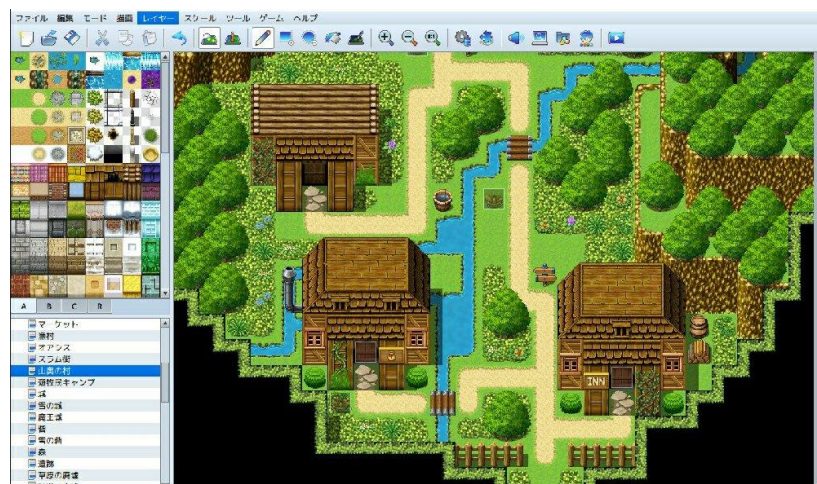
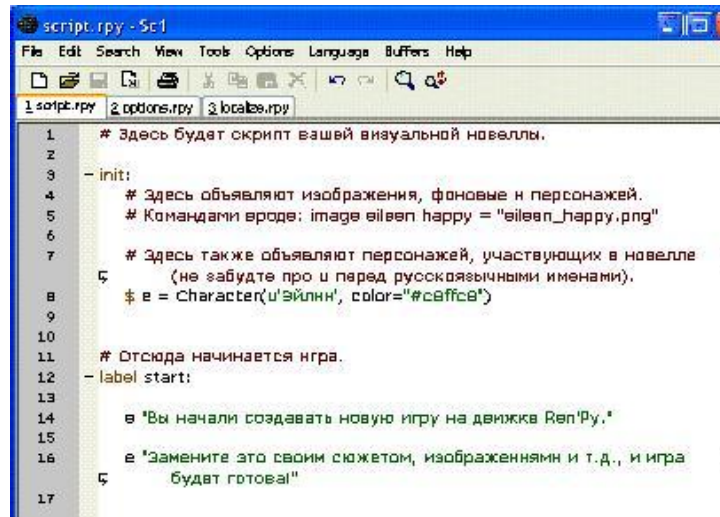


Рисунок 2.3 - Інтерфейс RPG Maker

Ren`Py – вільний ігровий движок для створення ігор-романів – тобто, графічних квестів із діалоговою системою. Для використання і створення «великих» ігор потрібно знати мову Python. Також дає можливість для створення манги (рисунок 2.4).



```

script.py - Sc1
File Edit Search View Tools Options Language Buffers Help
1 script.py 2 options.py 3 localize.py
1 # Здесь будет скрипт вашей визуальной новеллы.
2
3 - init:
4 # Здесь объявляют изображения, фоновые и персонажей.
5 # Командами вроде: image eileen_harry = "eileen_harry.png"
6
7 # Здесь также объявляют персонажей, участвующих в новелле
8   (не забудьте про и перед русскоязычными именами).
9   $ e = Character('Эйлин', color="#c8ffc8")
10
11 # Отсюда начинается игра.
12 - label start:
13
14   в "Вы начали создавать новую игру на движке Ren'Py."
15
16   е "замените это своим сюжетом, изображениями и т.д., и игра
17   будет готова!"
  
```

Рисунок 2.4 - Интерфейс Ren`Py

Microsoft XNA – середовище, яке допомагає у створенні ігор, створене компанією Microsoft. Являє собою набір інструментів, для того, щоб позбутись від написання програмного коду, що повторюється, а також прагне до того, щоб об'єднати всі аспекти створення ігор в одній системі. Дозволяє розробникам створювати ігри із високою якістю графіки (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 - Интерфейс Microsoft XNA

Unity вважають одним з кращих ігрових движків у сфері розробки ігор. Є можливість використовувати безкоштовну версія, яка може бути використана для розробки 2D та 3D ігор. Вона охоплює 24 платформи, це: мобільні пристрої, VR, робочий стіл, консолі та веб-платформи. Перевагою Unity є наявність середі розробки у візуальному вигляді, а також модульної системи компонентів і міжплатформеної підтримки. Серед відомих ігор, зроблених Unity: Temple Run, Assassin 's Creed: Identity, Deus Ex: The Fall (рисунок 2.6).

Ми розглянули движки, які забезпечують контроль над розробкою. Але також існують движки, які можуть дозволити розробити гру, не написавши жодного рядку коду. CONSTRUCT 2 дозволяє це зробити. Можна почати створювати ігри безкоштовно, але для того, щоб повною мірою використати функціонал, необхідно придбати бізнес версію.

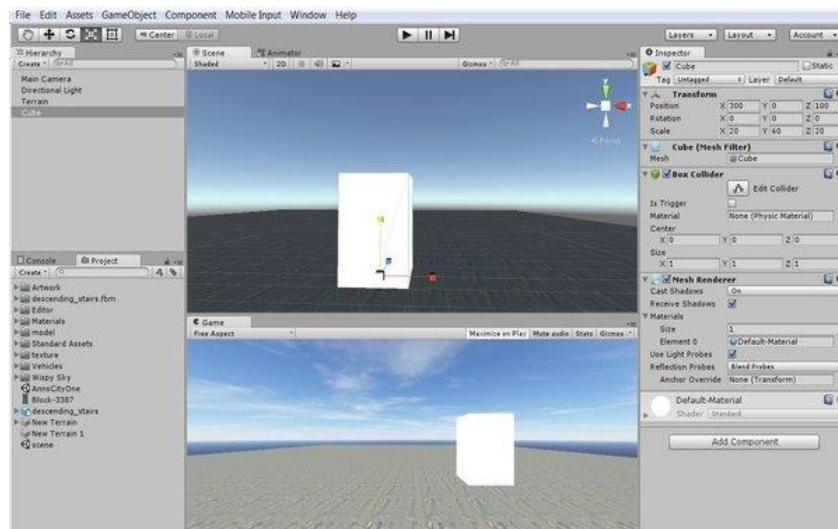


Рисунок 2.6 - Інтерфейс Unity

Corona SDK надає інструменти для створення кросплатформених ігор. API дозволяє створювати 2D ігри, а також допомагає створювати складні функції за допомогою API на основі Lua. Крім того, є можливість монетизувати Corona SDK за допомогою Corona Ads. Розробка за допомогою Corona досить не складна завдяки тестуванню в режимі реального часу.

GameSalad - ще один движок для розробки ігор з мінімальними або взагалі без навичок кодування. Він простий у використанні, і будь-яка людина може створити гру з нуля. Ще однією перевагою використання GameSalad є те, що вона дозволяє опублікувати гру на всіх відомих платформах, включаючи IOS, Windows, Android і т.д. Плюс до всього, движок доступний як для Windows так та і для Mac.

ibGDX - це кроссплатформенне середовище, написане на мові Java та працює з OpenGL. Пропонує підтримку кількох платформ для публікації гри. Попередник Pokémon GO, Ingress, було розроблено з використанням libGDX.

Згідно дослідженню, проведеному сервісами Game Data Crunch і SteamDB серед 20 тисяч ігор Steam (з 2010 року) найпопулярнішим серед усіх ігрових движків виявився Unity.

Також, згідно цього ж дослідження 25% проектів використовували Unreal Engine. А в 2021 році 20% розробників обрали власні ігрові движки.

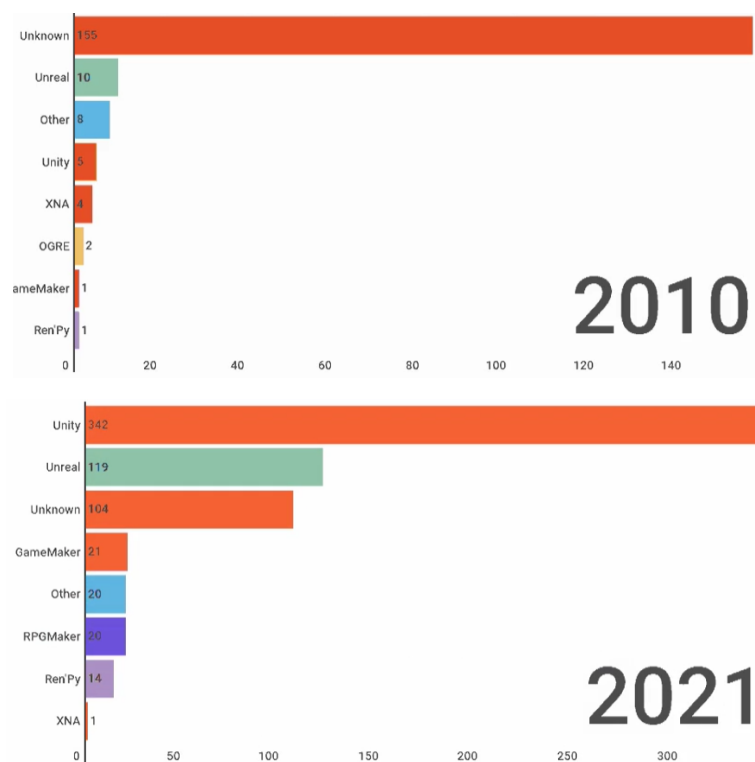


Рисунок 2.7 – Статистика використання ігрових движків у 2010 та 2021 роках

Варто підкреслити, що в дослідження не включали безкоштовні ігри з метою зосередитись лише на продуктах, які принесли значний дохід компанії (рисунок 2.8).

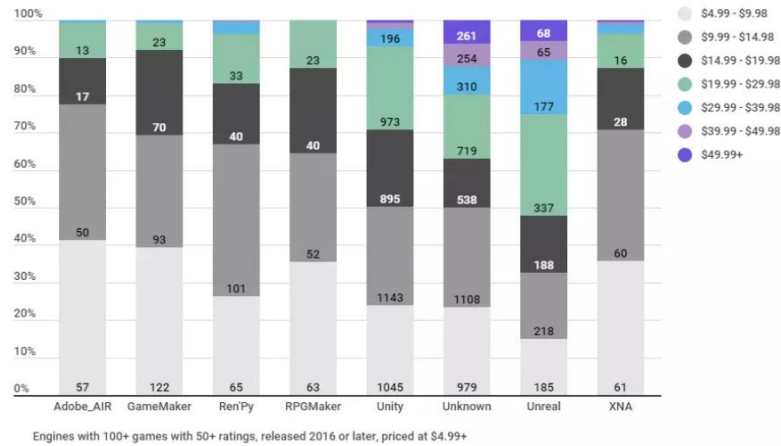


Рисунок 2.8 – Розподіл ігрових движків згідно ціни на гру

## 2.2 Етапи створення гри

В цьому підрозділі будуть описані основні етапи створення гри, їх цілі та логіку переходу між етапами.

### 2.2.1 Концептування

Це перший етап, на якому вигадується концепцію гри, і проводиться початкове опрацювання дизайну задумки. Головна мета цього етапу – це дизайнерська документація гри, де наявний Vision - розгорнутий документ, який описує гру, як остаточний бізнес-продукт, а також Concept Document або початкове опрацювання всіх аспектів гри.

У продуктивній документації дизайнер гри зберігає та формує свої ідеї. Документація дозволяє виконавцю коректно розуміти свої завдання щодо реалізації продукту. Тестувальник чітко бачить, що і як тестувати. Для проектного менеджера ця документація надає матеріал для формування планів та контролю виконання завдань. А інвестор (особливо на ранніх етапах) отримує розуміння, на що саме він виділяє кошти.

Принципово важливою є підтримка у актуальному стані всієї документації, проектної та продуктової, на всіх етапах розвитку проекту, а також її структуру, повний опис продукту, захист від двозначності, регулярні оновлення.

### **2.2.2 Прототипування**

Прототипування є важливою частиною розробки будь-якої гри. Адже те, що добре виглядає схематично, не обов'язково буде цікавим. Прототип реалізують для того, щоб оцінити базовий ігровий процес, перевірити різні гіпотези, провести тести ігрової механіки, перевірити ключові технічні питання. Прототип має бути стислим та швидким у виконанні, адже після реалізації основної мети він буде непотрібним.

### **2.2.3 Вертикальний розріз**

Вертикальний розріз виконується для того, щоб отримати мінімально можливу повну версію гри, яка включає повністю реалізований базовий ігровий процес. Важливо також, що при високій якійсній обробці повинні бути реалізовані тільки ті ігрові елементи, які істотно впливають на продукт. При цьому всі ключові моменти і функціонал гри присутні хоча б у якості чергової роботи. Реалізовано мінімальний, але достатній для реалізації повного ігрового набору контенту (один рівень або одна локація).

### **2.2.4 Створення контенту**

На цьому етапі змісту достатньо, щоб його вперше показати зовнішній аудиторії. Впроваджуються всі функції, заплановані на закриті бета-тестування. Це найдовший етап, який може зайняти рік і більше для великих проектів.

На цьому етапі стоїть завдання для найбільшої кількості професіоналів, залучених до виробництва всього основного змісту гри. Художники створюють усі графічні ресурси, дизайнери гри забезпечують баланс і повні конфігурації, програми реалізують і вдосконалюють усі функції.

### **2.2.5 Закрите бета-тестування**

На стадії закритого бета-тестування продукт вперше демонструється досить широкій аудиторії, навіть лояльному продукту чи компанії. Серед найважливіших завдань на цьому етапі є: пошук і виправлення помилок дизайну гри, проблем з ігровою логікою та усунення критичних помилок. На цьому етапі в грі вже є всі ключові функції, створено достатньо контенту для повноцінної гри на тривалий час, налаштований збір і аналіз статистики. Тестування — це план тестування, стрес-тести проводяться із залученням реальних гравців, які можуть надати оцінку продукту.

### **2.2.6 Відкрите бета-тестування**

На цьому етапі тривають випробовування гри, але з широкою аудиторією. Є оптимізація для витримки великих навантажень. Інтенсивний трафік не повинен бути перешкодою. Гра здійснює виставлення рахунків і приймає платежі. На цьому етапі розробка нових функцій завершується.

### **2.2.7 Випуск**

Головною метою є отримання прибутку. Основний критерій, який використовується для оцінки прибутковості: сума грошей, яку в середньому заробляє один гравець за весь час (LTV, або ж ціна всього життя), повинна перевищувати вартість залучення цього гравця (CPI або вартість встановлення).

На цьому етапі необхідно повністю налагодити функціонування продукту (технічна підтримка, робота з громадою), слідувати маркетинговим та фінансовим планам, працювати над покращенням фінансових показників, активно розвивати канали залучення трафіку.

Тут команда розробників виправила технічні помилки, виявлені в процесі впровадження та випробовування продукту.

## **РОЗДІЛ III ПРОЦЕС СТВОРЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ**

### **3.1 Створення платформ та декорацій**

Основною частиною сцени гри є платформи — блоки, по яким пересувається гравець на кожному з рівнів (рисунок 3.1).

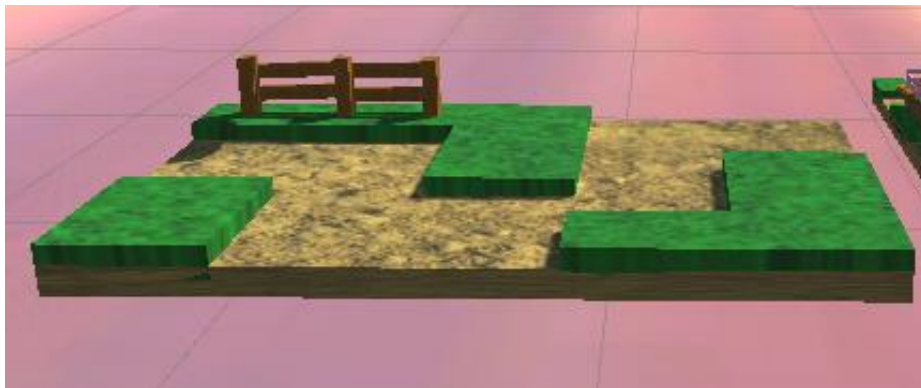


Рисунок 3.1 – Приклад платформи для гри

На кожному з блоків також є декорації, такі як газон, тин, домівки, дерева.

Для створення платформи в середовищі 3DS Max використовувався елемент Box з початковими розмірами 2600x2600x100 та розбиттям блоку 10x10x2. Деякі платформи мали розміри 2600x1300x100 та розбиття 5x5x2. На елемент одразу накладався модифікатор Edit Poly для редагування та модифікатор TurboSmooth з 1 ітерацією для уникнення гострих кутів. Утворену фігуру можна побачити на рисунку 3.2.

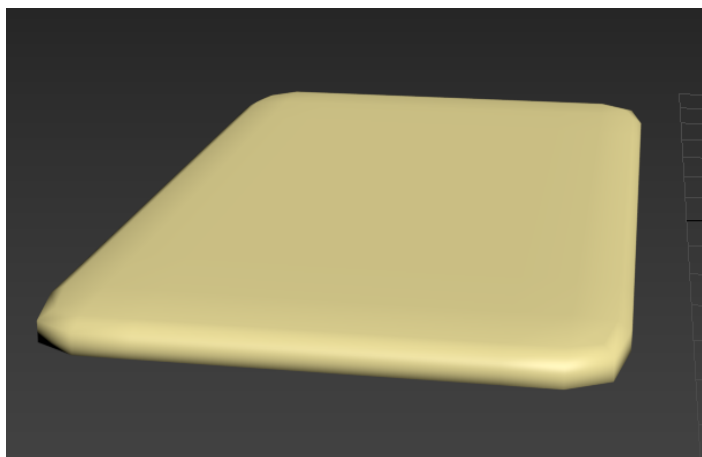


Рисунок 3.2 – Платформа з розмірами 2600x1300x100 без декорацій

Далі для утворення газону за допомогою модифікатора Edit Poly на платформі обирались сегменти випадковим чином та виділялись за допомогою модифікатора Shell. На утворених фігурах застосовувався модифікатор

TurboSmooth з 1 ітерацією для уникнення гострих кутів та модифікатор Noise для більш правдоподібного вигляду (рисунок 3.3).

На утворені платформи інколи також додавався тин – як декорація. Тин був утворений за допомогою декількох елементів Vox з розмірами 60x60x250 та 60x370x15 відповідно.

Також у якості декорацій були зроблені дерева. Для створення крони дерева був використаний елемент Vox, на який накладено модифікатори TurboSmooth, Noise, Smooth у відповідному порядку для більш реалістичного вигляду. Для створення стовбура дерева був використаний елемент Cylinder, на який накладено модифікатори Noise, Taper у відповідному порядку також для більш реалістичного вигляду (рисунок 3.4).

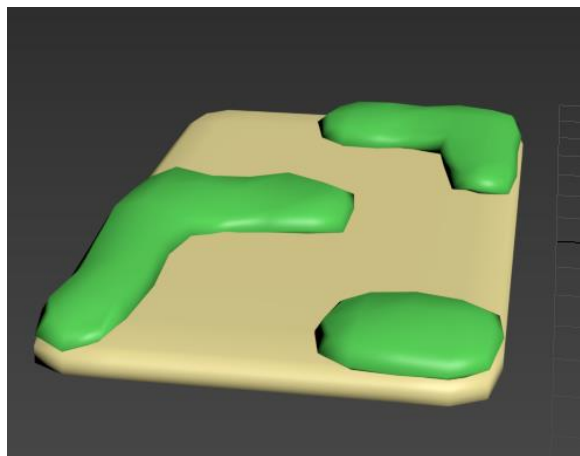


Рисунок 3.3 – Приклад платформи із газоном

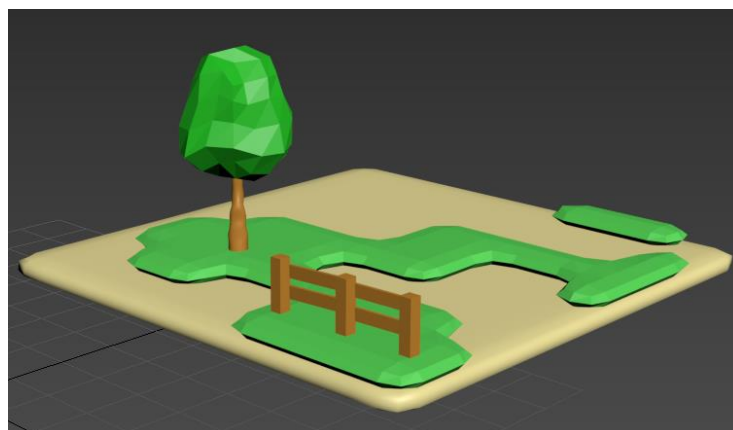


Рисунок 3.4 – Приклад платформи із газоном та тином

У якості декорацій платформ були створенні будинки трьох типів. Для створення кожного з будинків було використано потрібна кількість елементів Vox, на які було накладено модифікатор Edit Poly, а також були застосовані інструменти Loop, Chamfer, Extrude для створення даху, віконець та двірних отворів. Для створення даху також був застосований модифікатор Shell для реалістичності (рисунок 3.4).

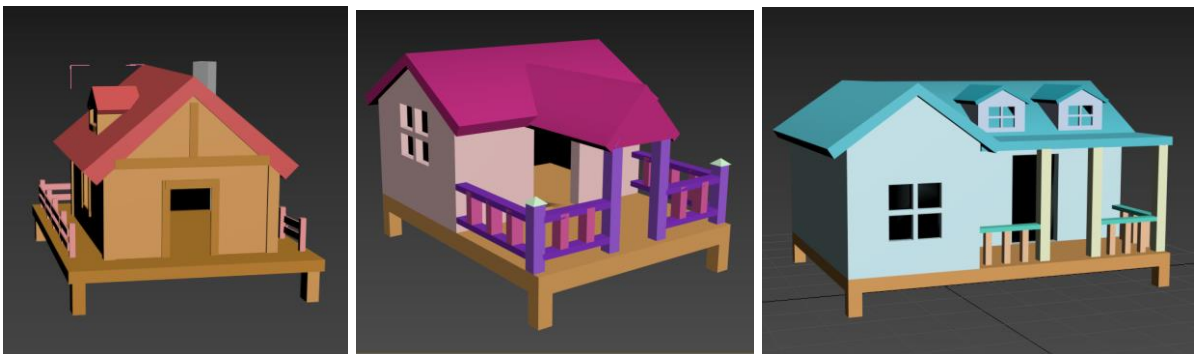


Рисунок 3.4 – Три види будиночків, застосованих як декорації у грі

### 3.2 Створення гравця

Гравець – основний герой гри, який переміщається по створеним платформам та на якому зосереджена більша частина логіки гри (рисунок 3.5).

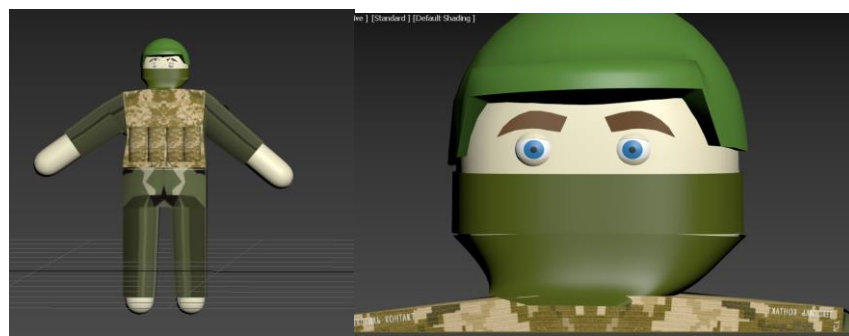


Рисунок 3.5 – Гравець

У середовищі 3DS Max гравець був створений спершу як елемент Vox, з накладанням модифікатору Edit Poly та MeshSmooth з двома ітераціями. Далі

права сторона гравця була створена як віддзеркалена від лівої за допомогою інструмента Mirror. Після чого виділяючи потрібні полігони на елементів та за допомогою клавіши Shift було утворено руки, ноги та голову гравця.

Окремо створювались очі – як сфери (елемент Sphere) з виділеними полігонами для райдужки та зіниць, а також брови – як виділені та відредаговані полігони сфери.

Одяг створювався за допомогою виділення окремих потрібних полігонів на гравці та їх виокремленню за допомогою інструмента Detach. Шолом створювався окремо за допомогою сфери (елемент Sphere), яка була «урізана» за допомогою Hemisphere та відредагована для більш реалістичного вигляду.

Для гри гравцю потрібно було додати анімацію – рухи рук та ніг, які візуалізували біг. Для анімації був створений скелет та доданий до гравця за допомогою модифікатора Skin. Потім пересуваючи слайдер на панелі Time Slider кожні 5 кадрів змінювались положення рух та ніг як наведено на рисунку 3.6.

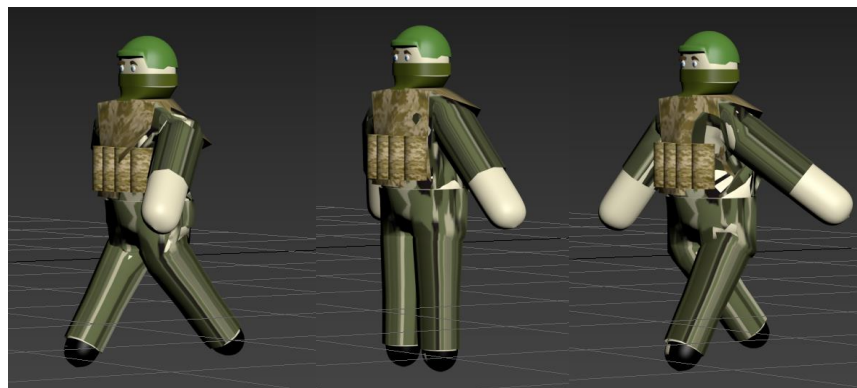


Рисунок 3.6 – Три положення гравця для його анімації

### 3.3 Створення монет

Ще один з основних елементів гри – монети, які колекціонує гравець при стику із ними під час свого руху (рисунок 3.7).

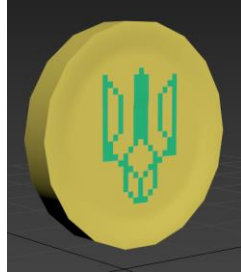


Рисунок 3.7 - Монета

Для створення монет був використаний елемент Cylinder із розбиттям 5x10x18 та на нього накладений модифікатор Edit Poly, за допомогою якого був виділений обідок монети. Герб України був накладений на монету окрему, та зроблений за допомогою окремо виділених та об'єднаних полігонів на окремо створеному об'єкті Plane.

На рисунку 3.8 зображено гравця, платформ з декораціями та монети під час ігрового процесу.



Рисунок 3.8 – Приклад вигляду гравця, платформ з декораціями та монет під час гри

### 3.4 Створення ворогів

Основною метою гравця у грі – вбити всіх ворогів на рівні, а також не загинути самому і дійти до фінішу та наступного рівня. Отже, вороги – невід’ємна частина ігрового процесу.

Для гри було створено три типи ворогів – людина, танк та вертоліт (рисунок 3.9).

Людина була створена таким же чином, яким був створений гравець (включаючи анімацію руху), лише для відмінності людина-ворог має помітки червоним кольором у вигляді літери «Z».



а)

б)

в)

Рисунок 3.9 – Вороги: а - людина, б - танк, в - вертоліт

Для створення танку та вертольоту було використано згруповані елементи, такі як Box, Cylinder, Plane, Sphere, над якими було використано інструменти Scale, Rotate. Лопаті вертольота рухаються за допомогою застосованої анімації.

### 3.5 Опис логіки гри у середовищі Unity

Для того щоб створити сцену всі зазначені вище елементи були експортовані у середовище Unity, де на них окремо було накладено текстури як змінені матеріали – середовище дозволяє зробити це швидко та легко.

Всю логіку гри було описано за допомогою дев'яти класів коду на мові програмування C#. На рисунку 3.10 зображена функціональна діаграма, завдяки якій можна зрозуміти логіку та призначення кожного з класів програми. А на рисунку 3.11 – діаграма класів гри.

Гравець рухається платформами за допомогою стрілок на клавіатурі, стрибає за допомогою клавіші Space. Ворогів необхідно вбивати – для цього потрібно на них застрибнути – тоді ворог зникає. Гравець може впасти з платформи – тоді він помирає. Також гравець помирає при дотику до ворога.

Після смерті рівень гри оновлюється спочатку. Всього гра має 5 рівнів – для переходу з одного рівня на інший гравець має вбити усіх ворогів на рівні та дістатись до фінішу – воріт, розташованих наприкінці останньої платформи рівня. Підрахунок кількості вбитих ворогів та вбитих монет є зліва згори екрану.

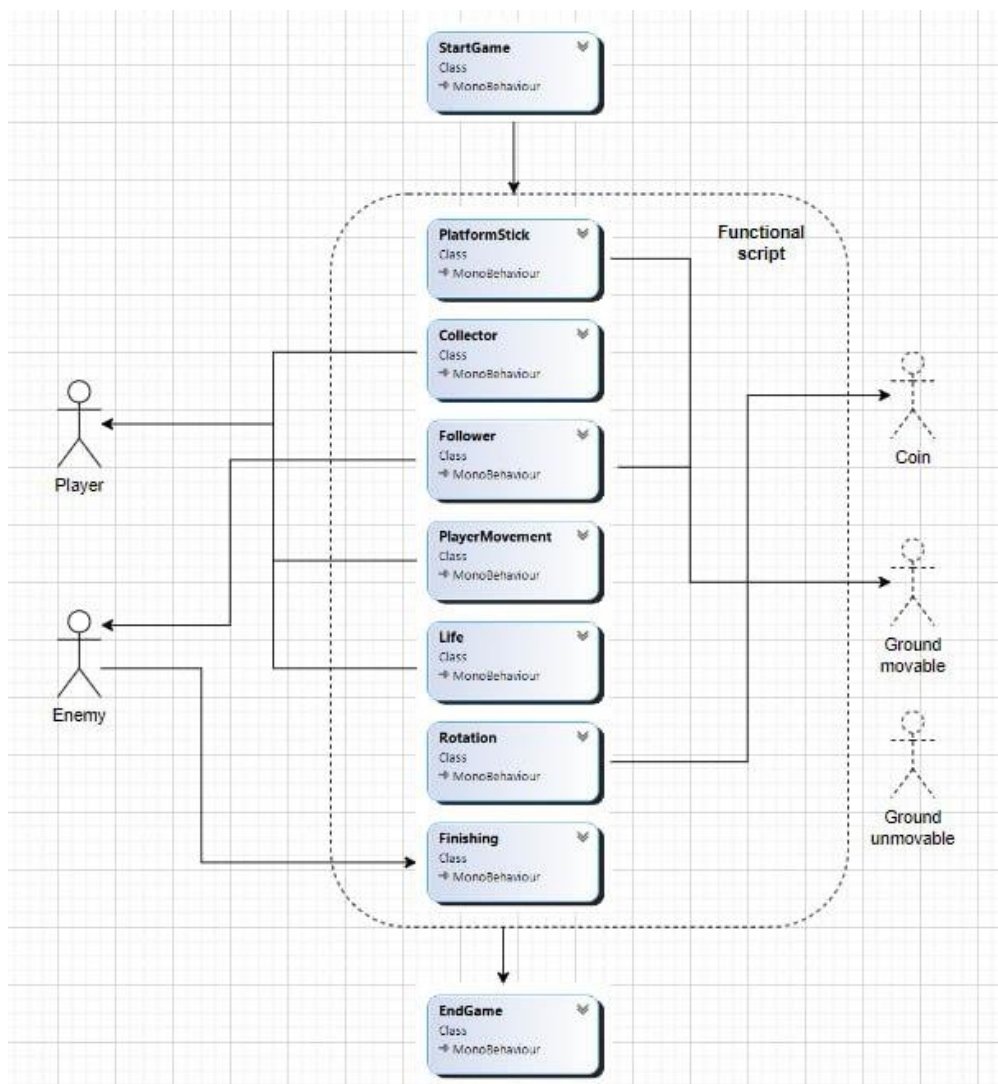


Рисунок 3.10 – Функціональна діаграма проекту



Рисунок 3.11 –Діаграма класів проекту

## ВИСНОВКИ

Сьогодні комп'ютерна графіка значно впливає на наше повсякденне життя, а також зустрічається майже у всіх сферах: програмування, реклама, ігри, кінематограф, та й навіть техніка і наука.

Часто ми навіть не здогадуємось, що за різноманітними рекламними роликами, кадрами фільмів, зображеннями інтер'єру ховається старанна робота 3D-модельєра.

3D-моделювання – процес створення трьохвимірного макету певного об'єкта, розробка його образу.

Великий внесок у початок розвитку 3D-моделювання зробив вчений Айван Сазерланд, розробивши програму-праобраз усіх теперішніх програм для 3D-моделювання – Sketchpad та почав за її допомогою розробляти об'єкти. Це зумовило подальший розвиток 3D-моделювання, включаючи 3D-друк.

Для створення 3D-моделі необхідно виконати наступні кроки:

- моделювання;
- текстурування;
- освітлення;
- анімація;
- візуалізація або рендерінг;
- виведення отриманого зображення.

3D-моделювання приносить світу великий прибуток, адже використовується у багатьох сферах сучасного життя, одна з таких – комп'ютерні ігри – для розробки персонажа та його анімації, трьохвимірних об'єктів гри, а також віртуального оточення. До того ж, саме якість графіки є найвпливовішим фактором у виборі та придбанні тої чи іншої гри користувачем.

У цій роботі було досліджено різні середовища для 3D-моделювання (за їх рівнем складності, за призначенням, за популярністю серед користувачів тощо), а також було досліджено найбільш популярні на сьогоднішній день середовища для розробки ігор. Завдяки цьому було обрано середовище для розробки 3D-

моделей, а саме 3DS Max для 3D-моделювання та Unity для створення комп'ютерної гри. Цей вибір був зроблений переважно зважаючи на їх популярність та зручність інтерфейсу. Наприкінці був наведений план створення гри. Завдяки цьому був розроблений персонаж гри, об'єкти-декорації для сцени, перешкоди, та загальний вигляд сцени, які були розміщені у середовищі Unity, де також поступово описувалась логіка гри на мові програмування C#.

У ході роботи також були зроблені висновки щодо переваг та недоліків 3D-моделювання. Серед переваг можна виокремити:

- високу інформативність окремих зон об'єкту, адже навіть складні геометричні форми є цілком зрозумілими;
- можливість обертання створеного об'єкту під різними кутами для більш детальної розробки його форм;
- можливість впливати на візуальні реакції глядача – доволі легко створити ефект падіння, запаморочення, різких рухів, гонки, тощо;
- подальші перспективи – у 3D-форматі глядачу легко зрозуміти розміри та пропорції об'єкту та їх розміщення у просторі при лише одному погляді на модель.

Але, як було зазначено, також є певні недоліки:

- високі вимоги до технічних можливостей комп'ютера, наприклад, до швидкої роботи процесора, до оперативної пам'яті;
- необхідність великих затрат часу для створення кожної окремої моделі;
- необхідність постійно відслідковувати взаємне розташування об'єктів, а також їх опорних точок.

Загалом кількість переваг 3D-моделювання та їх сутність більш значна за кількість недоліків, таким чином можна стверджувати, що із швидким розвитком сучасних технологій згодом цілком можливим буде подолання більшості існуючих зараз недоліків та успішним подальшим розвитком 3D-моделювання.

## ДЖЕРЕЛА ПОСИЛАННЯ

1. 2019 Best 3D Modeling Software [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://all3dp.com/1/best-free-3d-modeling-software-3d-cad-3d-design-software/>
2. 3D Modeling: An Overview of History & Industry Applications [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://www.cadcrowd.com/blog/3d-modeling-overview-history-industry-applications/>
3. 3DS Max [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://www.autodesk.ru/products/3ds-max/overview>
4. Blender [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://www.blender.org/>
5. Blender 3d [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://blender3d.org.ua/>
6. Clara.io. Model. Animate. Render. Online [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://clara.io/>
7. Express Yourself in 3D [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://www.selfcad.com/>
8. LibreCAD [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://librecad.org/>
9. Moment of Inspiration. 3D modeling for designers and artists [Електронний ресурс]: сайт. URL: <http://moi3d.com/>
10. SketchUp [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://www.sketchup.com>
11. TINKERCAD [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://www.tinkercad.com/>
12. Unbelievable history of 3D modeling [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://ufo3d.com/history-of-3d-modeling>
13. Кращі програми для 3d моделювання и промислового 3d дизайну [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://getfab.ru/post/47793/>
14. Соболевский, А. Історія 3D-графіки: від Евкліда до наших днів [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://www.hse.ru/news/communication/150125816.html>

15. Сім етапів створення гри: від концепту до релізу [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://habr.com/company/miip/blog/308286/>
16. [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://koloro.ua/ua/3d-modelirovanie-i-vizualizaciya.html>
17. [Електронний ресурс]: сайт. URL: <https://dtf.ru/s/steam/852397-portal-game-developer-opublikoval-statistiku-po-samym-ispolzuemym-igrovym-dvizhkam-v-steam>
18. [Електронний ресурс]: сайт. URL: [https://www.renpy.org/wiki/renpy/rus/doc/tutorials/%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE\\_%D0%B4%D0%BB%D1%8F\\_%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B8%D1%85](https://www.renpy.org/wiki/renpy/rus/doc/tutorials/%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%B4%D0%BB%D1%8F_%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B8%D1%85)
19. [Електронний ресурс]: сайт. URL: [https://www.researchgate.net/figure/World-Editor-The-last-game-engine-feature-discussed-in-more-depth-is-cross-platform\\_fig4\\_228670916](https://www.researchgate.net/figure/World-Editor-The-last-game-engine-feature-discussed-in-more-depth-is-cross-platform_fig4_228670916)
20. [Електронний ресурс]: сайт. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Unreal\\_Engine](https://ru.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine)
21. [Електронний ресурс]: сайт. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Unity\\_\(game\\_engine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_engine))