

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра комп'ютерних та фізико-матиматичних наук



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Моделювання стилізованої 3D-сцени в середовищі
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)
Blender

Здобувача Шпарута Андрій
(прізвище, ініціали)
4 курсу 3426 групи

Керівники: доц. Ломовцев П. Б.
(посада, прізвище та ініціали)
ст. викл. Болтач С. В.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: доц. Спаський І. Д.
(посада, прізвище та ініціали)
доц. Корнієнко Ю. К.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 08.06 2026 р., протокол № 6
Завідувач кафедри КФМН Юлія Федченко
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут Навчально-науковий інститут комп'ютерної інженерії,
автоматизації, робототехніки та програмування
ім. П.М. Платонова

Кафедра комп'ютерних та фізико-матиматичних наук

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Освітня програма Інформаційні технології проектування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КФМН

Юлія ФЕДЧЕНКО

« 02 » лютого 2026 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Шпарута Андрій

1. Тема роботи Моделювання стилізованої 3D-сцени в середовищі Blender

Затверджена наказом академії від « 18 » грудня 2025 р., наказ № 710-03

2 Термін здачі здобувачем закінченої роботи 8 червня 2026 р.

3. Вихідні дані
роботи

Технічне завдання

4. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Аналіз предметної області створення тривимірної комп'ютерної графіки. 2. Аналіз
існуючих програмних засобів для 3D-моделювання. 3. Методи та технології створення
стилізованої 3D-сцени, обґрунтування вибору середовища Blender. 4. Етапи розробки
3D-сцени.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація Power Point 16 слайдів

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Техніко-економічна частина	Спаський І. Д., доцент		
Охорона праці	Корнієнко Ю. К., доцент		

7. Дата видачі завдання 18.12.2025

Керівник _____ Павло ЛОМОВЦЕВ

_____ Світлана БОЛТАЧ

Завдання прийняв до виконання _____ Андрій ШПАРУТА

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Дослідження предметної області	28.02.2026	
2.	Аналіз існуючих аналогів	28.02.2026	
3.	Обґрунтування вибору засобів реалізації	28.03.2026	
4.	Моделювання та проектування моделі	01.04.2026	
5.	Реалізація 3D-сцени	01.05.2026	
6.	Підготовка техніко-економічної частини	20.05.2026	
7.	Підготовка розділу охорони праці	25.05.2026	
8.	Оформлення пояснювальної записки	01.06.2025	
9.	Оформлення графічної частини	01.06.2025	

Здобувач - дипломник _____ Андрій ШПАРУТА

Керівник роботи _____ Павло ЛОМОВЦЕВ

_____ Світлана БОЛТАЧ

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник Андрій ШПАРУТА _____

Ім'я ПРИЗВИЩЕ

Підпис

АНОТАЦІЯ

Основне завдання даної кваліфікаційної роботи полягає у створенні стилізованої тривимірної сцени в середовищі Blender. Робота охоплює процес розробки художньо оформленої 3D-композиції, яка може використовуватися у навчальних, демонстраційних та творчих проєктах у сфері комп'ютерної графіки. Загальний обсяг роботи становить 94 сторінок, включаючи 55 рисунки та 30 літературних джерел, що демонструють процес моделювання, текстурювання, освітлення та рендерингу.

У роботі розроблено концепцію сцени, що передбачає створення основних об'єктів із детальною проробкою їх геометрії та матеріалів для досягнення стилізованого вигляду. Для композиційного оформлення застосовано різні джерела освітлення та камери, що забезпечують гармонійне сприйняття сцени. Фінальний рендер включає зображення високої якості, які демонструють завершену композицію та художню цілісність сцени.

Особливу увагу в проєкті приділено технічній оптимізації тривимірних моделей шляхом створення деталізованої low-poly геометрії та розробки процедурних матеріалів у редакторі шейдерів Blender. Практична реалізація включає налаштування унікальних візуальних ефектів для стилізації елементів природи, води та вогню, а також розрахунок техніко-економічних показників розробки та аналіз умов охорони праці. Отримані результати та сформовані методичні підходи мають практичну цінність для створення оптимізованого графічного контенту в індустрії відеоігор, анімації та сучасних інтерактивних додатків.

3D МОДЕЛЮВАННЯ, СТИЛІЗОВАНА СЦЕНА, ТЕКСТУРУВАННЯ,
ОСВІТЛЕННЯ, РЕНДЕРИНГ, КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА

ABSTRACT

The main objective of this qualification work is the creation of a stylized three-dimensional scene in the Blender environment. The work covers the process of developing an artistically designed 3D composition that can be used in educational, demonstration, and creative projects in the field of computer graphics. The total volume of the work is 94 pages, including 55 illustrations and 30 references, which demonstrate the processes of modeling, texturing, lighting, and rendering.

The work develops the concept of the scene, which involves creating the main objects with detailed elaboration of their geometry and materials to achieve a stylized appearance. For compositional design, various lighting sources and cameras are applied to ensure harmonious perception of the scene. The final render includes high-quality images that demonstrate the completed composition and the artistic integrity of the scene.

Special attention in the project is paid to technical optimization of three-dimensional models by creating detailed low-poly geometry and developing procedural materials in the Blender shader editor. Practical implementation includes setting up unique visual effects for stylizing elements of nature, water and fire, as well as calculating technical and economic indicators of development and analyzing labor protection conditions. The results obtained and the methodological approaches developed have practical value for creating optimized graphic content in the video game industry, animation and modern interactive applications.

**3D MODELING, STYLIZED SCENE, TEXTURING, LIGHTING, RENDERING,
COMPUTER GRAPHICS**

MICT

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ ВИМІРЮВАННЯ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ	8
ВСТУП.....	9
1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ, ОПИС ОСНОВНИХ ПРОБЛЕМ ТА РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРЕДМЕТНІЙ ГАЛУЗІ	11
1.1 Актуальність тематики дослідження, роль інформаційних технологій в предметній галузі	11
1.2 Основні проблеми предметної галузі.....	16
1.3 Аналіз аналогічних систем.....	17
1.3.1 Houdini	17
1.3.2 Maya	18
1.3.3 3ds Max	20
1.3.4 Cinema 4D	21
1.3.5 Порівняльна таблиця аналогів.....	22
1.4 Мета розробки, постановка задачі, технічне завдання.....	23
2. ОПИС ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЄКТУ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ.....	25
2.1 Середовище розробки Blender	25
2.1.1 Полігональне моделювання.....	26
2.1.2 Модифікатори	27
2.1.3 Матеріали та текстурювання	28
2.1.4 Освітлення сцени	30

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Моделювання стилізованої 3D-сцени в середовищі Blender			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розробив		Шпарута А.А								6	94
Перевірив		Болтач С.В.									
Н Контр.		Болтач С.В.									
Затвердив		Федченко Ю. С.						ОНТУ, 122, 3426 гр.			

2.1.5	Рендеринг	31
3.	ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ.....	33
3.1	Інформаційна модель 3D-сцени.....	33
3.2	Діаграма компонентів	34
3.3	Діаграма активностей	35
3.4	Діаграма варіантів використання	37
4.	ОПИС ЕТАПІВ РЕАЛІЗАЦІЇ 3-D СЦЕНИ.....	39
4.1	Процес створення моделі	39
4.2	Текстурування та шейдери.....	50
4.3	Освітлення та рендер	55
5.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	58
5.1	Аналіз методів, використаних для створення 3D-сцени.....	58
5.2	Аналіз компаній та програмних продуктів у сфері 3D-моделювання.....	59
5.3	Бізнес-план стартап-проєкту	61
6.	ОХОРОНА ПРАЦІ	71
6.1	Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів	71
6.2	Техніка безпеки при роботі з комп'ютером	75
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	77
	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	78
	ДОДАТОК А Презентація	81
	ДОДАТОК Б Графічний додаток.....	89
	ДОДАТОК В Тези	93

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ ВИМІРЮВАННЯ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

Render (укр. рендеринг) – процес отримання фінального зображення на основі створеної 3D-сцени.

Modeling (укр. моделювання) - процес створення тривимірних об'єктів.

Texture (укр. текстура) – зображення, що накладається на поверхню 3D-моделі для надання їй зовнішнього вигляду.

Polygon (укр. полігон) – базовий елемент 3D-моделі, що складається з вершин та ребер.

Low-poly (укр. низька кількість полігонів) – стиль 3D – моделювання, в якому об'єкти складаються з мінімальної кількості багатокутників.

Toon shading (укр. сел-шейдинг) – техніка нефотореалістичного рендерингу, яка робить 3D-моделі схожими на 2D-анімацію чи комікси.

EEVEE (укр. надзвичайно простий двигун віртуального середовища) – це вбудований механізм рендерингу (візуалізації) у Blender в реальному часі, який працює аналогічно ігровим двигунам. Він дозволяє миттєво прораховувати світло та тіні.

Cycles (укр. цикли) – це вбудований у Blender фізично коректний рух рендеринга.

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному світі комп'ютерна графіка та тривимірне моделювання активно використовуються у різних сферах діяльності: ігровій індустрії, кіно, рекламі, архітектурі, дизайні та освіті. Особливе місце серед напрямів 3D-графіки займає створення стилізованих сцен, які поєднують художній підхід, технічні навички та сучасні інструменти цифрового моделювання.

Серед великої кількості програмних засобів одним із найпопулярніших є середовище Blender, що надає широкі можливості для моделювання, текстурювання, освітлення, анімації та візуалізації тривимірних об'єктів. Завдяки відкритому коду, безкоштовному поширенню та постійному розвитку Blender став доступним інструментом як для професіоналів, так і для початківців.

Мета і задачі розробки. Метою роботи є розробка та моделювання стилізованої тривимірної сцени в середовищі Blender, що демонструє повний цикл створення 3D-графіки: від ідеї та побудови об'єктів до фінальної візуалізації. Робота спрямована на формування практичних навичок використання інструментів тривимірного моделювання, текстурювання, освітлення та рендерингу, а також на засвоєння принципів художньої стилізації цифрових сцен.

Для досягнення поставленої мети в роботі поставлені і розв'язані наступні задачі:

1. Проаналізувати можливості середовища Blender та основні принципи створення стилізованої 3D-графіки.
2. Розробити концепцію стилізованої сцени та виконати моделювання основних об'єктів.
3. Створити матеріали й текстури для надання об'єктам художнього та стилізованого вигляду.
4. Розміщення освітлення, камери та композиції сцени для досягнення цілісної візуалізації.

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Виконати фінальний рендер сцени та проаналізувати отримані результати.

Об'єктом дослідження є процес створення та дослідження тривимірної комп'ютерної графіки в середовищі Blender.

Предметом дослідження методи та інструменти створення стилізованих 3D-сцен у середовищі Blender, зокрема процеси моделювання, текстурювання, налаштування матеріалів, освітлення та фінальної візуалізації.

Методи розробки. У процесі виконання роботи використовувалися методи полігонального 3D-моделювання, текстурювання, налаштування матеріалів, освітлення та рендерингу сцени. Для створення художнього стилю застосовано принципи композиції, кольорової гармонії та стилізації об'єктів. Робота виконувалась із використанням стандартних інструментів і можливостей середовища Blender.

Практичне значення одержаних результатів. Результатом роботи є створена стилізована 3D-сцена в середовищі Blender, яка може бути використана як навчальний приклад для студентів і початківців у сфері комп'ютерної графіки, а також як демонстраційний матеріал для створення візуалізацій, ігрових сцен та цифрового контенту.

Апробація результатів роботи і публікації. Теза до роботи була представлена на конференції «Стан, досягнення і перспективи інформаційних систем і технологій 2025» 16-17 квітня 2026 року [1].

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ, ОПИС ОСНОВНИХ ПРОБЛЕМ ТА РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРЕДМЕТНІЙ ГАЛУЗІ

1.1 Актуальність тематики дослідження, роль інформаційних технологій в предметній галузі

Інформаційні технології відіграють ключову роль у розвитку цифрової економіки, зокрема у сфері комп'ютерної графіки та тривимірного моделювання. За даними аналітичних звітів міжнародних дослідницьких компаній, таких як Statista та Grand View Research, світовий ринок 3D-графіки та візуалізації демонструє стабільне зростання і оцінюється у десятки мільярдів доларів [2]. Зокрема, ринок 3D-рендерингу та візуалізації у 2023 році перевищив 20 млрд доларів та має прогнозований щорічний темп зростання понад 20 % [3].

Особливо активно 3D-моделювання використовується в ігровій індустрії. За даними звіту компанії Newzoo, світовий ринок відеоігор у 2023 році перевищив 180 млрд доларів США [4]. Такі компанії, як Epic Games, Ubisoft та Electronic Arts, активно використовують 3D-технології для створення ігрових світів, персонажів та візуальних ефектів. Значна частина прибутку цих компаній безпосередньо пов'язана з якістю візуального контенту та художнім стилем проєктів.

Не менш важливу роль тривимірна графіка відіграє у кінематографі та анімації. Наприклад, студії Pixar та DreamWorks Animation створюють повністю 3D-анімаційні фільми, світові касові збори яких сягають сотень мільйонів доларів. Це підтверджує економічну доцільність розвитку технологій моделювання та візуалізації [4].

Окремої уваги заслуговує напрям стилізованої 3D-графіки. На відміну від фотореалізму, стилізовані сцени орієнтовані на художню виразність, впізнаваність та оптимізацію ресурсів. Такий підхід активно використовується в інді-іграх, мобільних застосунках, рекламній продукції та освітніх проєктах. Стилiзація дозволяє зменшити витрати на обчислювальні ресурси та скоротити терміни виробництва продукту, що є важливим фактором економічної ефективності [3].

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Серед сучасних інструментів тривимірного моделювання важливе місце займає програмне середовище Blender. Blender є безкоштовним програмним продуктом з відкритим вихідним кодом, що активно розвивається міжнародною спільнотою та підтримується організацією Blender Foundation. Програмне забезпечення використовується як незалежними художниками, так і професійними студіями. Blender дозволяє реалізувати повний цикл створення 3D-проєкту: моделювання, текстурювання, освітлення, анімацію та фінальний рендеринг [5].

Сучасні стилі 3D-графіки поділяються на декілька основних напрямів, серед яких фотореалістичний стиль, low-poly, cartoon, stylized та hand-painted. Кожен із цих стилів має власні особливості створення моделей, текстур, матеріалів та освітлення.

Фотореалістичний стиль орієнтований на максимально точне відтворення реальних матеріалів, освітлення та фізичних властивостей об'єктів. Такий стиль найчастіше використовується у кіноіндустрії, архітектурній візуалізації, рекламі та сучасних AAA-іграх. Його перевагою є високий рівень деталізації та реалістичність зображення, що дозволяє створити ефект присутності та зробити сцену максимально наближеною до реального світу. Проте створення таких сцен потребує значних ресурсів, потужного обладнання та великої кількості часу на моделювання і рендеринг (рис 1.1).



Рисунок 1.1 – Фотореалістичний стиль

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Low-poly (рис. 1.2) характеризується використанням моделей із невеликою кількістю полігонів та спрощеною геометрією. Даний стиль широко застосовується в мобільних іграх, інді-проектах, VR-додатках та навчальних симуляціях. Основною перевагою low-poly є висока продуктивність та оптимізація сцени, що дозволяє запускати проекти навіть на слабких пристроях. Крім цього, спрощена геометрія формує впізнаваний художній стиль, який став популярним завдяки своїй мінімалістичності та простоті.

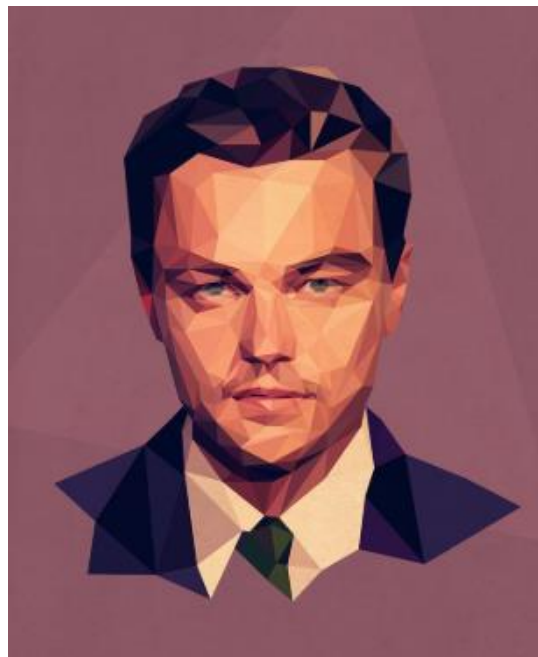


Рисунок 1.2 – Стиль low-poly

Cartoon стиль (рис 1.3) вирізняється яскравими кольорами, спрощеними формами та перебільшеними пропорціями об'єктів. Найчастіше його використовують у мультфільмах, дитячих іграх та анімаційних проектах. Перевагою цього стилю є його зрозумілість та емоційна виразність, оскільки спрощені форми та насичені кольори допомагають привертати увагу користувача та створювати легку й позитивну атмосферу. Крім того, cartoon-стиль менш вимогливий до деталізації моделей у порівнянні з фотореалістичним напрямом.

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3 – Стиль Cartoon

Stylized графіка (рис 1.4) орієнтована на художню виразність та створення унікальної атмосфери сцени. Цей стиль активно використовується в сучасних іграх, концепт-артах та авторських проєктах. Основною особливістю stylized-графіки є поєднання спрощених форм із виразними текстурами та кольорами, що дозволяє створювати оригінальний візуальний стиль. Перевагою такого підходу є можливість зробити сцену впізнаваною та атмосферною без необхідності досягати повної реалістичності [6].



Рисунок 1.4 – Stylized-графіка

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Hand-painted стиль (рис 1.5) базується на використанні текстур, які створюються вручну без акценту на фотореалізм. Даний стиль часто застосовується у fantasy-іграх, RPG-проектах та мобільних іграх. Його головною перевагою є художній вигляд та можливість передати унікальний стиль через намальовані текстури й декоративні елементи. На відміну від фотореалістичних сцен, hand-painted графіка потребує менше ресурсів для рендерингу, а також дозволяє створювати більш казкову та стилізовану атмосферу.



Рисунок 1.5 – Hand-painted стиль

Використання різних стилів моделювання дає можливість адаптувати 3D-сцени під потреби ігрової індустрії, анімації, реклами, архітектурної візуалізації та навчальних проєктів. Правильний вибір стилю залежить від технічних вимог, художньої концепції та цільової аудиторії проєкту.

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Основні проблеми предметної галузі

Незважаючи на активний розвиток програмного забезпечення для тривимірного моделювання, в професійних та кар'єрних джерелах відзначається кілька ключових проблем, які ускладнюють процес створення якісного 3D-контенту.

Однією з основних проблем є необхідність поєднання технічних і художніх навичок. Американський кар'єрний портал Indeed зазначає, що 3D-художнику потрібні не лише навички роботи з 3D-інструментами, але й глибоке розуміння дизайну, композиції, кольорів та принципів освітлення – тобто поєднання технічних і творчих компетенцій [7]. Недостатній розвиток одного з цих аспектів може призводити до зниження якості візуального результату та довшого часу виробництва.

Суттєвою проблемою залишаються високі вимоги до апаратного забезпечення. В офіційних системних вимогах програмного середовища Blender зазначено, що для роботи зі складними сценами, високоякісними текстурами та рендерингом необхідний сучасний багатоядерний процесор, значний обсяг оперативної пам'яті (16 ГБ і більше) та дискретна відеокарта з підтримкою сучасних графічних технологій [8]. Це обмежує доступність професійної роботи на слабких комп'ютерах.

Ще однією важливою проблемою є оптимізація сцен для реального часу, зокрема в ігрових і інтерактивних застосунках. У технічній документації рушія Unity наголошується, що для забезпечення стабільної частоти кадрів (FPS) потрібно мінімізувати кількість полігонів, draw calls та розмір текстур [9]. Недотримання цих рекомендацій призводить до падіння продуктивності, що негативно впливає на взаємодію користувача із застосунком.

Таким чином, аналіз зарубіжних кар'єрних і технічних джерел підтверджує наявність комплексних проблем у сфері створення 3D-сцен: необхідність широкого спектра знань, високі системні вимоги і складність оптимізації графічного контенту.

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Аналіз аналогічних систем

Аналіз існуючих програмних рішень у сфері тривимірного моделювання та візуалізації показує, що сучасні системи орієнтовані на повний цикл створення 3D-контенту: від моделювання та текстуровання до анімації, симуляцій і фінального рендерингу. Такі програмні середовища, як Maya, 3ds Max, Cinema 4D та Houdini, забезпечують широкий набір інструментів для роботи з геометрією, матеріалами та освітленням, що дозволяє створювати як фотореалістичні, так і стилізовані сцени. Кожна з цих систем має власну спеціалізацію, однак усі вони підтримують сучасні підходи до виробництва цифрового контенту.

1.3.1 Houdini

Houdini – професійне програмне середовище для 3D-моделювання, процедурної генерації та створення візуальних ефектів, яке широко використовується у кіноіндустрії та ігровій розробці. Програма відома своїм вузловим (node-based) підходом до роботи, що дозволяє будувати складні сцени та ефекти без прямого ручного моделювання.

Основною особливістю Houdini є потужна система процедурного моделювання. Всі об'єкти, симуляції та анімації створюються через мережу вузлів, що забезпечує максимальну гнучкість і можливість швидко змінювати будь-який етап виробництва сцени. Це особливо корисно при створенні складних стилізованих ефектів, таких як руйнування, частинки, дим або абстрактні візуальні композиції.

Окремо варто відзначити можливості Houdini у створенні стилізованої 3D-графіки. Програма дозволяє реалізовувати як процедурні low-poly сцени, так і складні художні стилізації з використанням кастомних шейдерів та NPR (Non-Photorealistic Rendering) підходів. Завдяки цьому Houdini часто використовується для створення унікальних візуальних ефектів у кіно, рекламі та ігрових проєктах (рис 1.6) [10].

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

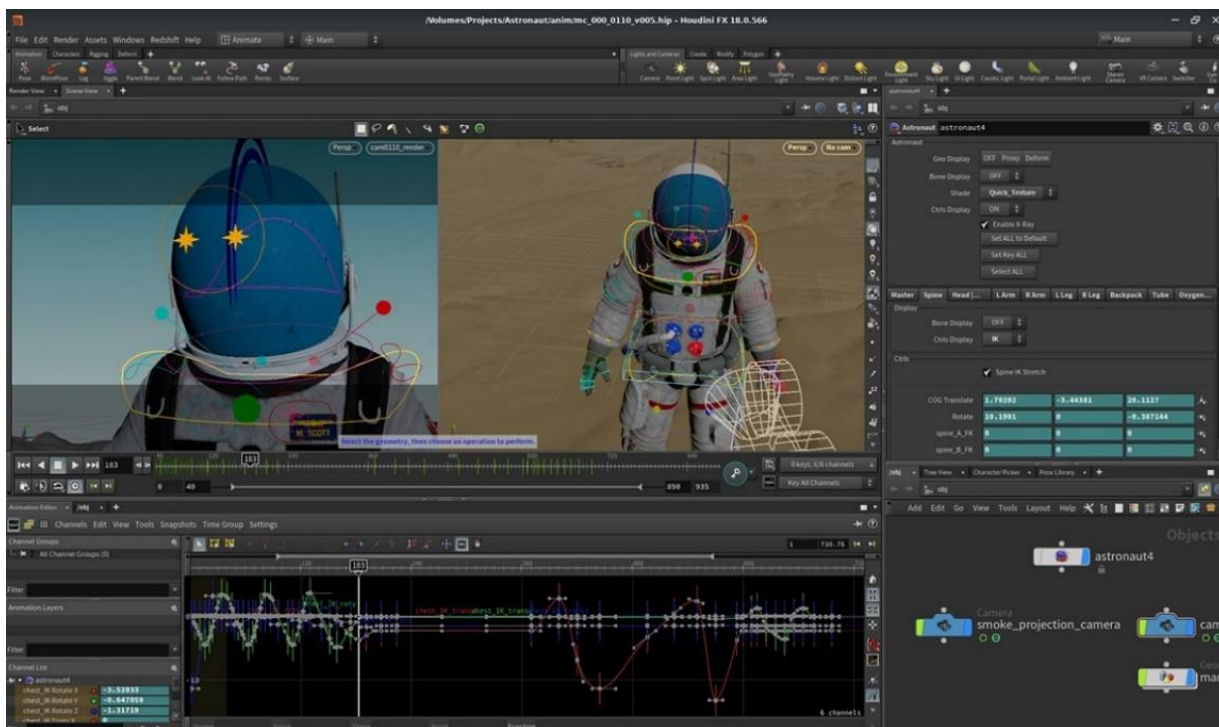


Рисунок 1.6 – Houdini

Недоліком Houdini є висока складність опанування через вузлову систему та значний поріг входження для початківців. Також програма потребує потужного обладнання для роботи зі складними симуляціями та рендерингом.

1.3.2 Maya

Maya – професійна система для створення високоякісної анімації, яка широко використовується у кіноіндустрії та студіях візуальних ефектів. Maya вважається галузевим стандартом для створення складної персонажної анімації та кінематографічних сцен.

Основною особливістю Maya є потужна система ригінгу персонажів. Інструменти HumanIK та системи скелетної анімації дозволяють створювати складні рухи персонажів, що особливо важливо при створенні стилізованих мультфільмів і кінематографічних сцен.

Додатково використовується плагін Bifrost, який дозволяє створювати процедурні симуляції природних ефектів – води, диму, частинок. Це дозволяє

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

створювати складні стилізовані ефекти без ручного моделювання кожного елемента.

Мауа також може використовуватися для створення стилізованої 3D-графіки, зокрема завдяки гнучкій системі матеріалів, освітлення та можливостям налаштування візуального вигляду сцени (рис. 1.7).

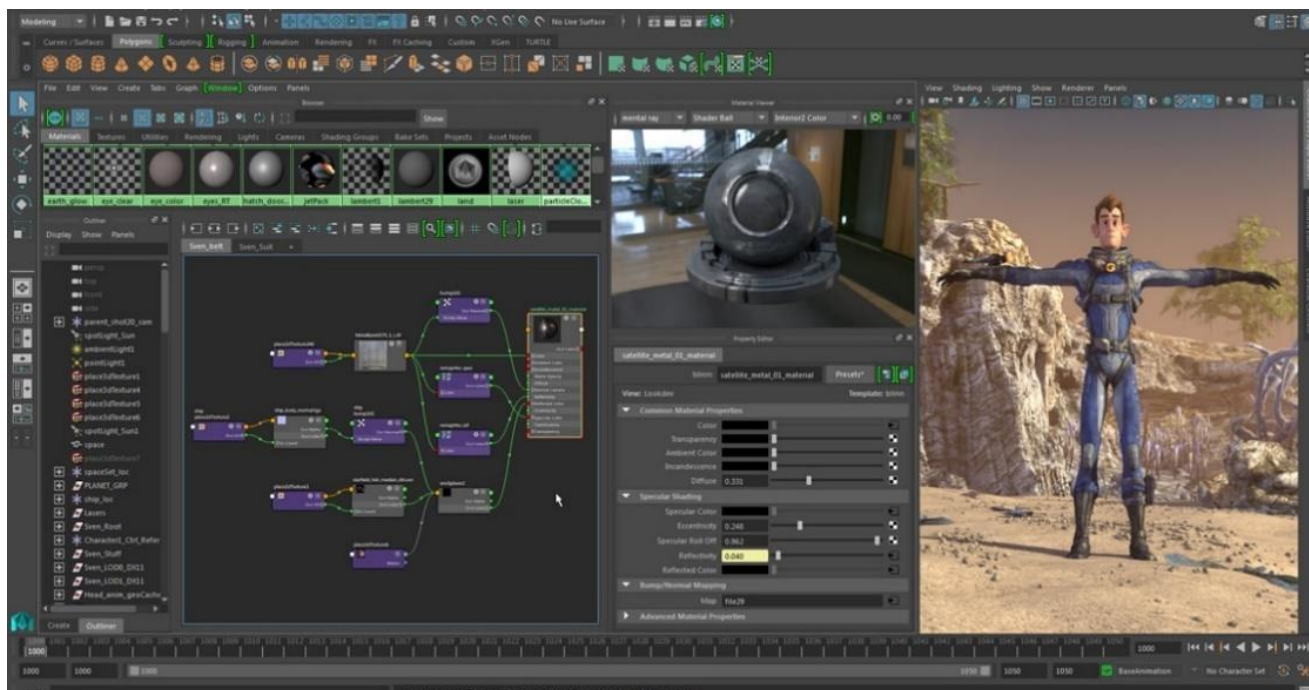


Рисунок 1.7 – Інтерфейс Мауа

Програма підтримує різні підходи до рендерингу, включаючи використання toon shading (cel shading), що дозволяє отримувати зображення в мультяшному або ілюстративному стилі замість фотореалізму. Це робить Мауа зручною для створення стилізованих анімацій, ігрових кат-сцен та художніх проєктів з виразною візуальною стилістикою [11].

Недоліком Мауа є висока складність опанування та значна вартість ліцензії, що обмежує її використання серед студентів та незалежних розробників. Крім того, програма висуває високі вимоги до апаратного забезпечення, оскільки робота зі складними сценами, симуляціями та рендерингом потребує потужного процесора, великого обсягу оперативної пам'яті та продуктивної відеокарти. Також інтерфейс Мауа є досить перевантаженим великою кількістю інструментів

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

і налаштувань, що ускладнює процес навчання та може уповільнювати роботу на початкових етапах опанування програми.

1.3.3 3ds Max

3ds Max – популярне середовище для створення архітектурних візуалізацій, ігрових сцен та стилізованих середовищ. Програма особливо ефективна при роботі з полігональним моделюванням.

Однією з головних особливостей є Modifier Stack – система модифікаторів, яка дозволяє змінювати геометрію об'єктів на різних етапах моделювання. Це значно спрощує створення стилізованих об'єктів з повторюваними елементами.

Для рендерингу стилізованих сцен часто використовуються сторонні рендер-движки, такі як V-Ray або Corona Renderer, які забезпечують якісне освітлення, тіні та матеріали. 3ds Max активно застосовується в архітектурній візуалізації та створенні ігрових середовищ.

Проте програма більше орієнтована на технічне моделювання, ніж на художню анімацію персонажів.

Також може використовуватися для створення стилізованої 3D-графіки, особливо в напрямі архітектурної та ігрової візуалізації (рис 1.8).

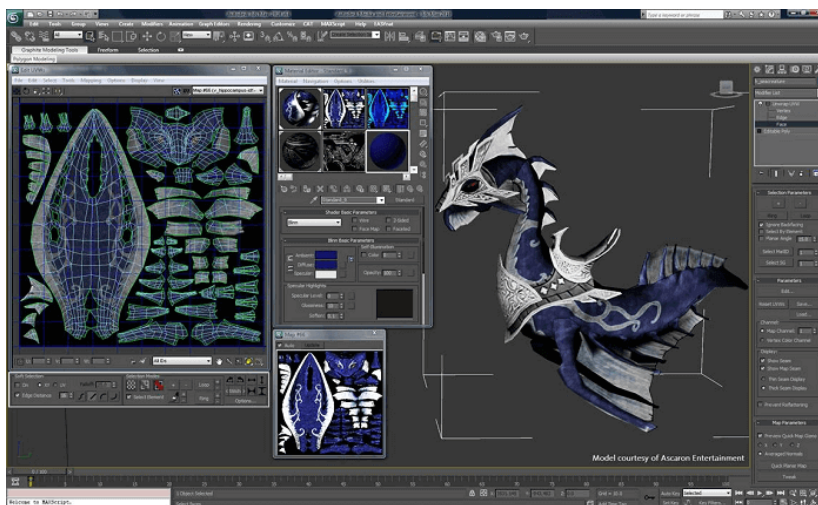


Рисунок 1.8 – 3D графіка в 3ds Max

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Завдяки гнучкій системі матеріалів (Material Editor) і підтримці процедурних текстур, у програмі легко формувати стилізовані поверхні з виразними візуальними ефектами. Використання спрощених форм, умовного освітлення та спеціальних шейдерів дозволяє досягати стилів low-poly, cartoon та semi-realistic, що часто застосовується в ігрових сценах та інтер'єрних візуалізаціях [12].

1.3.4 Cinema 4D

Cinema 4D – програмне середовище для тривимірного моделювання, анімації та рендерингу, яке широко використовується у сфері моушн-дизайну, реклами та телевізійної графіки. Програма відома інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом і відносно низьким порогом входження, що робить її популярною серед дизайнерів та художників, які працюють із динамічною візуалізацією.

Основним інструментом створення стилізованої графіки в Cinema 4D є система MoGraph. Вона дозволяє будувати процедурні сцени, генерувати складні анімаційні композиції та керувати великою кількістю об'єктів через модульні ефекти. Завдяки цьому можна швидко створювати стилізовані motion-сцени, абстрактні візуалізації (рис 1.9), а також рекламні ролики з виразною графічною подачею.

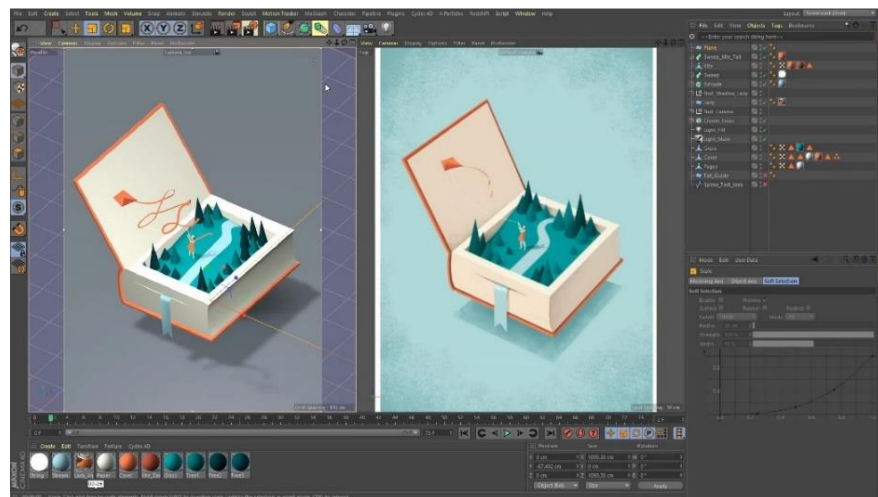


Рисунок 1.9 – Інтерфейс Cinema 4D

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Окремо варто відзначити можливості Cinema 4D у роботі зі стилізацією зображення. Програма підтримує різні рендер-движки та шейдерні системи, що дозволяє реалізовувати як мінімалістичні low-poly сцени, так і більш складні cartoon або semi-realistic стилі. Також важливою перевагою є тісна інтеграція з Adobe After Effects, що забезпечує зручний процес постобробки та використання 3D-графіки у відеомонтажі [13].

Завдяки поєднанню простоти використання, потужних процедурних інструментів та можливостей інтеграції, Cinema 4D є ефективним рішенням для створення стилізованого 3D-контенту в комерційних та творчих проєктах.

1.3.5 Порівняльна таблиця аналогів

Проведене порівняння програмних засобів, результати якого наведені в таблиці, дозволяє оцінити їх можливості за основними критеріями, важливими для створення стилізованих 3D-сцен. Як видно з таблиці 1.1, усі розглянуті програми мають потужні інструменти моделювання та анімації, однак істотно відрізняються за рівнем доступності, вартістю та складністю опанування.

Таблиця 1.1 – Порівняльна таблиця аналогів

Критерій	Houdini	Maya	3ds Max	Cinema 4D
Зручність створення стилізованих сцен	Висока	Висока	Середня	Висока
Інструменти стилізації	Потужна процедурна система, VEX, VOP, USD	Bifrost, Arnold Renderer	Modifier Stack, сторонні рендери	MoGraph, процедурна графіка

Продовження таблиці 1.1

Використання в індустрії	Кіноіндустрія, VFX, AAA ігри	Кіноіндустрія, AAA студії	Архітектурна візуалізація, ігри	Моушн- дизайн, реклама
Складність опанування	Дуже висока	Висока	Середня	Низька – Середня
Швидкість створення стилізованих сцен	Висока	Середня	Середня	Висока

1.4 Мета розробки, постановка задачі, технічне завдання

Метою роботи є вибір та дослідження сучасного стилю 3D-графіки, а також створення на його основі стилізованої 3D-сцени у середовищі Blender з використанням сучасних методів тривимірного моделювання, текстуровання, освітлення та рендерингу. Додатковою метою є дослідження можливостей створення художньо стилізованих 3D-об'єктів із забезпеченням візуальної якості та оптимізації процесу рендерингу.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

- проаналізувати сучасні тенденції розвитку тривимірної графіки та сфери її застосування;
- дослідити існуючі підходи до створення стилізованих 3D-сцен;
- здійснити порівняння програмних засобів для 3D-моделювання та обґрунтувати вибір середовища розробки;
- визначити художню концепцію та стиль майбутньої сцени;
- розробити структуру та композицію 3D-сцени;
- реалізувати моделі об'єктів відповідно до обраного стилю;
- виконати налаштування матеріалів, освітлення та візуалізації;
- оцінити якість отриманого результату та продуктивність сцени.

Технічне завдання:

- створити комплексну стилізовану 3D-сцену, що включає ландшафт, річку, каміння, рослинність, дерева, намет, багаття з казанком та модель оленя;
- виконати розміщення об'єктів відповідно до задуманої композиції;
- розробити процедурні матеріали та текстури;
- налаштувати систему освітлення для створення нічної атмосфери сцени;
- налаштувати параметри камери для отримання оптимального ракурсу;
- виконати фінальний рендер сцени за допомогою Eevee та Cycles;
- отримати підсумкове зображення сцени у високій якості.

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ОПИС ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЄКТУ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ

2.1 Середовище розробки Blender

Для реалізації проекту створення стилізованої 3D-сцени було обрано програмне середовище Blender (рис 2.1). Даний вибір обумовлений його доступністю, широким функціоналом та активним використанням у сфері комп'ютерної графіки як у навчальних, так і в професійних проєктах. Blender дозволяє реалізувати повний цикл створення 3D-контенту в межах однієї програми, що значно спрощує процес розробки сцени.

У Blender доступні всі основні етапи виробництва 3D-сцени: моделювання об'єктів, створення та налаштування матеріалів і текстур, робота з освітленням, анімація та фінальний рендеринг. Програма підтримує рендер-движки Cycles та Eevee, що дає можливість отримувати як фотореалістичні, так і стилізовані зображення в реальному часі або з високою якістю. Завдяки цьому Blender підходить для реалізації різних художніх стилів, включаючи low-poly, cartoon та більш складні стилізовані сцени.



Рисунок – 2.1 Логотип Blender

Важливою особливістю Blender є наявність інструментів для стилізації графіки, зокрема процедурних матеріалів, вузлових систем (node-based підходу)

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та засобів художнього контролю освітлення і рендеру. Це дозволяє точно керувати візуальним стилем сцени та досягати необхідного художнього ефекту без використання додаткового програмного забезпечення.

Крім того, Blender має відкриту архітектуру, безкоштовну ліцензію та велику спільноту користувачів, що робить його зручним і доступним інструментом для розробки 3D-проектів. Поєднання всіх цих факторів робить Blender оптимальним вибором для виконання даної роботи, оскільки він забезпечує баланс між функціональністю, зручністю та можливостями стилізації.

2.1.1 Полігональне моделювання

Технологія полігонального моделювання в Blender є основним інструментом створення об'єктів навколишнього середовища та дозволяє отримати повний контроль над формою і структурою тривимірних моделей. Саме цей підхід використовується при створенні більшості елементів сцени [14].

Полігональне моделювання в Blender тісно інтегроване з іншими інструментами програми, що є однією з його головних переваг. Користувач може розпочати роботу з базових примітивів, після чого поступово змінювати їх форму, додаючи деталі та створюючи складні об'єкти сцени. Такий підхід дозволяє ефективно поєднувати різні методи редагування геометрії та швидко отримувати необхідний результат.

Перевагою полігонального моделювання є його придатність для створення стилізованих об'єктів. Завдяки можливості контролювати щільність сітки, пропорції та рівень деталізації, можна легко формувати як спрощені low-poly моделі, так і більш деталізовані об'єкти з плавними формами. Це особливо важливо при розробці стилізованих сцен, де візуальна цілісність та художній стиль мають більше значення, ніж фотореалістична точність. Полігональний підхід також дозволяє ефективно оптимізувати сцени, зменшуючи кількість полігонів без втрати основної форми об'єктів (рис. 2.2).

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

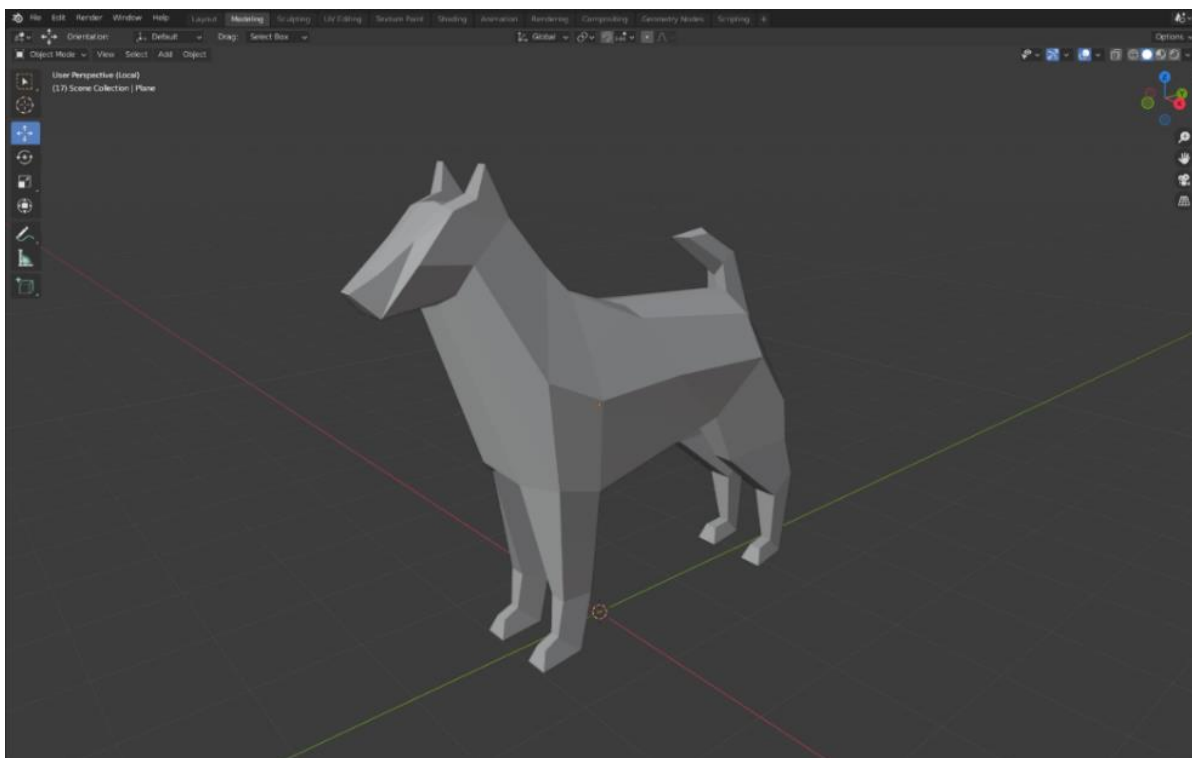


Рисунок 2.2 – Полігональне моделювання

У Blender для полігонального моделювання використовується широкий набір інструментів редагування сітки [15]. До них належать операції витягування (Extrude), розрізання (Loop Cut), створення фасок (Bevel), масштабування та трансформації. Використання цих можливостей дозволяє створювати об'єкти різної складності – від простих декоративних елементів до складних об'єктів сцени.

2.1.2 Модифікатори

Система модифікаторів у Blender є потужним інструментом, що значно спрощує процес створення складних тривимірних об'єктів. Модифікатори дозволяють змінювати геометрію моделей без руйнування їх початкової структури, що забезпечує гнучкість і швидкість роботи (рис. 2.3) [16].

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

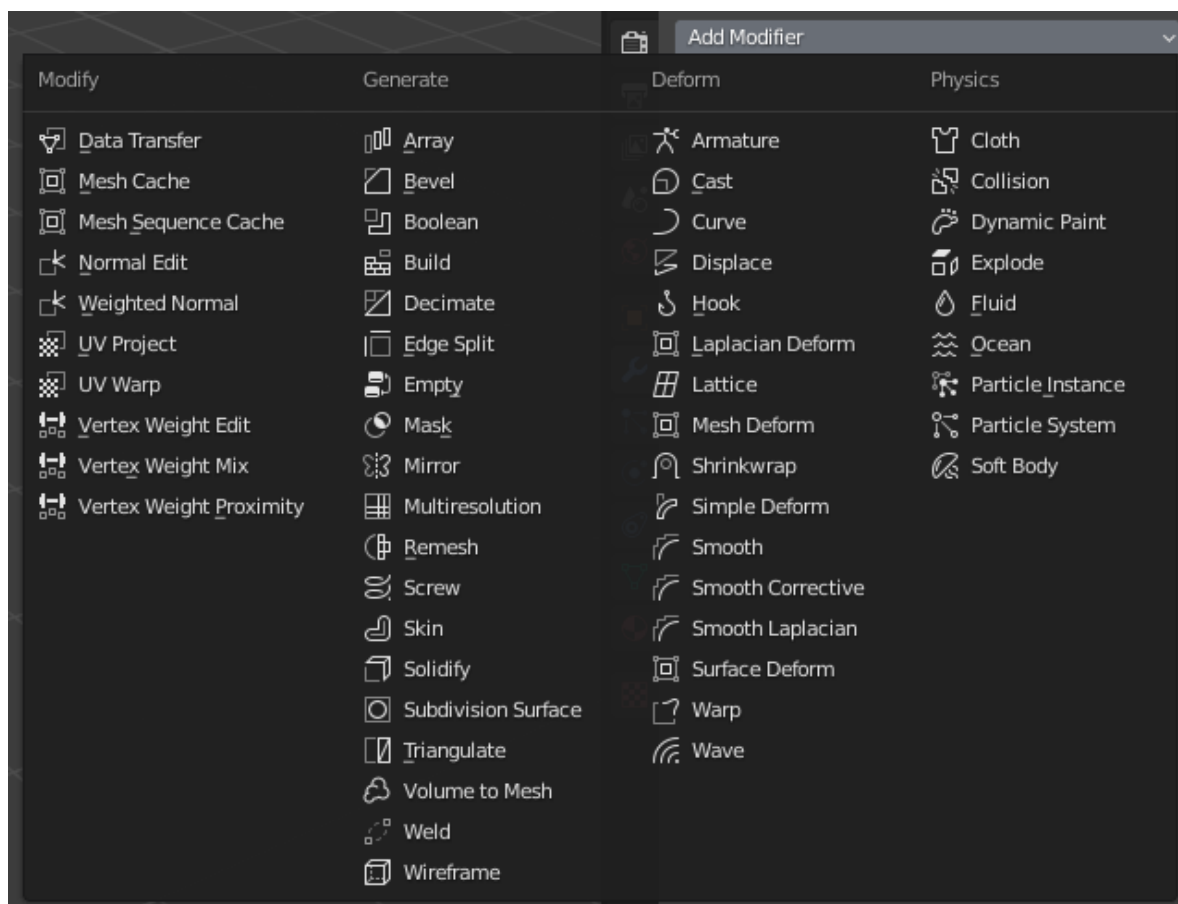


Рисунок 2.3 – Модифікатори

Однією з переваг модифікаторів є можливість автоматизації повторюваних операцій. Наприклад, модифікатор Mirror використовується для створення симетричних об'єктів, а Array – для повторення однакових елементів сцени. Це особливо корисно під час моделювання огорож, ліхтарів, меблів та інших повторюваних деталей.

Модифікатори Subdivision Surface та Bevel дозволяють згладжувати геометрію та робити моделі більш природними і стилізованими.

2.1.3 Матеріали та текстурвання

Система матеріалів у Blender є важливою складовою створення реалістичної та атмосферної сцени. Вона базується на вузловому принципі, що дозволяє гнучко керувати зовнішнім виглядом поверхонь (рис. 2.4). Вузлова система матеріалів дає можливість поєднувати різні типи текстур, шейдерів та параметрів поверхні,

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

створюючи складні візуальні ефекти без необхідності використання стороннього програмного забезпечення [17].

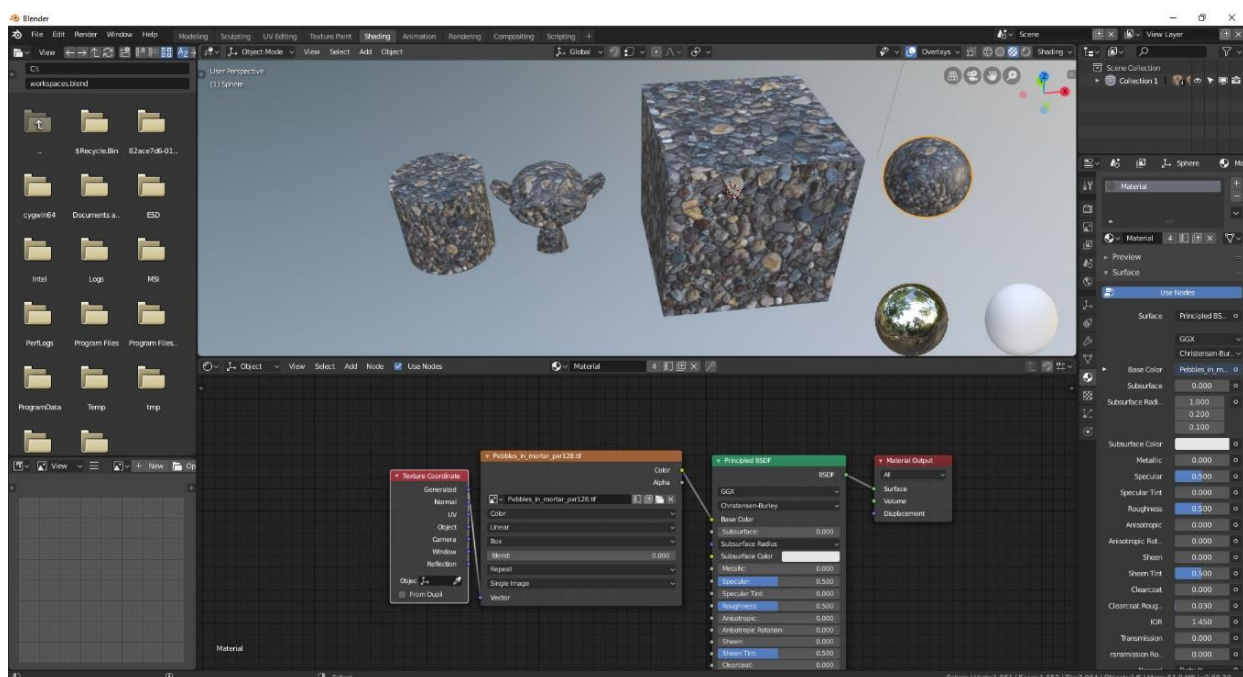


Рисунок 2.4 – Матеріали та текстурвання

Використання вузлової системи дає можливість налаштовувати:

- колір поверхонь;
- шорсткість матеріалів;
- відблиски;
- світіння об'єктів.

У Blender є підтримка процедурних матеріалів, які генеруються математичними алгоритмами та не потребують використання готових зображень. Це дозволяє створювати стилізовані текстури дерева, металу, каменю, тканини та інших матеріалів без втрати якості при масштабуванні (рис 2.4). Процедурний підхід особливо корисний під час створення стилізованих сцен, оскільки дозволяє швидко змінювати параметри матеріалів і досягати необхідного художнього стилю.

Для більшої деталізації поверхонь у Blender також використовуються текстури зображень (Image Textures), які накладаються на модель за допомогою UV-розгортки. Такий підхід дозволяє створювати складні поверхні з додатковими деталями, потертостями, нерівностями та декоративними елементами. Поєднання процедурних матеріалів і текстур забезпечує високий рівень контролю над фінальним виглядом сцени.

2.1.4 Освітлення сцени

Освітлення є одним із ключових елементів створення 3D-сцени, оскільки воно формує атмосферу, настрій та загальне візуальне сприйняття композиції. У Blender доступний широкий набір інструментів освітлення, що дозволяє використовувати різні типи джерел світла та гнучко налаштовувати їх параметри (рис. 2.5).

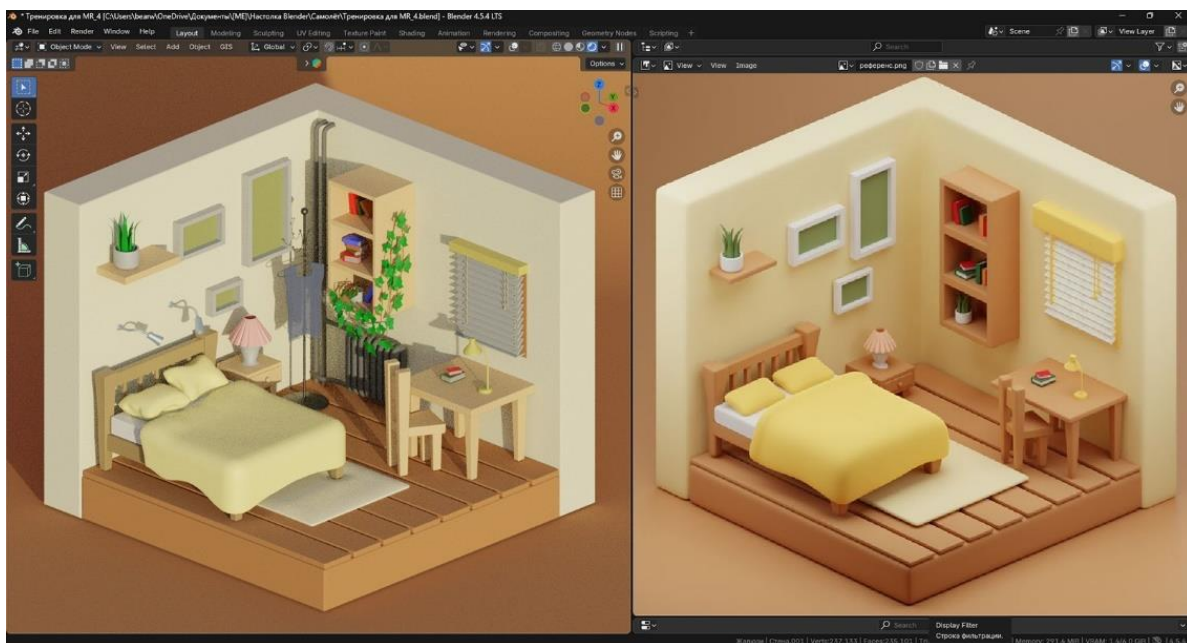


Рисунок 2.5 – Освітлення сцени

У програмі можуть використовуватися точкові, спрямовані, прожекторні та площинні джерела світла. Комбінація різних типів освітлення дозволяє підкреслити форму та об'єм об'єктів, створити глибину простору й виділити

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

основні елементи сцени. Додатково можуть застосовуватися матеріали зі світінням, які покращують візуальну виразність композиції.

За допомогою кольору світла, тіней та контрастності можна створювати різні художні стилі – від мультяшної графіки до більш реалістичних композицій. Правильне налаштування освітлення дозволяє покращити якість фінального рендеру та зробити сцену більш атмосферною і візуально цілісною [18].

2.1.5 Рендеринг

Рендеринг є завершальним етапом створення тривимірної сцени, під час якого всі налаштовані елементи – геометрія, матеріали, текстури та освітлення – перетворюються у фінальне двовимірне зображення або анімацію (рис. 2.6). Саме на цьому етапі формується остаточний візуальний результат сцени, який відповідає задуму автора.



Рисунок 2.6 – Фінальний рендер сцени

У Blender процес рендерингу реалізується за допомогою сучасних рендер-движків Cycles та Eevee. Cycles забезпечує фізично коректне фотореалістичне

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зображення з точним розрахунком світла, тіней і відбиттів, тоді як Eevee працює в режимі реального часу та дозволяє швидко отримувати стилізований або попередній результат сцени [19]. Це дає можливість обирати баланс між якістю та швидкістю в залежності від завдання.

Завдяки використанню рендерингу можна досягти високого рівня деталізації, передати матеріали, освітлення та загальну атмосферу сцени. Отримане зображення або відео є підсумковим результатом роботи над 3D-проєктом і використовується для подальшої демонстрації або інтеграції в інші мультимедійні продукти.

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ

3.1 Інформаційна модель 3D-сцени

Створення 3D сцени в середовищі Blender (рис. 3.1) включає кілька основних етапів, кожен з яких має свої особливості та послідовність виконання.

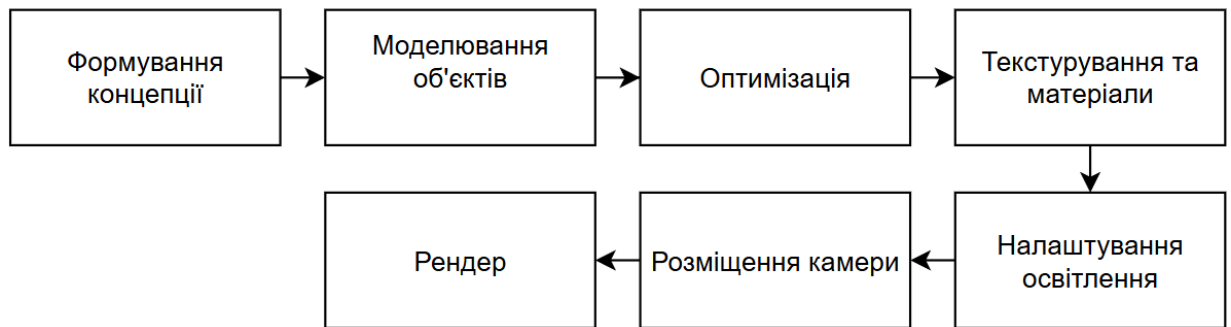


Рисунок 3.1 – Інформаційна модель 3D-сцени у Blender

Початковим етапом є формування концепції сцени, де визначається її тематика, стиль, композиція та загальна ідея. На цьому етапі продумується розташування об'єктів, освітлення та атмосфера майбутньої сцени, що дозволяє задати напрямок для подальшої роботи.

Після визначення концепції виконується етап моделювання, на якому створюються всі основні об'єкти сцени. За допомогою інструментів моделювання формуються базові геометричні форми, які згодом деталізуються. Для складних об'єктів може використовуватися скульптинг.

Наступним етапом є оптимізація моделей (ретопологія за потреби), яка дозволяє зменшити кількість полігонів та підвищити продуктивність сцени без значної втрати якості.

Далі здійснюється текстурування, де додаються матеріали, кольори та карти поверхонь, що формують зовнішній вигляд об'єктів.

Важливим етапом є налаштування освітлення сцени, яке впливає на настрій, глибину та реалістичність зображення. Використовуються різні типи джерел світла, а також глобальне освітлення.

Після цього виконується розміщення камери та побудова композиції кадру, що дозволяє визначити фінальний вигляд сцени.

Завершальним етапом є рендеринг, у процесі якого створюється фінальне зображення або анімація сцени з урахуванням усіх матеріалів, освітлення та налаштувань.

3.2 Діаграма компонентів

Діаграма компонентів відображає послідовний процес створення тривимірної сцени в середовищі Blender та охоплює основні етапи формування фінального візуального результату (рис 3.2).

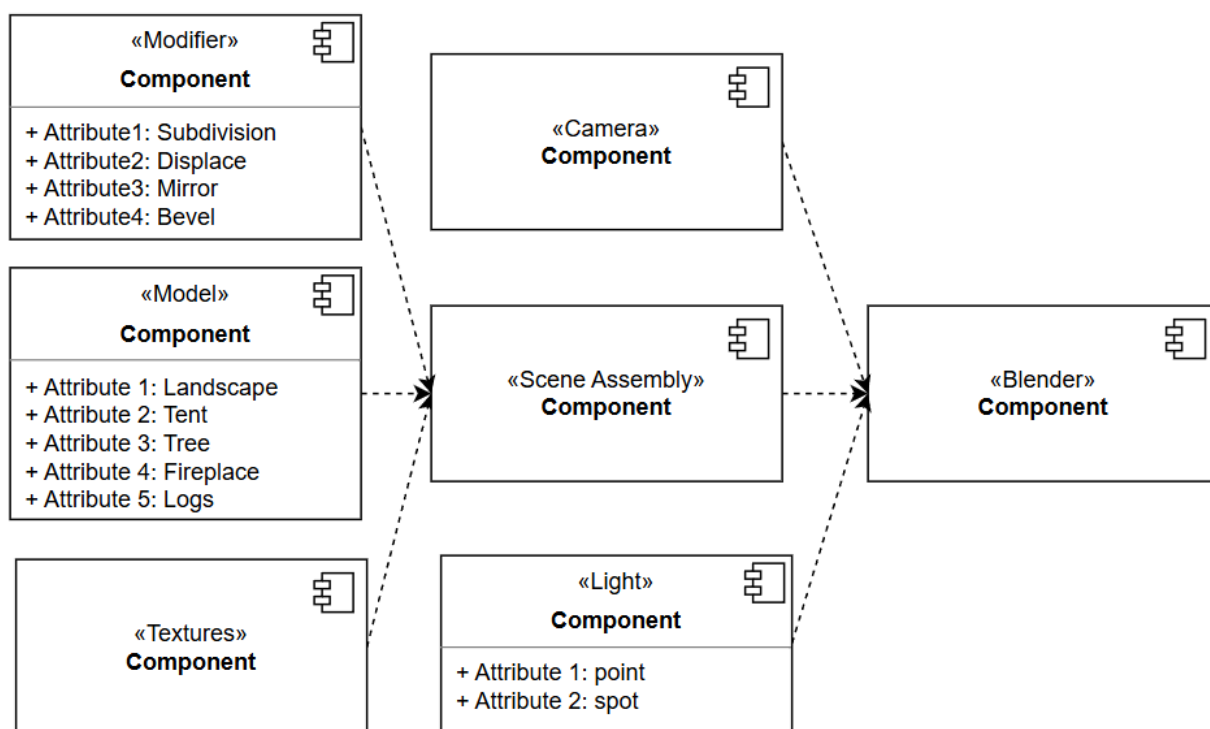


Рисунок 3.2 – Діаграма компонентів

Діаграма компонентів призначена для відображення структури програмного забезпечення та взаємозв'язків між його складовими і елементами 3D-сцени, що використовуються під час її створення. Вона дозволяє наочно представити повний цикл розробки – від створення концепції до отримання фінального результату.

На першому етапі здійснюється підготовка вихідних 3D-об'єктів, яка включає створення моделі, застосування модифікаторів для зміни її форми, а також призначення текстур для формування зовнішнього вигляду поверхні. У результаті виконання цих операцій формується компонент Scene Assembly, який представляє собою сукупність підготовлених елементів сцени.

На другому етапі компонент Scene Assembly поєднується з налаштуваннями камери та джерел освітлення. Камера визначає ракурс і композицію майбутнього зображення, тоді як освітлення впливає на сприйняття об'ємів, матеріалів і загальної візуальної атмосфери сцени. Усі ці елементи інтегруються в єдину сцену в середовищі Blender.

На третьому етапі виконується процес рендерингу. Blender обробляє всю сцену з урахуванням геометрії об'єктів, матеріалів, текстур, параметрів камери та освітлення і здійснює обчислення фінального зображення.

На завершальному етапі результатом є фінальний рендер – статичне зображення або анімація залежно від заданих параметрів проєкту. Цей етап є підсумковою візуалізацією всієї виконаної роботи.

3.3 Діаграма активностей

Діаграма активностей відображає послідовність виконання основних етапів створення тривимірної моделі в середовищі Blender (рис. 3.3). Вона демонструє порядок виконання операцій під час моделювання об'єкта та дозволяє наочно простежити процес від створення базової форми до підготовки моделі до подальшого текстурування. Діаграма також відображає перевірку рівня деталізації моделі та можливість її додаткової оптимізації у разі перевищення допустимої кількості полігонів.

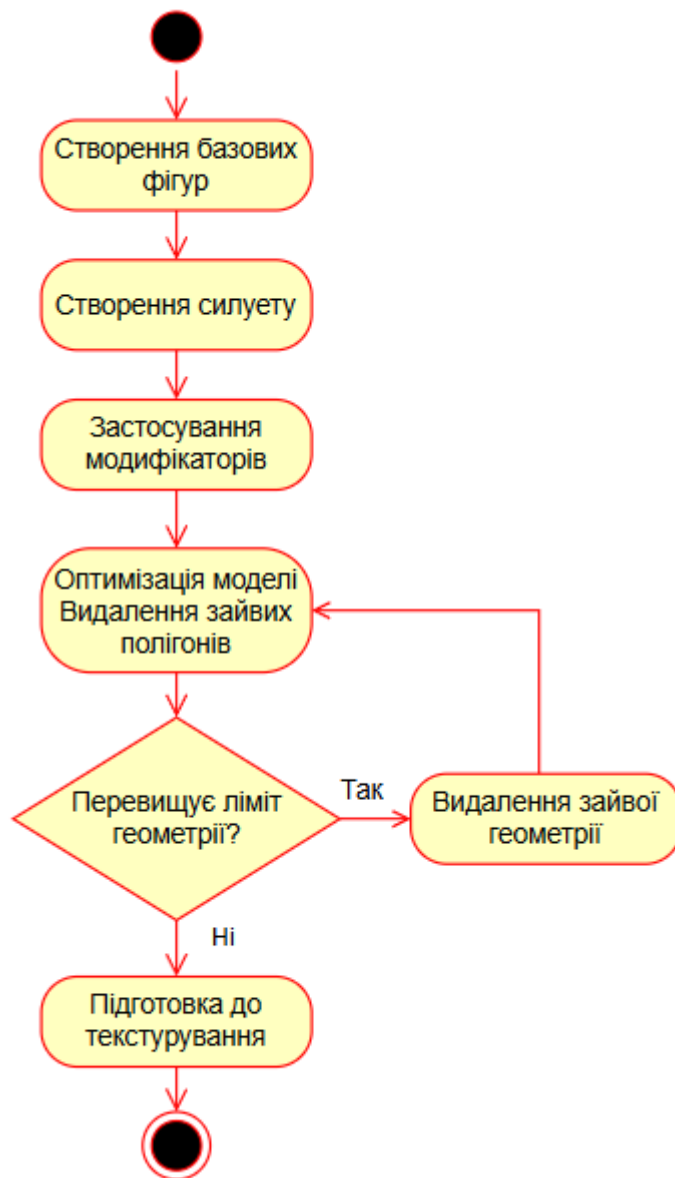


Рисунок 3.3 – Діаграма активності

Процес розпочинається зі створення базових геометричних фігур, які слугують основою майбутнього об'єкта. Далі виконується формування загального силуету моделі та застосування необхідних модифікаторів для досягнення потрібної форми. Після цього проводиться оптимізація моделі шляхом видалення зайвих полігонів і перевірки рівня деталізації геометрії. Якщо кількість полігонів перевищує допустимий рівень, виконується додаткове спрощення геометрії з подальшим поверненням до етапу оптимізації. У разі успішного проходження перевірки здійснюється створення текстур, після чого процес моделювання вважається завершеним.

3.4 Діаграма варіантів використання

Діаграма варіантів використання відображає функціональні можливості процесу створення стилізованої 3D-сцени у середовищі Blender (рис 3.4), а також взаємодію з актором, який виконує основні дії в системі. Актор представляє користувача системи, який безпосередньо здійснює розробку сцени та керує всіма етапами її створення.

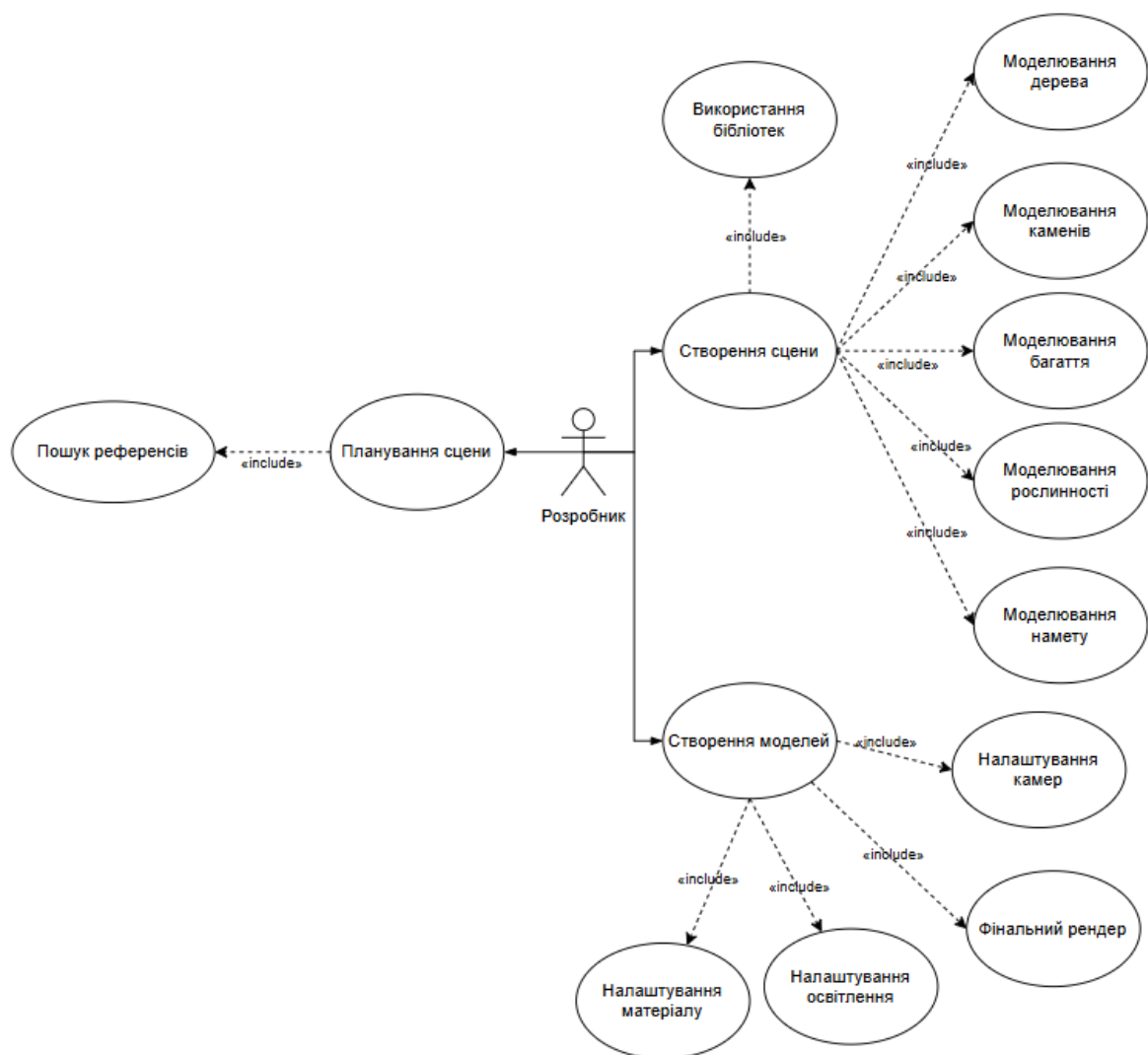


Рисунок 3.4 – Діаграма варіантів використання

У даному проєкті актором виступає "розробник", який виконує дії зі створення та налаштування 3D-сцени для подальшого використання або рендерингу. Варіанти використання включають планування сцени, створення 3D-

об'єктів текстурування та налаштування матеріалів, розміщення об'єктів у сцені, налаштування освітлення та фінальний рендер.

Діаграма дозволяє наочно відобразити основні функції системи та дії, які виконує розробник, що забезпечує краще розуміння процесу створення 3D-сцени та взаємодії з інструментами Blender.

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОПИС ЕТАПІВ РЕАЛІЗАЦІЇ 3-D СЦЕНИ

У рамках кваліфікаційної роботи, було зроблено сцену з тривимірними моделями у стилі low-poly. Основний акцент було зроблено на використанні спрощеної геометрії, невеликої кількості полігонів та мінімалістичних форм, що є характерними особливостями даного стилю. Моделі створювалися з урахуванням оптимізації сцени та збереження впізнаваного візуального вигляду без надмірної деталізації.

Для текстурування використовувалися прості матеріали та стилізовані текстури з невеликою кількістю деталей, що дозволило підкреслити геометричну форму об'єктів і підтримати загальну художню цілісність сцени. Освітлення було налаштоване таким чином, щоб підкреслити об'єм моделей, створити м'які тіні та покращити сприйняття композиції.

Обраний стиль low-poly дозволив досягти візуально привабливого результату, забезпечити оптимізацію сцени та зменшити навантаження на процес рендерингу в середовищі Blender.

4.1 Процес створення моделі

На початковому етапі було вирішено розпочати зі створення ландшафту сцени. Для цього було створено базовий об'єкт у вигляді куба, якому надано більш плоску форму. Далі модель було поділено на певну кількість полігонів для детальнішого опрацювання рельєфу поверхні. Після цього до об'єкта застосовано модифікатор Displace, у якому в розділі Texture обрано тип текстури Clouds. Для формування рельєфу було налаштовано параметр Strength, що відповідає за інтенсивність деформації поверхні (рис. 4.1).

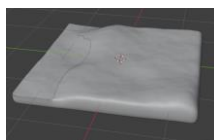


Рисунок 4.1 – Ландшафт

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Створення річки виконувалося за аналогічним принципом до створення ландшафту. Основна відмінність полягала у виборі типу текстури для модифікатора Displace: замість текстури Clouds було використано тип Wood, що дозволило сформувати характерну структуру поверхні річки (рис. 4.2).

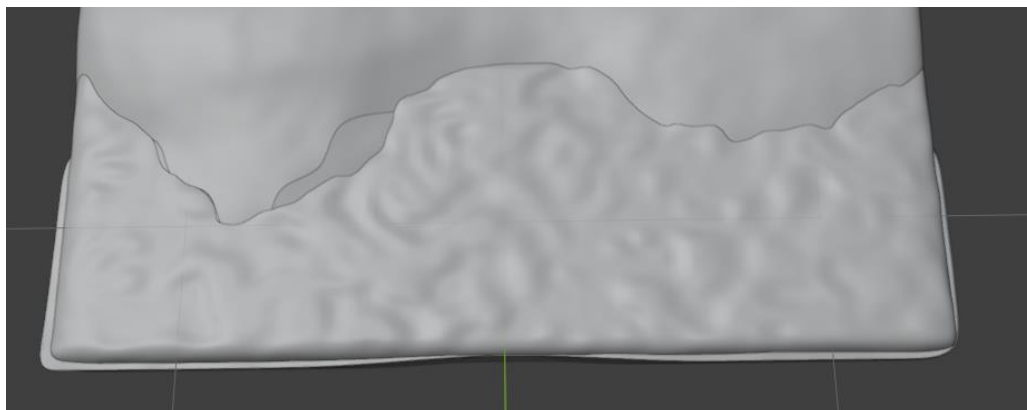


Рисунок 4.2 – Річка

Для створення моделі намету спочатку було використано базовий об'єкт у вигляді куба. Верхні вершини моделі були об'єднані між собою, у результаті чого сформовано форму, наближену до трикутної конструкції намету. Після цього бічну грань було відокремлено в окремий об'єкт та застосовано до неї модифікатор Mirror для забезпечення симетричності моделі (рис. 4.3).

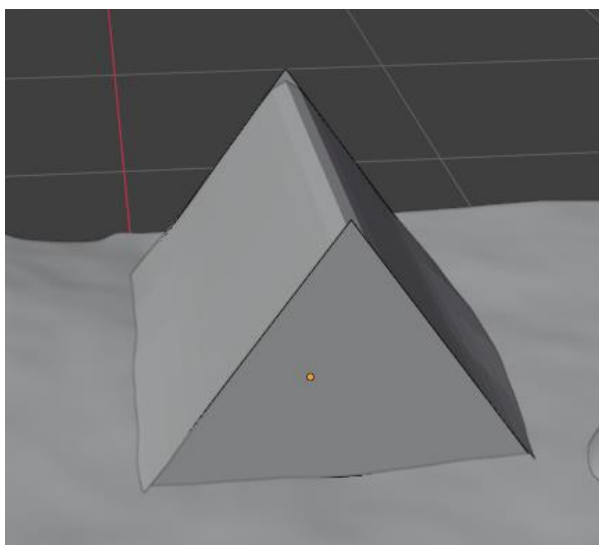


Рисунок 4.3 – Основа намету

Для надання моделі об'єму та згладження країв було застосовано модифікатори Solidify і Subdivision Surface. Після цього до об'єкта додано додаткові полігони, що дозволило деталізувати модель та надати їй більш природного вигляду (рис. 4.4).

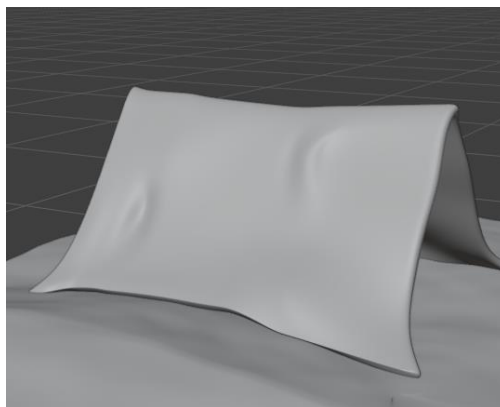


Рисунок 4.4 – Додавання обсягу для матеріалу

Для створення дверей намету було використано бічні ребра основної моделі. До них застосовано модифікатор Mirror, у якому активовано параметр Merge для автоматичного об'єднання вершин у місцях перетину. Після цього виконано екструдкування геометрії для формування необхідної конструкції дверей. Додатково застосовано модифікатор Solidify та проведено коригування форми об'єкта відповідно до задуму моделі.

Для створення опори намету було використано базовий об'єкт типу циліндр, який розміщено у відповідному положенні сцени (рис. 4.5).

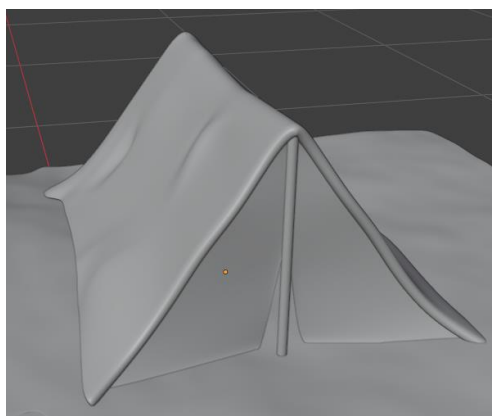


Рисунок 4.5 – Намет

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для створення кілків, що утримують намет, було використано базовий об'єкт типу циліндр, якому надано необхідну форму відповідно до конструкції моделі. Для створення мотузок застосовано криві, які були відредаговані для отримання потрібної форми, після чого їм надано об'єм для більш реалістичного вигляду (рис. 4.6).

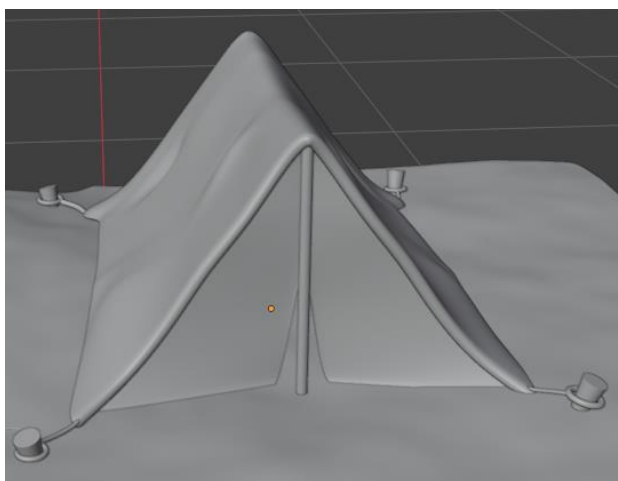


Рисунок 4.6 – Фінальний результат намету

Для створення моделі дерева спочатку було використано базовий об'єкт у вигляді куба, вершини якого були об'єднані в одну точку. Після цього виконано екструдкування вершин, у результаті чого сформовано основну форму дерева (рис. 4.7).

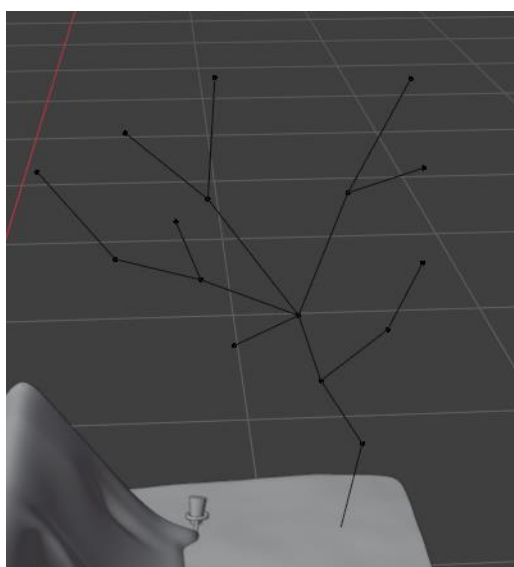


Рисунок 4.7 – Скелет дерева

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Попередньо ребра моделі було перетворено з типу Mesh у Curve, після чого їм надано об'єм для формування більш природної структури гілок. Далі об'єкт знову було перетворено у формат Mesh для подальшого редагування. Після цього додано листя у вигляді сферичних об'єктів (рис. 4.8).

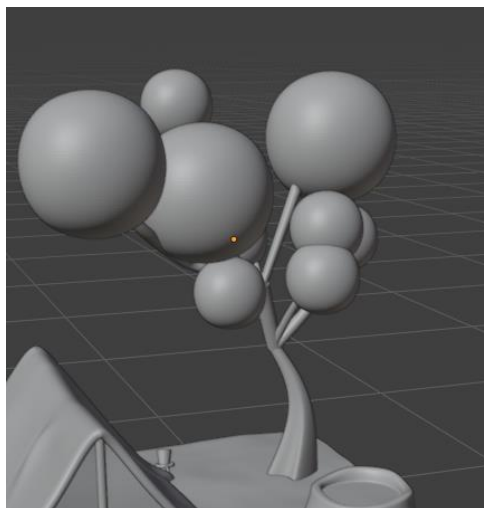


Рисунок 4.8 – Дерево

Листя створювалося за допомогою базового об'єкта типу площина, якому було надано форму ромба. Після цього виконано екструдкування геометрії, незначне згинання форми та застосовано модифікатор Subdivision Surface для згладження поверхні й надання об'єкту більш природного вигляду (рис. 4.9).



Рисунок 4.9 – Лист

Після завершення створення моделі листка його копії було розміщено на дереві для формування крони та завершення загального вигляду моделі (рис. 4.10).

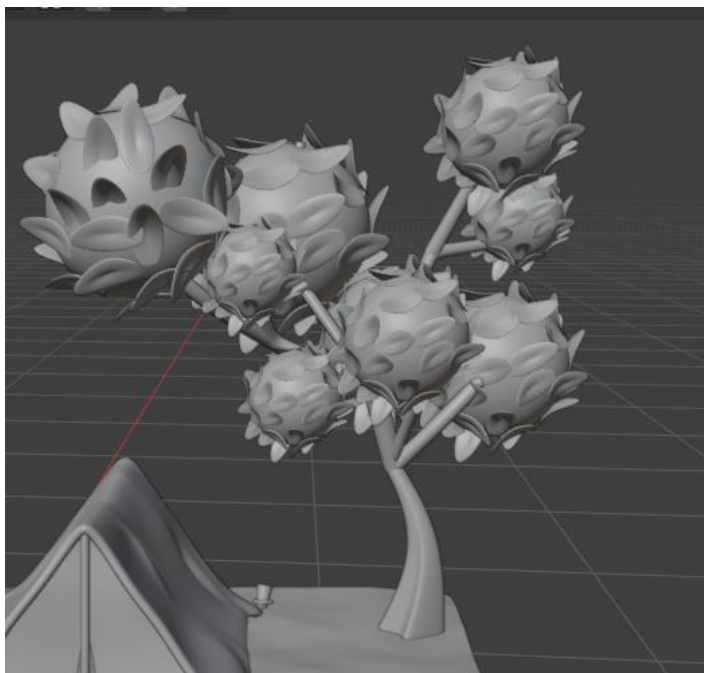


Рисунок 4.10 – Дерево з листям

Для створення пня було використано базовий об'єкт типу циліндр, розміри якого було зменшено відповідно до задуму сцени. У центральній частині моделі створено заглиблення за допомогою інструмента Inset Faces з подальшим екструдуванням геометрії. Після цього виконано редагування вершин для надання об'єкту більш природної форми пня (рис. 4.11).

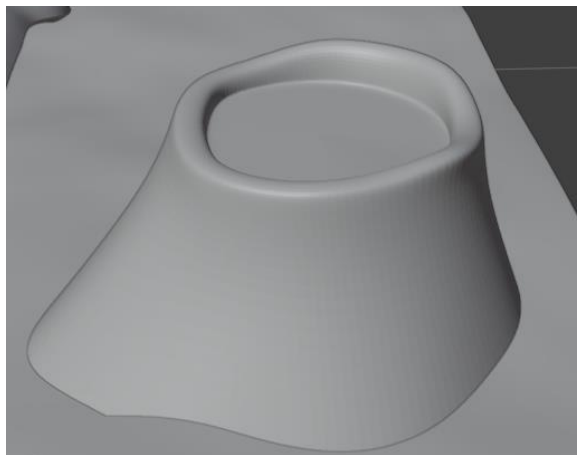


Рисунок 4.11 – Пень

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Створення колод виконувалося за аналогічним принципом до моделювання пня, проте зі зміненою формою об'єкта відповідно до особливостей моделі колоди (рис. 4.12).

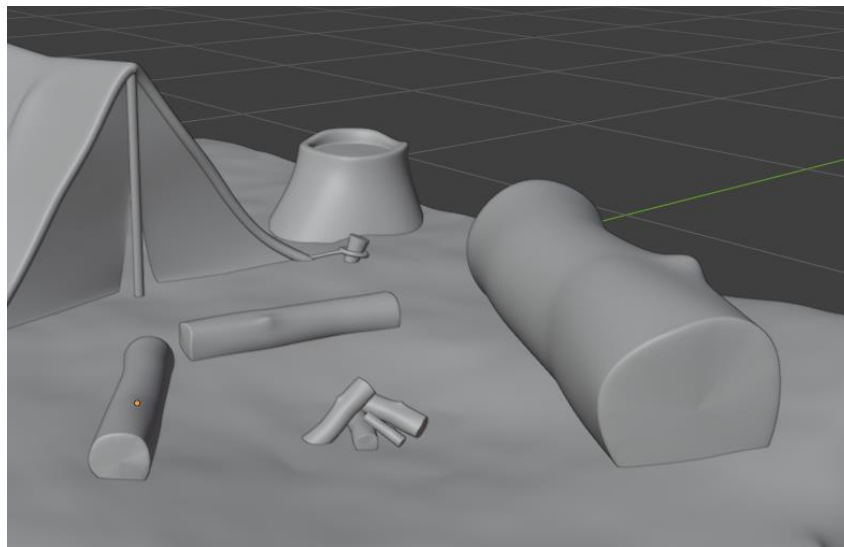


Рисунок 4.12 – Колоди

Для створення каміння було використано базовий об'єкт у вигляді куба. До моделі один раз застосовано модифікатор Subdivision Surface, після чого за допомогою інструмента Knife виконано редагування геометрії для надання необхідної форми. На завершальному етапі модифікатор Subdivision Surface було застосовано повторно для додаткового згладження поверхні об'єкта (рис. 4.13).

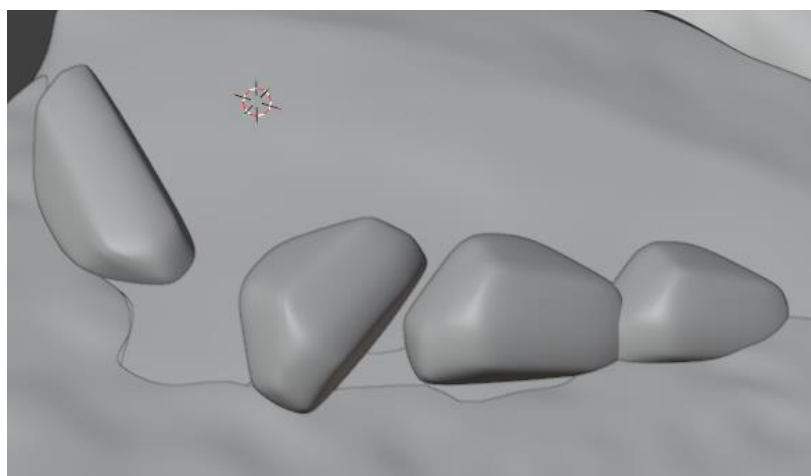


Рисунок 4.13 – Каміння

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для створення трави було використано модель листка, до якої додано ніжку для формування цілісної структури рослини. Для створення окремих елементів трави застосовано базовий об'єкт типу циліндр, якому надано необхідну форму, після чого використано модифікатор Subdivision Surface для згладження поверхні та покращення зовнішнього вигляду моделі (рис. 4.14).

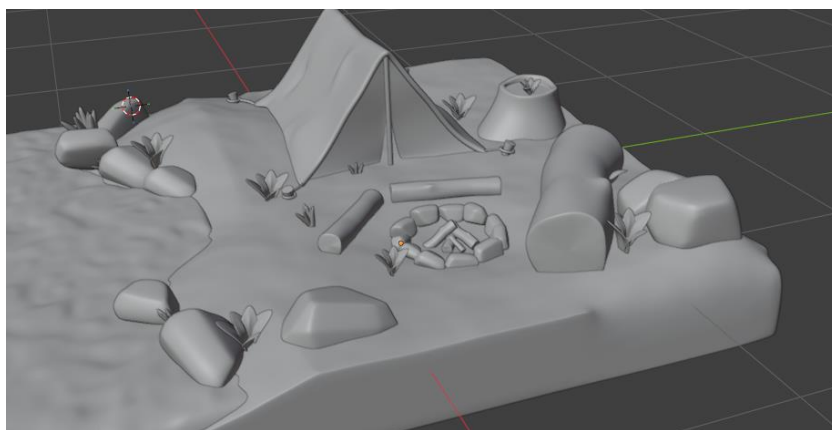


Рисунок 4.14 – Трава

Для створення очерету було використано модель трави, до верхньої частини якої додано об'єкт циліндричної форми. Основу цього елемента створено за допомогою сфери, яку було розділено на дві частини та з'єднано між собою для отримання циліндра з опуклими верхньою та нижньою частинами. Після цього до моделі застосовано модифікатор Subdivision Surface для згладження поверхні та покращення зовнішнього вигляду об'єкта (рис. 4.15).

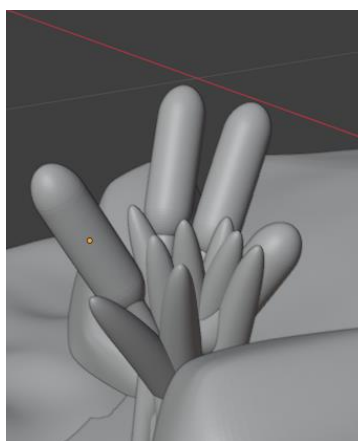


Рисунок 4.15 – Очерет

Модель вогню була побудована на основі куба, попередньо поділеного на три частини. Далі застосовано модифікатор Subdivision Surface для згладжування геометрії. Завершальним етапом стало екструджування полігонів, що дозволило сформувати контури вогню (рис. 4.16).

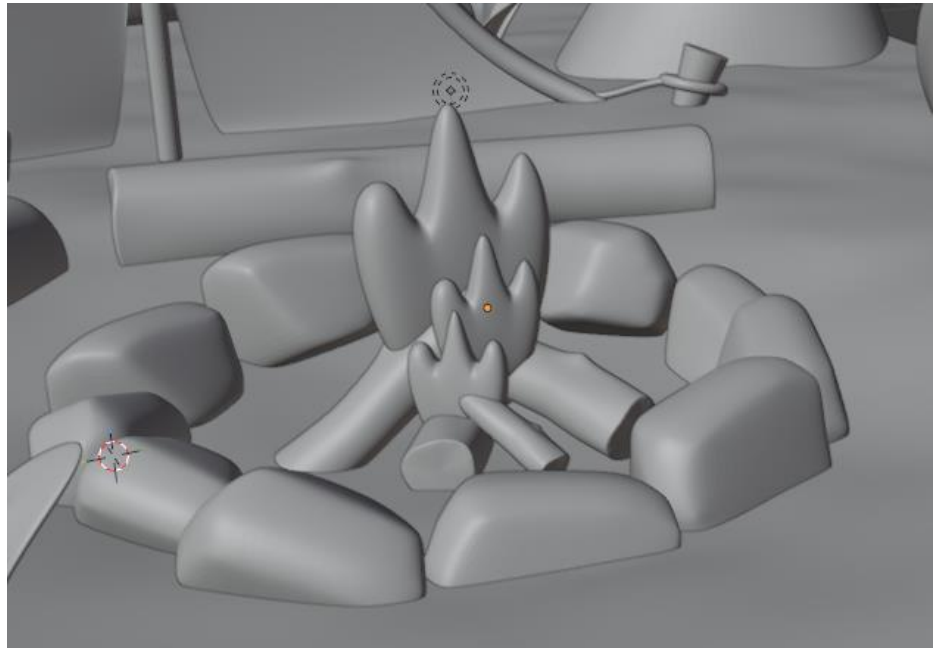


Рисунок 4.16 – Вогонь

Для створення зефіру було використано готову модель палиці, до якої додано об'єкт типу циліндр. Після цього до моделі застосовано модифікатор Subdivision Surface та виконано редагування форми об'єкта відповідно до задуму сцени (рис. 4.17).

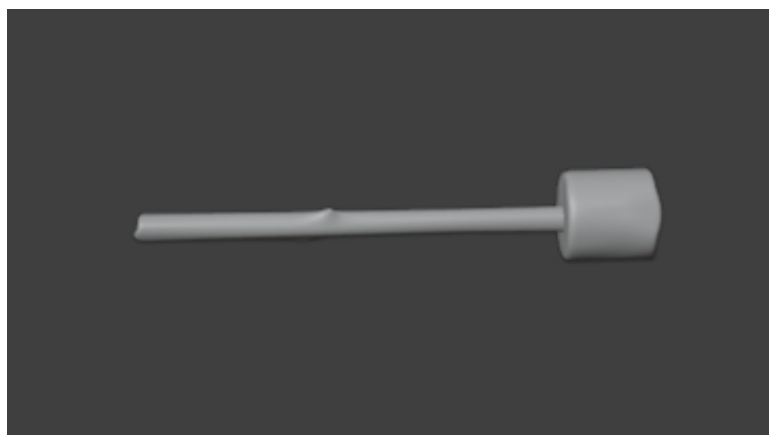


Рисунок 4.17 – Зефір

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для створення котла було використано сферу, яку розділено на дві частини. До моделі застосовано модифікатори Solidify та Subdivision Surface для надання об'єму та згладження поверхні.

Для імітації супу всередині котла створено площину, до якої додано різні геометричні фігури для моделювання овочів, грибів та інших елементів. Ручку котла створено на основі об'єкта типу торус, у якого видалено половину геометрії та відредаговано форму відповідно до конструкції моделі (рис. 4.18).



Рисунок 4.18 – Суп

Для створення моделі оленя було використано референсне зображення, на основі якого формувалася загальна форма та пропорції об'єкта (рис. 4.19).

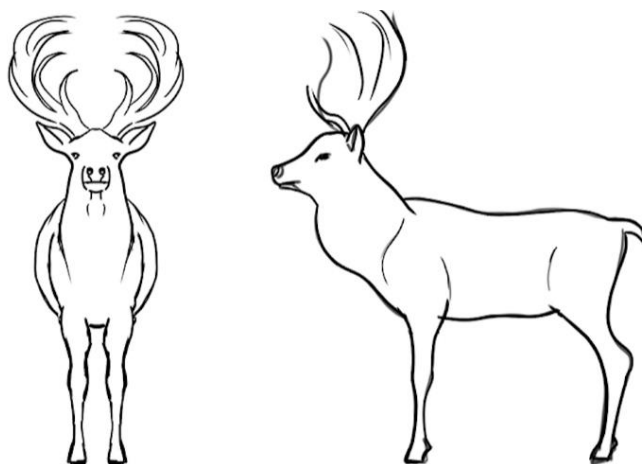


Рисунок 4.19 – Референс оленя

Після розміщення референсного зображення у двох координатних площинах та налаштування його прозорості було розпочато процес створення моделі. На початковому етапі виконувалося моделювання тулуба оленя (рис. 4.20).

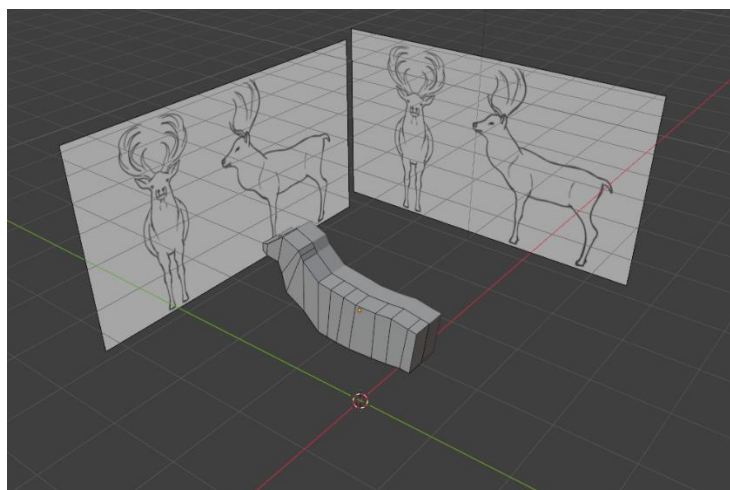


Рисунок 4.20 – Тулуб оленя

Після створення базової форми тулуба виконано екструджування геометрії для формування ніг моделі. У процесі моделювання здійснювалося постійне порівняння з референсним зображенням для дотримання правильних пропорцій та форми. Одночасно проводилося редагування геометрії тулуба з метою надання моделі оленя більш природного та деталізованого вигляду (рис. 4.21).

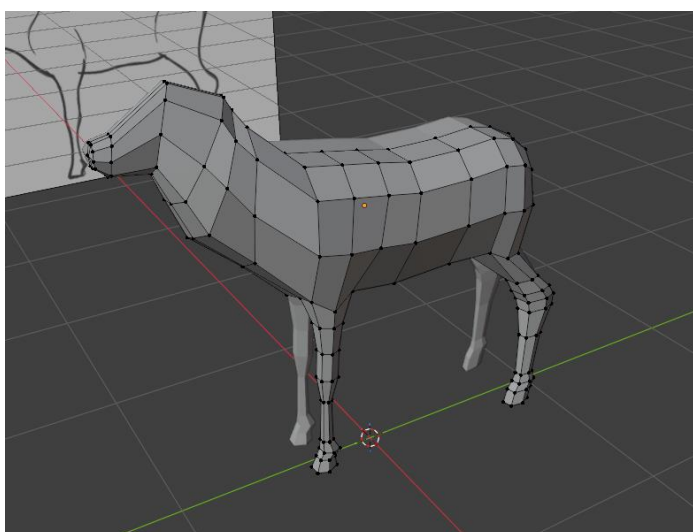


Рисунок 4.21 – Копита

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Після завершення моделювання основної частини тіла було виконано екструдювання геометрії для створення рогів, копит та хвоста оленя. На цьому етапі також проводилося додаткове редагування форми елементів для досягнення більш реалістичного вигляду моделі (рис. 4.22).

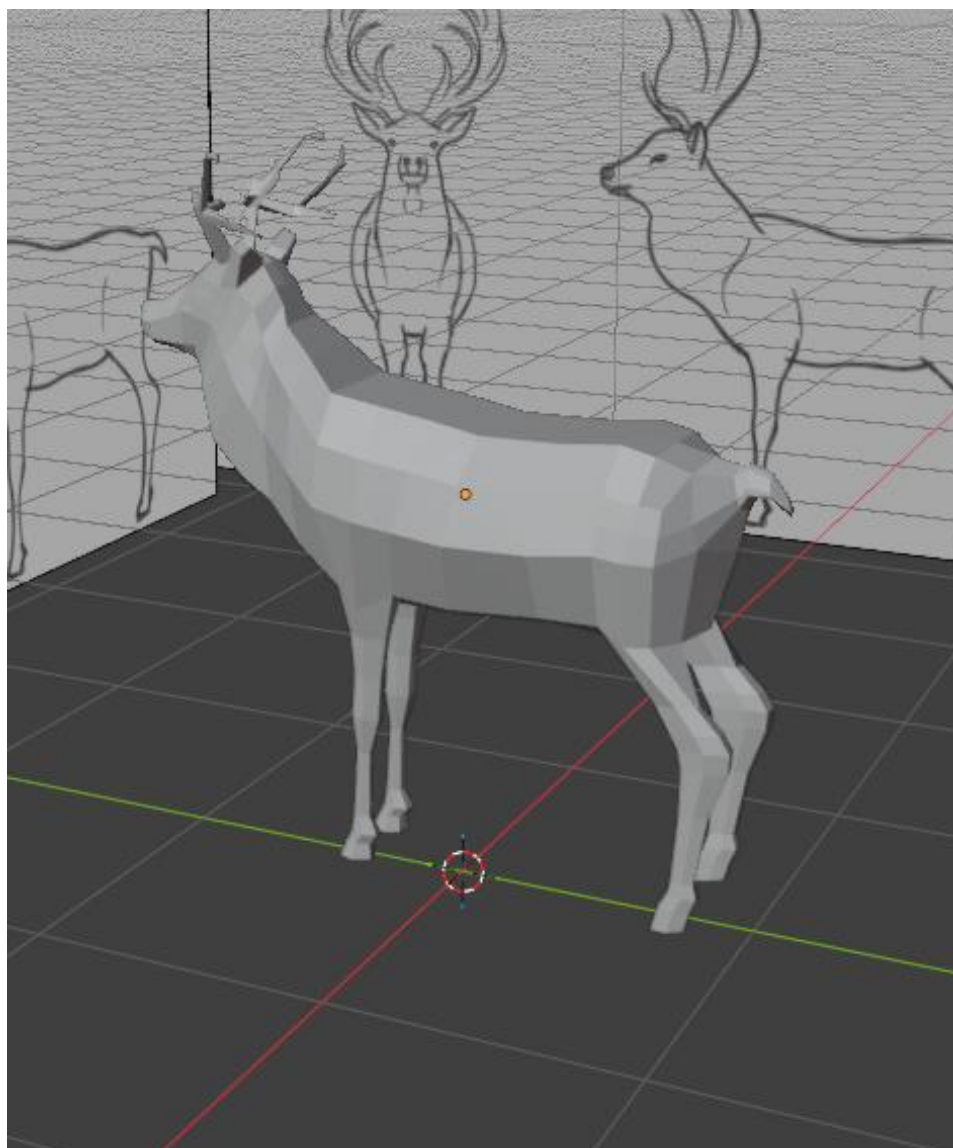


Рисунок 4.22 – Олень

4.2 Текстурування та шейдери

Для створення текстури трави було використано салатовий колір як основний відтінок матеріалу. Також у процесі налаштування матеріалу застосовано різні ноди: Texture Coordinate – для визначення координат розподілу

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

текстури, Mapping – для її налаштування та трансформації, Noise Texture – для створення ефекту нерівностей і неоднорідності поверхні, а Color Ramp – для регулювання контрастності та відтінків кольору. Це дозволило надати матеріалу більш природного вигляду (рис. 4.23).

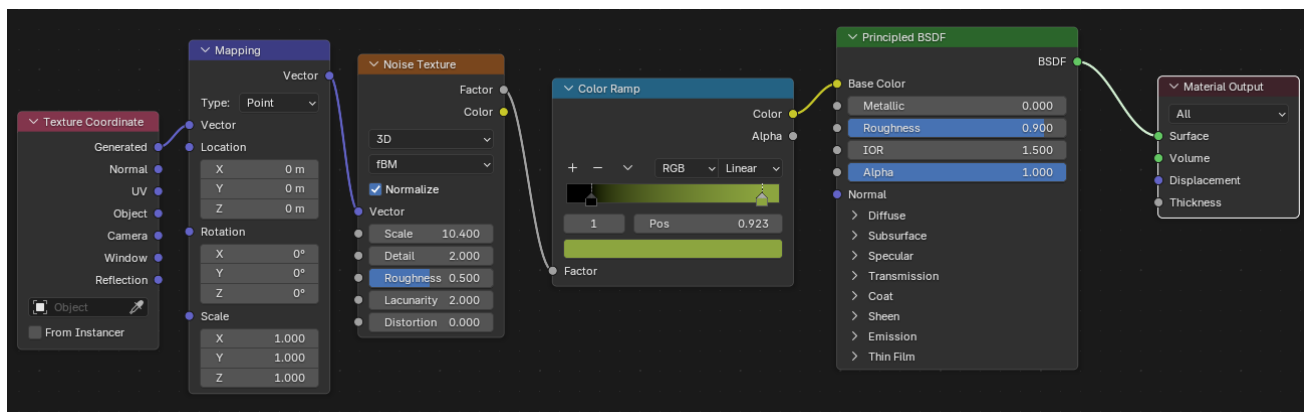


Рисунок 4.23 – Ноди до трави

Для створення матеріалу води було використано блакитний колір як основний відтінок поверхні. Додатково застосовано ноди Noise Texture та Bump, які дозволили створити ефект брижів на воді та надати матеріалу більш реалістичного вигляду (рис. 4.24).

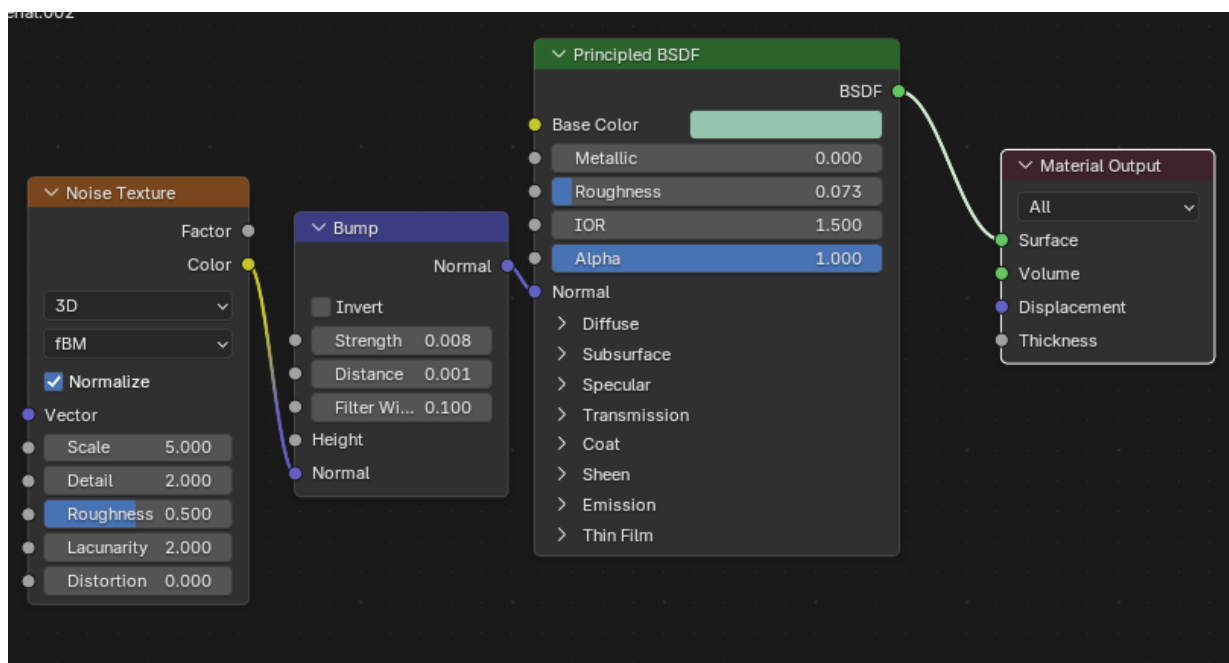


Рисунок 4.24 – Ноди до води

Для створення матеріалу каміння було використано темно-сірий колір як базовий відтінок поверхні. Додатково застосовано ноди Texture Coordinate, Mapping, Noise Texture та Bump, що дозволило зробити текстуру менш однорідною та надати поверхні характерної шорсткості (рис. 4.25).

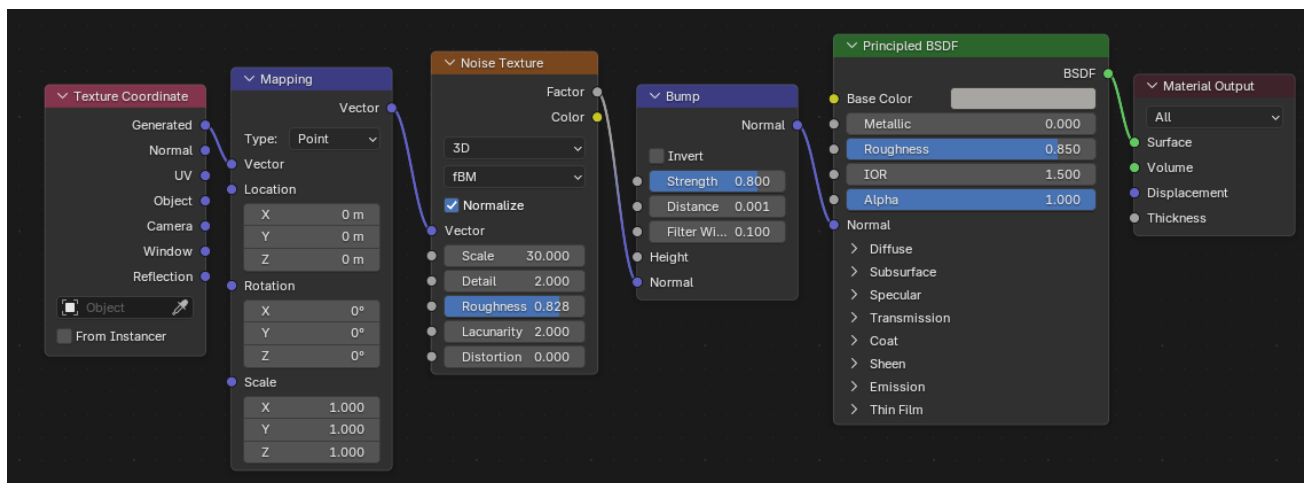


Рисунок 4.25 – Ноди до каміння

Для створення матеріалу кори дерев було використано два відтінки коричневого кольору – темний і світлий. У процесі формування текстури застосовано ноди Texture Coordinate та Mapping для керування розподілом і трансформацією текстури. Для імітації структури кори використано ноду Wave Texture, а нода Color Ramp застосовувалася для регулювання відтінків та контрастності матеріалу (рис. 4.26).

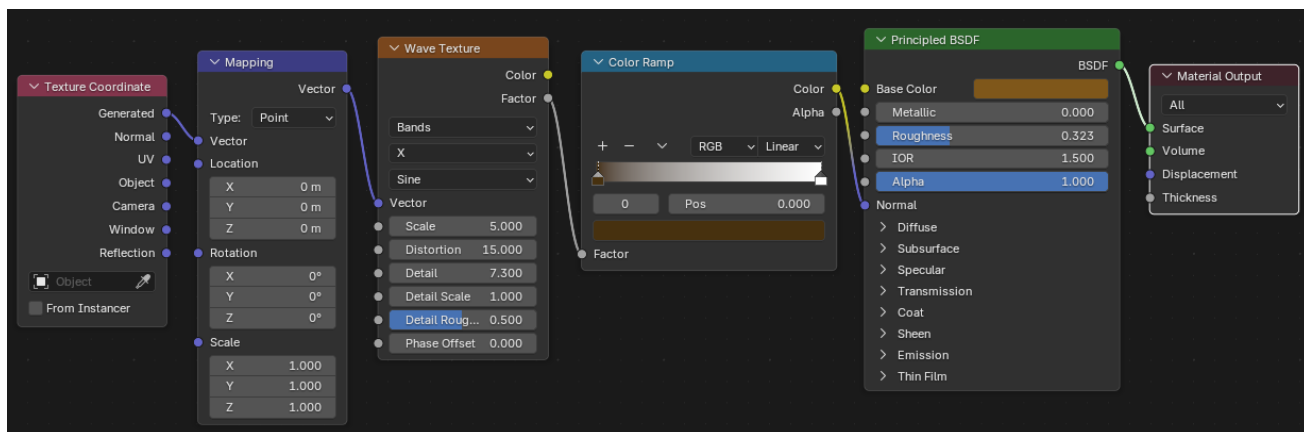


Рисунок 4.26 – Ноди до кори

Для створення матеріалу намету було використано помаранчевий колір як основний відтінок тканини. У процесі формування текстури застосовано ноди Texture Coordinate та Mapping для керування розташуванням і масштабуванням текстури. Нода Noise Texture використовувалася для імітації структури тканини, а нода Bump – для додавання об'єму та нерівностей поверхні, що дозволило підвищити реалістичність матеріалу (рис. 4.27).

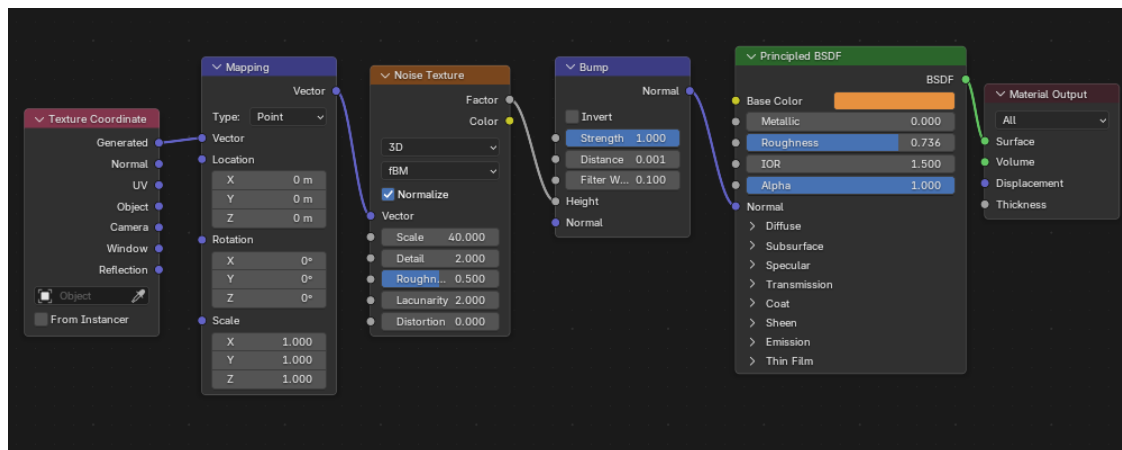


Рисунок 4.27 – Ноди до намету

Шорсткість поверхні намету була реалізована за допомогою нод, що застосовувалися до матеріалу об'єкта (рис 4.28).



Рисунок 4.28 – Тканина намету

Для створення вогню використовувалися помаранчевий та жовтий кольори як основні відтінки. Для імітації світлового випромінювання застосовано ноду Emission, яка забезпечує ефект світіння матеріалу (рис. 4.29).

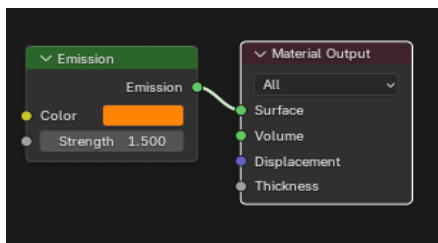


Рисунок 4.29 – Ноди до вогня

Також додав задній фон і використовував ноду Texture Coordinate, щоб розтягнути фон на весь огляд камери (рис. 4.30).

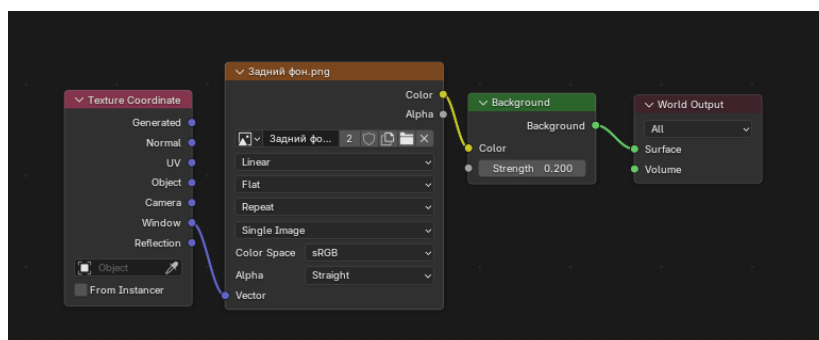


Рисунок 4.30 – Задній фон

На рисунку 4.31 представлено результат сцени після додавання всіх текстур. Кадр побудовано за «правилом третин»: намет і багаття зміщено у праву нижню третину, тоді як річка й олень розташовані вздовж лівої діагоналі, що забезпечує візуальний баланс композиції. Кольорова схема сцени є аналогово-комплементарною, де приблизно 70% займають холодні сині та бірюзові відтінки, що передають атмосферу ночі та лісу, 20% припадає на теплі помаранчеві та жовті акценти багаття й освітлення намету, а 10% – на нейтральні тони каміння та деревини. Таке поєднання композиційних і колірних рішень підсилює художню виразність сцени та створює цілісний візуальний образ.



Рисунок 4.31 – Проміжний результат

4.3 Освітлення та рендер

Для створення реалістичного підсвічування від багаття використано джерело світла Point із потужністю 5, колір якого адаптовано під теплий відтінок полум'я (рис. 4.32).

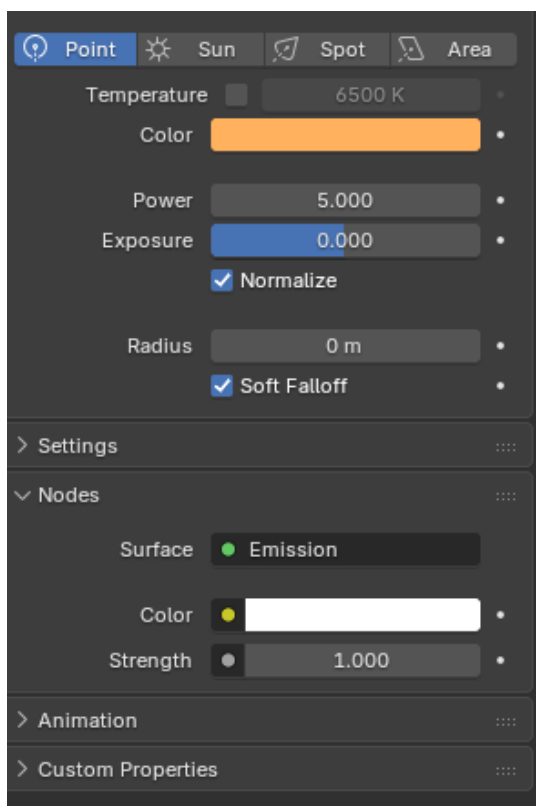


Рисунок 4.32 – Налаштування для вогню

Візуальний результат взаємодії налаштованого точкового світла з геометрією багаття та навколишніми об'єктами сцени представлено на (рис 4.33).



Рисунок 4.33 – Світло вогню

Для моделювання м'якого нічного освітлення від місяця використано джерело світла типу Area з формою диска та потужністю 30 (рис 4.34).

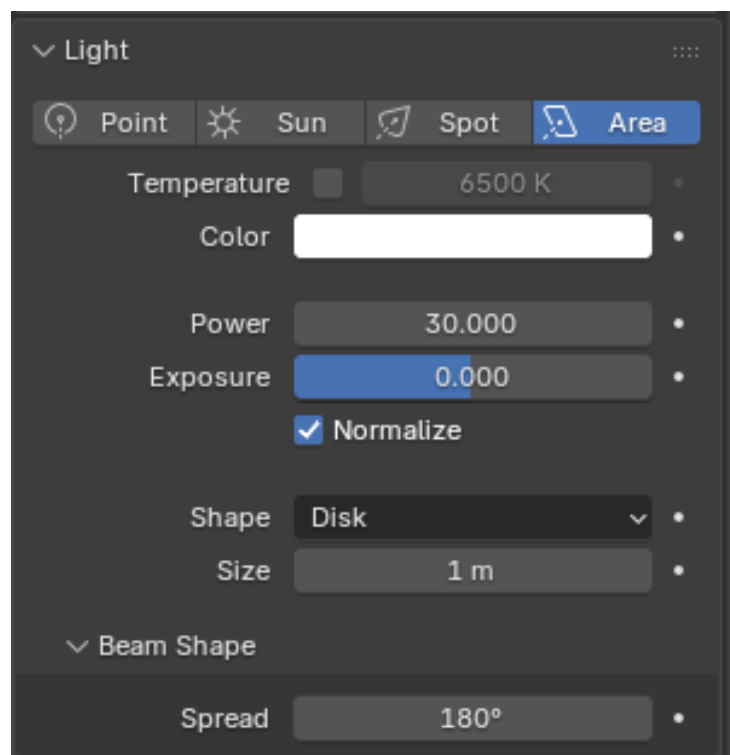


Рисунок 4.34 – Світло місяця

Візуалізація напрямку світлових потоків та загального позиціонування освітлювальних елементів у просторі сцени для освітлення від місяця (рис 4.35)

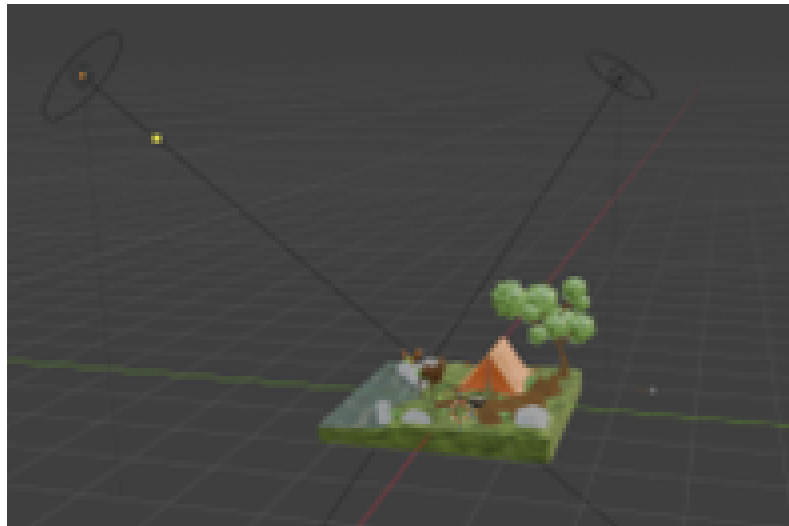


Рисунок 4.35 – Напрямок освітлення

На рисунку 4.36 представлено фінальну візуалізацію сцени нічного табору у стилі low-poly. Композиція містить локальне освітлення від багаття, м'яке місячне світло на об'єктах та деталізований фон з горами, лісом та зоряним небом, що забезпечує цілісність художнього образу. Фінальний рендер був виконаний із застосуванням рушія Cycles, оскільки він забезпечує більш реалістичну взаємодію світла та матеріалів у сцені, хоча час його обробки становив приблизно 1 хвилину, тоді як рендеринг у Eevee виконувався значно швидше – близько 3 секунд, але з меншою точністю відтворення освітлення та тіней.



Рисунок 4.36 – Фінальний рендер

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Аналіз методів, використаних для створення 3D-сцени

Під час виконання дипломної роботи було використано різні методи та технології створення тривимірної сцени в середовищі Blender. Кожен із застосованих методів має свої переваги та недоліки, які впливають на складність розробки, продуктивність роботи та якість кінцевого результату. У таблиці 5.1 наведено основні методи, використані під час створення 3D-сцени, а також їх переваги та недоліки.

Таблиця 5.1 – Переваги та недоліки методів створення 3D-сцени

Метод, використаний для вирішення поставленої задачі	Переваги методу	Недоліки методу
Полігональне моделювання	Простота створення моделей; висока деталізація; зручне редагування форми об'єктів; підтримується більшістю 3D-редакторів	При великій кількості полігонів зростає навантаження на систему; складно створювати дуже плавні поверхні без додаткових модифікаторів
Текстурування моделей	Додає реалістичності сцені; дозволяє деталізувати об'єкти без ускладнення геометрії	Потребує додаткового часу на створення та налаштування текстур; великі текстури займають багато пам'яті
Використання системи освітлення	Покращує візуальне сприйняття сцени; створює атмосферу та реалістичні тіні	Рендеринг сцени займає більше часу; потребує точного налаштування

Продовження таблиці 5.1

Застосування матеріалів	Дає можливість імітувати різні поверхні та ефекти; покращує якість сцени	Складність налаштування складних матеріалів; можливе збільшення часу рендерингу
Використання модифікаторів Blender	Прискорює процес моделювання; дозволяє швидко змінювати форму об'єктів; спрощує створення складних моделей	Деякі модифікатори збільшують навантаження на сцену; можуть виникати помилки при неправильному налаштуванні
Створення рослинності за допомогою Sapling Tree Gen	Швидке створення дерев та рослинності; велика кількість параметрів налаштування	Обмежена унікальність моделей; при великій кількості дерев знижується продуктивність
Рендеринг сцени	Дозволяє отримати фінальне зображення високої якості	Потребує значних ресурсів комп'ютера; тривалий час обробки складних сцен

5.2 Аналіз компаній та програмних продуктів у сфері 3D-моделювання

Сфера 3D – моделювання активно розвивається та використовується у різних галузях, зокрема в ігровій індустрії, анімації, дизайні, архітектурі та кіновиробництві. Існує велика кількість компаній, які займаються розробкою програмного забезпечення для створення тривимірної графіки та візуалізації. У

таблиці 5.2 наведено приклади найбільш відомих компаній даної сфери, а також їх основні переваги та недоліки.

Таблиця 5.2 – Переваги та недоліки компаній

Компанія	Переваги	Недоліки
Autodesk	Є одним із лідерів у сфері 3D-моделювання; створює професійне ПЗ для анімації, архітектури та ігор; широко використовується у великих студіях	Висока вартість програмного забезпечення; складність опанування для початківців
Blender Foundation	Розробляє безкоштовне та відкрите ПЗ Blender; велика спільнота користувачів; регулярні оновлення та підтримка.	Менша популярність у великих студіях порівняно з Autodesk; деякі професійні пайплайни орієнтовані на інше ПЗ
Adobe	Створює інструменти для текстурування та анімації; підтримка інтеграції з іншими графічними продуктами; популярність у сфері дизайну	Більшість продуктів працює за підпискою; висока вартість для користувачів
Epic Games	Розробляє Unreal Engine для створення сучасної 3D-графіки та ігор; підтримка реалістичного рендерингу	Високі системні вимоги; складність роботи для новачків

Продовження таблиці 5.2

Unity Technologies	Популярні рішення для створення 3D-ігор та інтерактивних сцен; підтримка багатьох платформ	Для складних проєктів потрібна хороша оптимізація; деякі функції доступні лише у платних версіях
Maxon	Відома програмою Cinema 4D; зручний інтерфейс; хороші можливості для анімації та motion-дизайну	Платне програмне забезпечення; менше інструментів для складного моделювання
SideFX	Розробляє Houdini для процедурного моделювання та спецефектів; активно використовується у VFX-індустрії	Дуже складний інтерфейс та високий поріг входу
Pixar	Відомі високоякісною 3D-анімацією та технологіями комп'ютерної графіки	Орієнтація переважно на кіноіндустрію, а не на універсальні рішення для користувачів

5.3 Бізнес-план стартап-проєкту

Резюме проєкту

Метою даного проєкту є створення спеціалізованої 3D-сцени у середовищі Blender для подальшого використання у сфері комп'ютерної графіки, ігрової індустрії, візуалізації та цифрового дизайну. Проєкт орієнтований на створення якісного стилізованого оточення з використанням сучасних методів моделювання, текстуровання та рендерингу [20].

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основною ідеєю стартап – проєкту є розробка та подальший продаж готових 3D-сцен, моделей та візуалізацій для використання у різних цифрових проєктах. Результат роботи може бути використаний у комп’ютерних іграх, презентаціях, анімаціях та навчальних матеріалах.

Ключові аспекти проєкту:

- створення деталізованої 3D-сцени;
- використання сучасних технологій 3D-моделювання;
- можливість адаптації сцени під різні платформи;
- створення стилізованого візуального оформлення.

Характеристика об’єкта проєкту

Об’єктом проєкту є спеціалізована 3D-сцена, створена із використанням інструментів тривимірного моделювання [21]. Сцена містить набір змодельованих об’єктів, освітлення, матеріали, текстури та елементи оточення.

Особливості проєкту:

- використання полігонального моделювання;
- створення стилізованих моделей;
- налаштування матеріалів та освітлення;
- оптимізація сцени для рендерингу та використання у реальному часі.

Опис галузі

Сфера 3D – моделювання та комп’ютерної графіки активно розвивається завдяки зростанню попиту на цифровий контент. Тривимірна графіка використовується у створенні комп’ютерних ігор, анімації, реклами, архітектурної візуалізації та VR/AR-проєктів [22].

Особливої популярності набувають стилізовані 3D-сцени, які активно використовуються незалежними розробниками та невеликими студіями. Це створює перспективи для розвитку стартапів у сфері цифрового мистецтва та 3D-візуалізації. [23]

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз ринку

Цільова аудиторія:

- розробники комп'ютерних ігор;
- студії комп'ютерної графіки;
- дизайнери;
- незалежні 3D-художники;
- навчальні заклади.

Конкуренти:

- фрилансери у сфері 3D-графіки;
- студії цифрового дизайну;
- онлайн-магазини готових 3D-моделей;
- великі компанії у сфері CGI та візуалізації [23].

Перевагами проєкту є:

- доступна вартість;
- можливість створення унікальних сцен;
- використання сучасних інструментів моделювання;
- гнучкість у налаштуванні стилю сцени.

Організаційний план

Етапи реалізації проєкту (табл. 5.3):

Таблиця 5.3 – Етапи реалізації проєкту

Етапи	Тривалість у днях
Аналіз аналогів	5
Планування сцени	3
Створення моделей	10
Текстурування	5

Продовження таблиці 5.3

Налаштування освітлення	3
Рендеринг	2
Постобробка	2

Загальна тривалість проєкту:

$$T = 5 + 3 + 10 + 5 + 3 + 2 + 2 = 30 \text{ днів}$$

Інвестиційний план

Для реалізації проєкту необхідні вкладення у комп'ютерне обладнання, електроенергію, інтернет та рекламу (табл 5.4).

Таблиця 5.4 – Таблиця витрат

Стаття витрат	Вартість, грн
Комп'ютерне обладнання	45000
Інтернет	500
Електроенергія	800
Реклама	3000
Додаткові витрати	2000

Загальна сума інвестицій:

$$I = 45000 + 500 + 800 + 3000 + 2000 = 51300 \text{ грн}$$

Виробничий план

Для реалізації проєкту використовується програмне середовище Blender.
[20]

Основні етапи виробництва:

- створення концепції сцени;
- моделювання об'єктів;
- текстурування;

- налаштування освітлення;
- рендеринг;
- фінальна обробка.

Розрахунок витрат на електроенергію:

Потужність комп'ютера становить $P=0.45$ кВт, час роботи обладнання – $t=180$ годин, тариф на електроенергію – $C=4.32$ грн/кВт·год [3]. Витрати на електроенергію визначаються за формулою:

$$V_{\text{ел}} = P * t * C, \quad (5.1)$$

де:

$V_{\text{ел}}$ = Витрати на електроенергію;

P = Потужність комп'ютера;

t = Час роботи;

C = Тариф на електроенергію.

Підставивши значення у формулу (5.1), отримаємо:

$$V_{\text{ел}} = 0.45 * 180 * 4.32 = 349.92 \text{ грн}$$

Маркетинговий план

Стратегія просування:

- публікація робіт у соціальних мережах;
- створення портфоліо;
- розміщення моделей на онлайн-платформах;
- демонстрація рендерів та процесу створення сцени.

Канали збуту:

- продаж готових 3D-моделей;
- виконання індивідуальних замовлень;
- створення сцен для ігрових проєктів;

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– співпраця зі студіями цифрового дизайну.

Фінансовий план та оцінка інвестиційної привабливості

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{\text{осн}} = T * C_{\text{год}}, \quad (5.2)$$

де:

$Z_{\text{осн}}$ – Основна заробітна плата;

T – Кількість годин;

$C_{\text{год}}$ – Погодинна ставка.

Після підстановки значень у формулу (5.2) отримуємо:

$$Z_{\text{осн}} = 180 * 180 = 32400 \text{ грн}$$

Таким чином, основна заробітна плата становить 32400 грн.

Додаткова зарплата становить 15%:

$$Z_{\text{дод}} = 32400 * 0.15 = 4860$$

Соціальні внески визначаються за формулою:

$$V_{\text{соц}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}}) * 0.22, \quad (5.3)$$

де:

$V_{\text{соц}}$ – Соціальні внески;

$Z_{\text{осн}}$ – Основна заробітна плата;

$Z_{\text{дод}}$ – Додаткова заробітна плата.

Підставимо значення у формулу (5.3):

$$V_{\text{соц}} = (32400 + 4860) * 0.22 = 8298.2$$

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повна собівартість проєкту визначається за формулою:

$$C = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}} + V_{\text{соц}} + V_{\text{ел}}, \quad (5.4)$$

де:

C – Повна собівартість проєкту;

$V_{\text{соц}}$ – Соціальні внески;

$Z_{\text{осн}}$ – Основна заробітна плата;

$Z_{\text{дод}}$ – Додаткова заробітна плата;

$V_{\text{ел}}$ – Витрати на електроенергію.

Підставимо значення у формулу (5.4):

$$C = 32400 + 4860 + 8209.2 + 349.92 = 45819.12 \text{ грн}$$

Розрахунок прибутку

Очікуваний прибуток проєкту становить 30% від повної собівартості та визначається за формулою:

$$П = C * 0.3, \quad (5.5)$$

де:

$П$ – прибуток;

C – Повна собівартість проєкту.

Підставивши значення у формулу (5.5), отримаємо:

$$П = 45819.12 * 0.3 = 13745.7 \text{ грн}$$

Розрахунок ціни готового проєкту

Ціна готового проєкту визначається як сума собівартості та прибутку:

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Ц} = \text{С} + \text{П}, \quad (5.6)$$

де:

Ц – ціна готового проєкту;

П – прибуток;

С – Повна собівартість проєкту.

Після підстановки значень у формулу (5.6) отримуємо:

$$\text{Ц} = 45819.12 + 13745.7 = 59564.82 \text{ грн}$$

Таким чином, ціна готового проєкту становить 59564.82 грн.

Розрахунок терміну окупності

Термін окупності проєкту визначається за формулою:

$$\text{T}_{\text{окуп}} = \text{I} / \text{П}_{\text{міс}}, \quad (5.7)$$

де:

$\text{T}_{\text{окуп}}$ – термін окупності проєкту;

I – інвестиції;

$\text{П}_{\text{міс}}$ - середній щомісячний прибуток.

Середній щомісячний прибуток становить:

$$\text{П}_{\text{міс}} = 12000 \text{ грн}$$

Підставимо значення у формулу (5.6):

$$\text{T}_{\text{окуп}} = 51300 / 12000 = 4.27 \text{ місяця}$$

Проєкт може окупитися приблизно за 4–5 місяців.

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз ризиків

Основні ризики:

- висока конкуренція у сфері 3D-графіки;
- нестабільність кількості замовлень;
- великі витрати часу на створення складних сцен;
- високі вимоги до комп'ютерного обладнання.

Методи зменшення ризиків:

- постійне вдосконалення навичок;
- створення якісного портфолію;
- розширення переліку послуг;
- використання сучасних технологій оптимізації сцени [21].

Висновок до розділу

На основі проведеного техніко-економічного обґрунтування можна зробити висновок, що розробка стилізованої 3D-сцени у середовищі Blender є економічно доцільною та перспективною. Використання сучасних методів 3D-моделювання, текстурювання та рендерингу дозволяє створювати якісний цифровий продукт при відносно невеликих фінансових витратах.

Проведені економічні розрахунки показали, що основні витрати проєкту пов'язані з використанням комп'ютерного обладнання, оплатою праці розробника та витратами на електроенергію. При цьому використання Blender, як безкоштовного програмного забезпечення, дозволяє значно знизити загальну собівартість розробки у порівнянні з використанням комерційних програмних продуктів.

Аналіз ринку та конкурентного середовища підтвердив актуальність створення стилізованих 3D-сцен для ігрової індустрії, цифрового дизайну та візуалізації. Результати фінансових розрахунків демонструють можливість

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкої окупності стартап-проекту та отримання стабільного прибутку за умови активного просування послуг і формування якісного портфолію.

Таким чином, розроблений проєкт має практичну цінність, конкурентоспроможність та перспективи подальшого розвитку у сфері комп'ютерної графіки та цифрового контенту.

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Під час виконання робіт, пов'язаних із створенням тривимірної сцени у програмному середовищі Blender, користувач значний час працює за персональним комп'ютером. Робота з комп'ютерною технікою супроводжується впливом різноманітних небезпечних і шкідливих факторів, які можуть негативно впливати на здоров'я та працездатність людини. Тому організація безпечного робочого місця та дотримання вимог охорони праці є важливою складовою при виконанні дипломного проєкту [24].

До небезпечних факторів належить можливість ураження електричним струмом. Персональний комп'ютер є електричним обладнанням, яке працює від мережі змінного струму напругою 220 В. При пошкодженні ізоляції проводів, несправності електрообладнання або порушенні правил експлуатації існує ризик ураження людини електричним струмом [24].

До шкідливих виробничих факторів, які можуть виникати при роботі за комп'ютером, відносяться:

- електромагнітне випромінювання;
- підвищене навантаження на органи зору;
- шум від роботи обладнання;
- несприятливі параметри мікроклімату;
- недостатнє або надмірне освітлення;
- нервово-емоційне навантаження;
- запиленість повітря;
- статичне навантаження на опорно-руховий апарат.

Тривала робота за комп'ютером може викликати втому, головний біль, подразнення очей, погіршення постави, біль у спині та шиї, а також зниження концентрації уваги [25].

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робоче місце користувача повинно відповідати вимогам державних санітарних норм і правил роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин [25]. Приміщення повинно мати достатню площу, природне та штучне освітлення, вентиляцію, а також забезпечувати комфортні умови праці.

Приміщення, у якому виконується робота над дипломним проектом, обладнане персональним комп'ютером та периферійними пристроями. Орієнтовні розміри приміщення становлять:

- довжина – 12 м;
- ширина – 15 м;
- висота – 3,2 м.

Площа приміщення становить 180 м², а об'єм – 576 м³, що відповідає нормативним вимогам для роботи з персональними комп'ютерами [25].

Особливу увагу необхідно приділяти освітленню робочого місця. Освітлення є одним із найважливіших факторів, що впливають на працездатність людини. Недостатнє освітлення призводить до перенапруження зору, швидкої втомлюваності та зниження продуктивності праці. Найбільш сприятливим для людини є природне освітлення, тому робоче місце рекомендується розташовувати поблизу вікон [30].

Для запобігання появі відблисків на екрані монітора використовують жалюзі або штори. Штучне освітлення повинно бути рівномірним і не створювати різких тіней. Освітленість робочого місця користувача ПК повинна становити 300–500 лк [30].

Під час роботи комп'ютерного обладнання виникає шум, джерелами якого є вентилятори системного блока, системи охолодження відеокарти, блок живлення та інші периферійні пристрої. Тривалий вплив шуму негативно впливає на нервову систему людини, знижує концентрацію уваги та працездатність. Допустимий рівень шуму на робочому місці користувача ПК не повинен перевищувати 65 дБА [25].

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одним із факторів, що впливають на здоров'я користувача, є електромагнітне випромінювання. Сучасні монітори мають низький рівень випромінювання, однак при тривалій роботі необхідно дотримуватись безпечної відстані від екрана монітора. Рекомендована відстань між очима користувача та екраном повинна становити 60–70 см [25].

Для зменшення негативного впливу електромагнітного випромінювання рекомендується:

- використовувати сучасні LCD або LED монітори;
- підтримувати оптимальну вологість повітря;
- правильно розташовувати робочі місця;
- регулярно провітрювати приміщення.

Важливу роль відіграють параметри мікроклімату приміщення. При роботі комп'ютерної техніки виділяється тепло, що може призводити до підвищення температури повітря. Для забезпечення комфортних умов праці приміщення повинно бути обладнане вентиляцією або кондиціонуванням [25].

Оптимальні параметри мікроклімату для приміщень з персональними комп'ютерами:

- температура повітря у холодний період року – 22–24 °С;
- температура у теплий період – 23–25 °С;
- відносна вологість повітря – 40–60 %;
- швидкість руху повітря – до 0,2 м/с [25].

Під час роботи над створенням 3D-сцени користувач тривалий час перебуває у сидячому положенні, що створює статичне навантаження на м'язи спини, шиї та рук. Неправильне положення тіла може призвести до порушення постави та виникнення захворювань опорно-рухового апарату. Для зменшення навантаження необхідно використовувати зручне крісло з регулюванням висоти та періодично робити перерви.

Важливим фактором є також напруженість праці. Робота у програмі Blender потребує високої концентрації уваги, точності та тривалого зорового навантаження. Значне нервово-емоційне навантаження може призвести до

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевтоми та зниження продуктивності праці. Тому рекомендується через кожні 1–2 години роботи робити короткі перерви для відпочинку.

Приміщення з комп'ютерною технікою відноситься до категорії В за пожежною небезпекою [26]. Основними причинами виникнення пожежі можуть бути:

- коротке замикання;
- перевантаження електромережі;
- несправність електрообладнання;
- пошкодження ізоляції проводів.

Для забезпечення пожежної безпеки необхідно:

- використовувати справну електропроводку;
- не перевантажувати електромережу;
- не використовувати пошкоджені кабелі;
- вимикати обладнання після завершення роботи;
- забезпечити приміщення вуглекислотними вогнегасниками.

Згідно з правилами електробезпеки, приміщення з ПК відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом [27]. Електроживлення комп'ютерної техніки повинно здійснюватися через окрему трипровідну мережу із захисним заземленням. Використання саморобних подовжувачів та несправних електроприладів забороняється.

Відповідно до Правил улаштування електроустановок, електрообладнання приміщень з персональними комп'ютерами повинно відповідати вимогам електробезпеки та мати захисне заземлення [28]. Лінія електромережі для живлення комп'ютерної техніки повинна виконуватись як окрема групова трипровідна мережа із фазовим, нульовим робочим та нульовим захисним проводами. Використання нульового робочого проводу як захисного не допускається [28].

Відповідно до ДБН В.1.1.7-2016 приміщення, у якому розташовані персональні комп'ютери, повинно відповідати вимогам пожежної безпеки та мати необхідний ступінь вогнестійкості будівельних конструкцій [29]. Для таких

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщень рекомендується використання негорючих матеріалів, справної електропроводки та первинних засобів пожежогасіння. Як засоби пожежогасіння у приміщеннях з комп'ютерною технікою використовують вуглекислотні вогнегасники, призначені для гасіння електрообладнання під напругою до 1000 В [29].

6.2 Техніка безпеки при роботі з комп'ютером

Для забезпечення безпечних умов праці під час роботи за персональним комп'ютером необхідно дотримуватись правил техніки безпеки.

Перед початком роботи необхідно:

1. Перевірити справність комп'ютерного обладнання.
2. Переконавшись у відсутності пошкоджень кабелів та проводів.
3. Перевірити правильність підключення обладнання до електромережі.
4. Переконавшись у відсутності сторонніх предметів та рідин поблизу комп'ютера.
5. Відрегулювати положення монітора, клавіатури та крісла.

Під час роботи забороняється:

- торкатися оголених проводів;
- працювати з пошкодженим обладнанням;
- перекривати вентиляційні отвори системного блока;
- самостійно розбирати блок живлення або монітор;
- використовувати несправні подовжувачі та розетки.

Для зменшення навантаження на органи зору рекомендується:

- дотримуватись відстані 60–70 см до монітора;
- використовувати достатнє освітлення;
- періодично виконувати вправи для очей;

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- робити перерви під час тривалої роботи.

Для підтримання нормального мікроклімату необхідно регулярно провітрювати приміщення та проводити вологе прибирання для зменшення кількості пилу.

Після завершення роботи необхідно:

1. Закрити всі програми.
2. Вимкнути комп'ютер у правильній послідовності.
3. Відключити живлення обладнання.
4. Привести робоче місце у належний стан.

У випадку аварійної ситуації необхідно негайно припинити роботу та вимкнути обладнання. При появі запаху гару або диму потрібно повідомити відповідальну особу та, у разі необхідності, скористатися вуглекислотним вогнегасником.

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було дослідено сучасні підходи та технології створення стилізованої тривимірної графіки, а також реалізовано власну 3D-сцену в стилі low-poly в середовищі Blender. У ході роботи було проаналізовано предметну область комп'ютерної графіки, розглянуто основні проблеми створення 3D-контенту та виконано аналіз існуючих програмних засобів для тривимірного моделювання.

На основі проведеного аналізу було обґрунтовано вибір середовища Blender як оптимального інструмента для реалізації проєкту завдяки його функціональності, доступності та широким можливостям у сфері моделювання, текстурювання, освітлення та рендерингу. Практичним результатом роботи стала розроблена стилізована 3D-сцена, яка включає елементи ландшафту, рослинності, олень, декоративних об'єктів та освітлення. Головними перевагами (плюсами) розробленої сцени є її унікальний візуальний стиль, висока швидкість фінального рендерингу та низькі вимоги до обчислювальних ресурсів комп'ютера за рахунок оптимізованої низькополігональної геометрії.

Окремим етапом роботи став аналіз сумісності сцени з ігровим рушієм Unity. Завдяки правильній топології сітки, контролю кількості полігонів та оптимізації матеріалів, створені 3D-моделі повністю готові до експорту в Unity як ігрові асети, де вони забезпечують високу продуктивність та стабільну частоту кадрів.

Отримані результати можуть бути використані як навчальний приклад для вивчення основ 3D-моделювання та комп'ютерної графіки, а також як база для подальшого розвитку навичок створення цифрового контенту, ігрових сцен та візуалізацій. Виконана робота підтвердила ефективність використання сучасних засобів 3D-моделювання для створення стилізованих цифрових сцен та продемонструвала можливості Blender у реалізації подібних проєктів.

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених, та здобувачів вищої освіти «Стан, досягнення і перспективи інформаційних систем і технологій» // Наукові конференції здобувачів вищої освіти / ОНТУ. - Одеса, 2026. - № 3. - С. 305-306.
2. Grandviewresearch: [Веб-сайт]. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/computer-graphics-market-report> (дата звернення: 05.02.2026).
3. Grandviewresearch: [Веб-сайт]. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-animation-market> (дата звернення: 05.02.2026).
4. Grandviewresearch: [Веб-сайт]. URL: <https://www.grandviewresearch.com/horizon/statistics/3d-animation-market/type/3d-modeling/global> (дата звернення: 07.02.2026).
5. Newzoo: [Веб-сайт]. URL: <https://newzoo.com/insights/trend-reports/newzoo-global-games-market-report> (дата звернення: 07.02.2026).
6. Garagefarm: [Веб-сайт]. URL: <https://garagefarm.net/blog/stylized-rendering-in-3d-a-guide-to-artistic-expression-beyond-realism> (дата звернення: 08.02.2026).
7. Indeed: [Веб-сайт]. URL: <https://www.indeed.com/career-advice/finding-a-job/how-to-become-3d-artist> (дата звернення: 09.02.2026).
8. Blender: [Веб-сайт]. URL: <https://www.blender.org/download/requirements/> (дата звернення: 12.02.2026).
9. Unity 3d: [Веб-сайт]. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/OptimizingGraphicsPerformance.html> (дата звернення: 12.02.2026).
10. Sidefx: [Веб-сайт]. URL: <https://www.sidefx.com/products/houdini/> (дата звернення: 13.02.2026).

11. Maya: [Веб-сайт]. URL: <https://www.autodesk.com/products/maya/overview> (дата звернення: 13.02.2026).
12. 3ds-max: [Веб-сайт]. URL: <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview> (дата звернення: 14.02.2026).
13. Cinema-4d: [Веб-сайт]. URL: <https://www.maxon.net/en/cinema-4d> (дата звернення: 09.03.2026).
14. Blender: [Веб-сайт]. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/> (дата звернення: 09.03.2026).
15. Blender: [Веб-сайт]. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/meshes/editing/introduction.html> (дата звернення: 11.03.2026).
16. Blender: [Веб-сайт]. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/modifiers/introduction.html> (дата звернення: 11.03.2026).
17. Blender: [Веб-сайт]. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/materials/index.html> (дата звернення: 04.04.2026).
18. Blender: [Веб-сайт]. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/lights/index.html> (дата звернення: 15.04.2026).
19. Blender: [Веб-сайт]. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/introduction.html> (дата звернення: 15.05.2026).
20. Blender: [Веб-сайт]. URL: <https://www.blender.org/> (дата звернення: 20.04.2026).
21. Blender Manual : [Веб-сайт]. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/> (дата звернення: 07.05.2026).
22. CGTrader: [Веб-сайт]. URL: <https://www.cgtrader.com/> (дата звернення: 07.05.2026).

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. Sketchfab: [Веб-сайт]. URL: <https://sketchfab.com/> (дата звернення: 07.05.2026).

24. Катренко Л. А., Катренко А. В. Охорона праці в галузі комп'ютингу: підручник. Львів: Магнолія – 2006, 2012. 544 с. (дата звернення: 21.05.2026).

25. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. – К.: МІНРЕГІОНБУД України, 2016. 66 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65419 (дата звернення: 21.05.2026).

26. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. – Чинний з 10.12.1998. – К.: Держспоживстандарт України, 1998. 25 с. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98#Text> (дата звернення: 21.05.2026).

27. НПАОП 40.00-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. Київ, 2001. 78 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=47257 (дата звернення: 23.05.2026).

28. Правила улаштування електроустановок. К.: Міненерговугілля України, 2017. 617 с. <https://mev.gov.ua/storinka/pravy-la-ulashtuvannya-elektroustanovok> (дата звернення: 24.05.2026).

29. ДБН В.1.1.7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ, 2017. 47 с. https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3080743763845318619?doc_type=2

30. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Київ, 2018. 137 с. https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_28/1-1-0-1188 (дата звернення: 25.05.2026).

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А Презентація

Одеський національний технологічний університет
Кафедра комп'ютерних та фізико-матиматичних наук

Модельовання стилізованої 3D-сцени в середовищі Blender

Здобувач: Шпарута Андрій

Керівники: доц. Ломовцев П. Б.,
ст. викл. Болтач С. В.

Одеса - 2026

Рисунок А.1

Актуальність теми

У сучасній комп'ютерній графіці розробка художнього контенту базується на різних стилях: від фотореалізму до виразної стилізації (Low-Poly, Cartoon, Hand-Painted). Кожен напрям має свою сферу застосування — від кінематографа та анімації до мобільних ігор та VR-індустрії. Процес модельовання стилізованої 3D-сцени в середовищі Blender є актуальним напрямом, оскільки дозволяє поєднати унікальну художню Low-Poly естетику з високою оптимізацією геометрії. Це підтверджується стрімким розвитком світового ринку 3D-візуалізації, обсяг якого у 2023 році перевищив 20 млрд доларів. Інструментарій Blender забезпечує повний цикл створення таких сцен, адаптованих під технічні вимоги сучасних ігрових рушіїв.



Фотореалізм



Low-Poly



Cartoon



Hand-Painted

Рисунок А.2

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мета та задачі роботи

Метою роботи є: розробка та моделювання оптимізованої стилізованої 3D-сцени в середовищі Blender, що демонструє повний цикл виробництва та враховує технічні вимоги до подальшої інтеграції в ігрові двигуни.

Завдання роботи

- ♦ Проаналізувати принципи створення стилізованої графіки та виконати порівняльний аналіз програмних засобів такі як: Maya, Houdini, 3ds Max.
- ♦ Розробити художню концепцію та змодельовати основні об'єкти сцени.
- ♦ Створити процедурні матеріали та налаштувати систему освітлення для передачі атмосфери нічного табору.
- ♦ Реалізувати технічну оптимізацію моделей (Low-Poly) для забезпечення високої продуктивності та стабільного FPS в ігровому рушії Unity.
- ♦ Виконати фінальну візуалізацію сцени та оцінити якість отриманого результату.

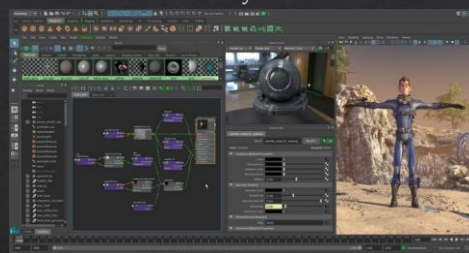
Рисунок А.3

Аналіз аналогічних систем

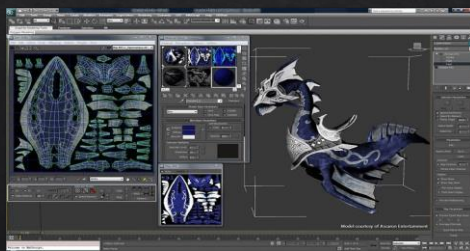
Houdini



Maya



3ds Max



Cinema 4D

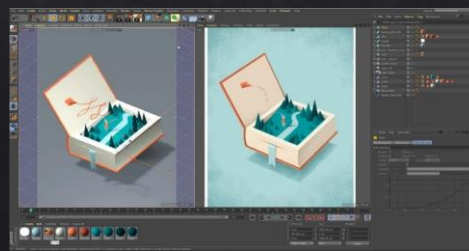


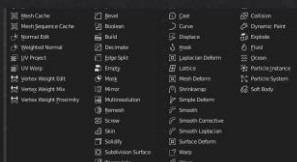
Рисунок А.4

ОПИС ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЄКТУ

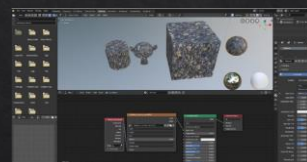


Blender

- ◆ Безкоштовна ліцензія та відкритий код.
- ◆ Повний цикл від скульптингу до композитингу.
- ◆ Потужні движки Eevee та Cycles.
- ◆ Величезна база навчальних матеріалів та плагінів.



Модифікатори



Процедурність

Рисунок А.5

Проектування системи

Інформаційна модель 3D-сцени



Діаграма компонентів

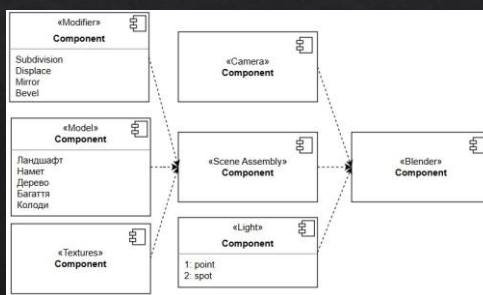


Рисунок А.6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КФМН.1.710-03.2.12

Арк.

83

Проектування системи (Частина 2)

Діаграма активностей



Діаграма варіантів використання

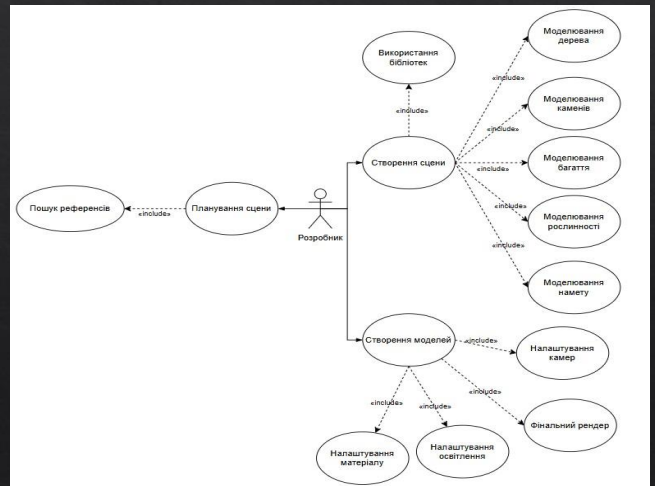
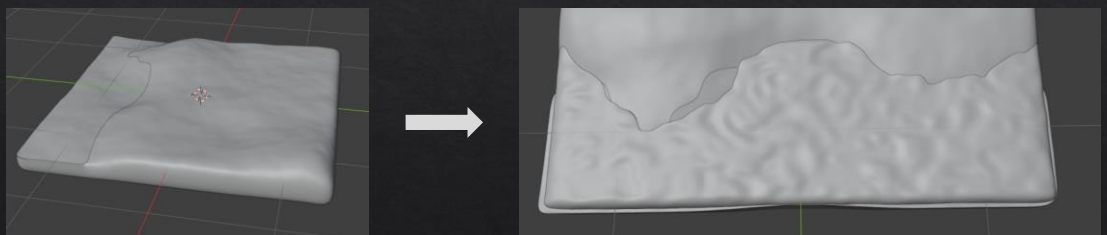


Рисунок А.7

СТВОРЕННЯ 3D СЦЕНИ У BLENDER

На першому етапі було створено всю тривимірну геометрію майбутньої сцени. З базових фігур (кубів та циліндрів) змодельовано основні об'єкти: намет, олень та табірні елементи. Окремо розроблено ландшафт річки та за допомогою референсів створено модель оленя з правильними анатомічними пропорціями.



Ландшафт

Рисунок А.8

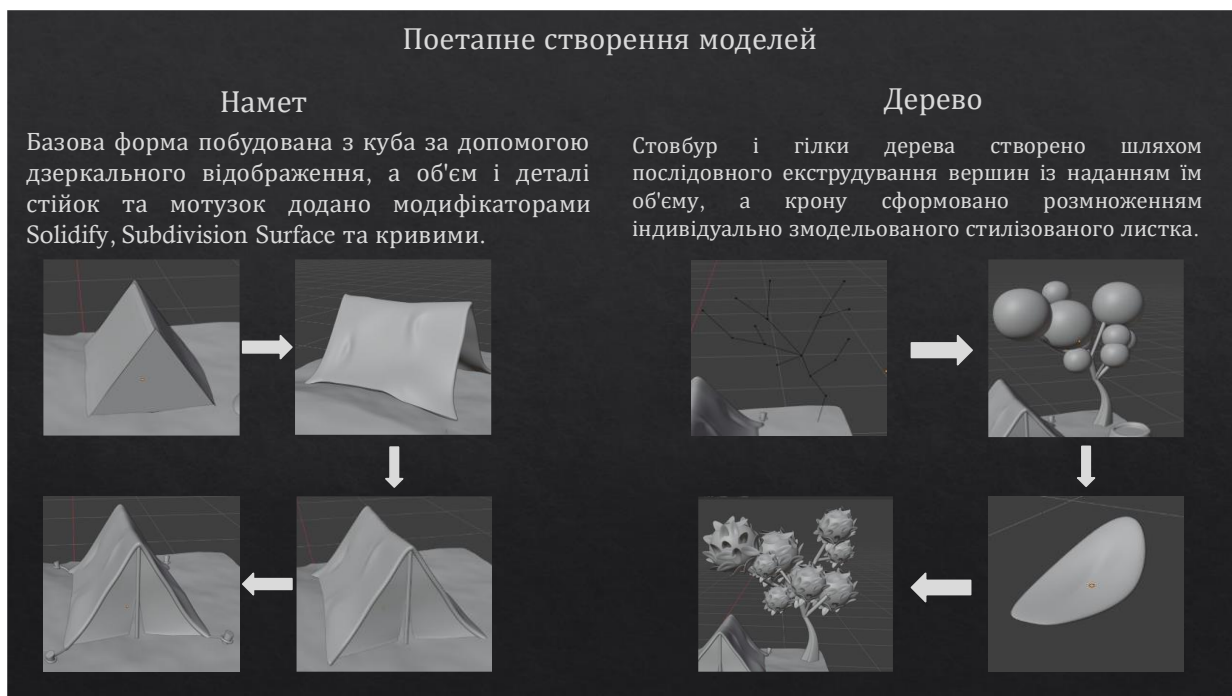


Рисунок А.9



Рисунок А.10

Шейдери / Текстури

Після створення форми об'єктам було додано колір та реалістичний вигляд. В Blender налаштовано процедурні матеріали трави, води, камені та кора дерев без використання важких сторонніх картинок. Для вогнища використано спеціальний матеріал свічення (Emission).

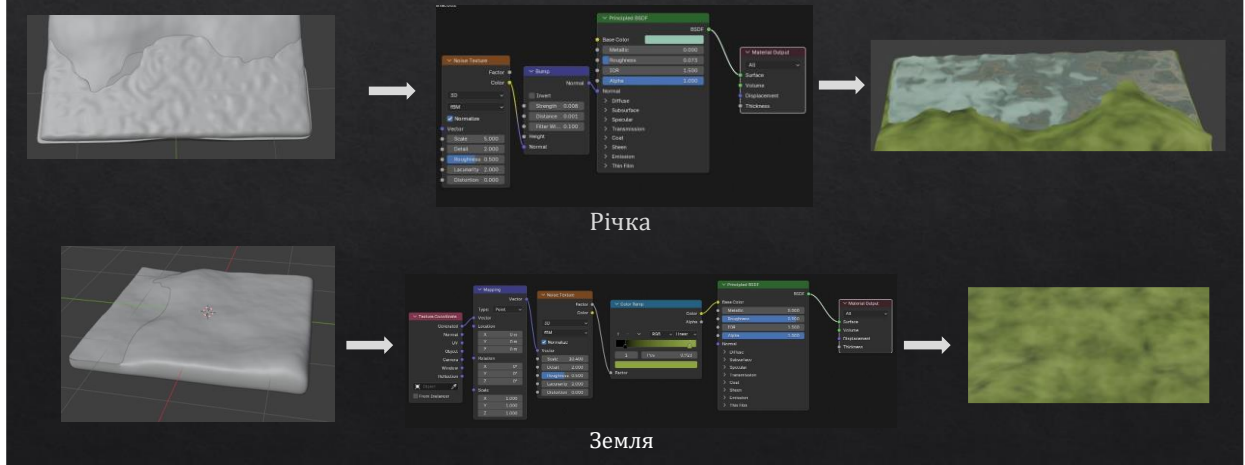


Рисунок А.11

Текстурування та шейдерування моделей

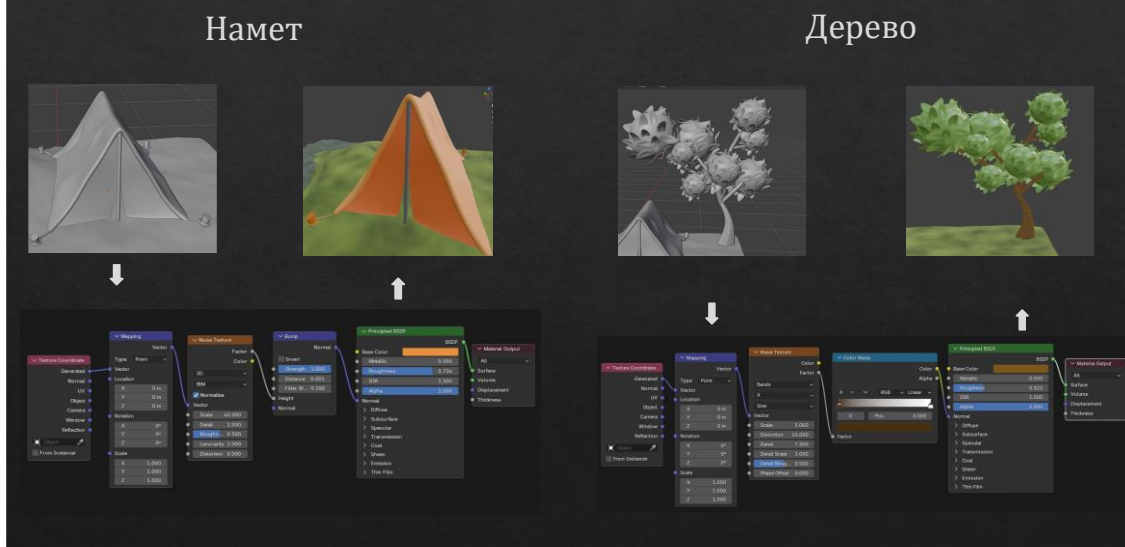


Рисунок А.12

Текстурування / Шейдеринг моделіта фінальний результат

Олень



Внаслідок накладання текстур на всі об'єкти вийшов такий результат.

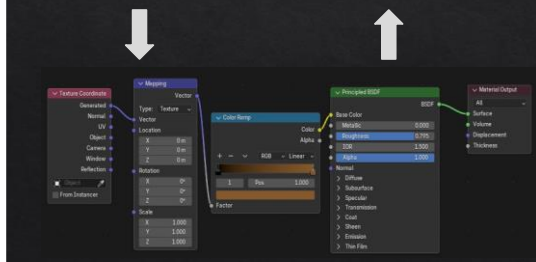


Рисунок А.13

Освітлення

На завершальному етапі було створено атмосферу нічного лісу через правильне налаштування освітлення сцени. Для цього виставлено теплі джерела світла біля багаття та холодні — для симуляції місячного сяйва, що дозволило досягти балансу тіней і підкреслити колірну палітру всіх змодельованих об'єктів.

Освітлення від вогню



Місячне світло



Рисунок А.14

Фінальний рендер

Камеру сфокусовано на головних об'єктах та запущено фінальний рендеринг для отримання готового підсумкового зображення.



Рисунок А.15

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

На слайді представлено економічне обґрунтування стартап-проекту зі створення стилізованої 3D-сцени в Blender. Проведено аналіз витрат на розробку, визначено повну собівартість проекту, початкові інвестиції, ринкову вартість, очікуваний прибуток і термін окупності, що підтверджує доцільність та економічну ефективність розробки.

Повна вартість розробки

45 819 грн

Ринкова вартість

59 564 грн

Чистий прибуток: 13 745 грн | Термін окупності: 4.27 міс.

Також було зробити розділ з охорони праці

Рисунок А.16

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Б Графічний додаток

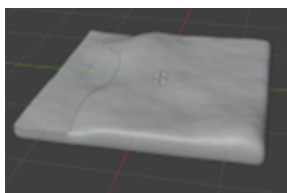


Рисунок Б.1

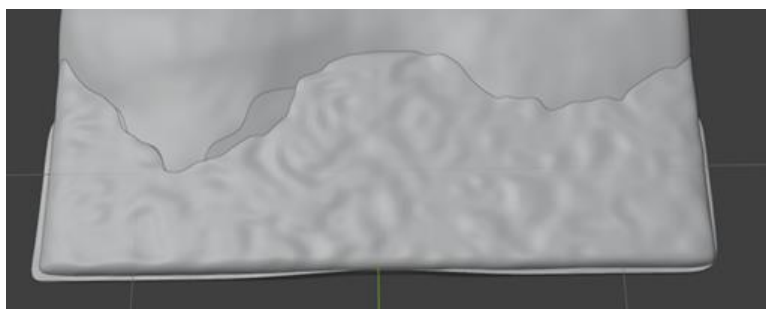


Рисунок Б.2

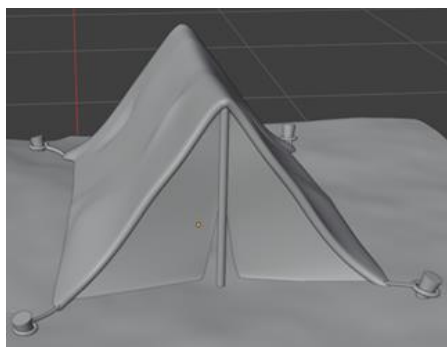


Рисунок Б.3

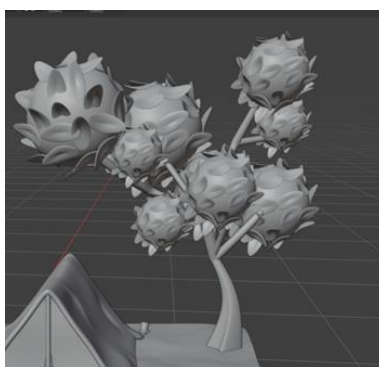


Рисунок Б.4

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

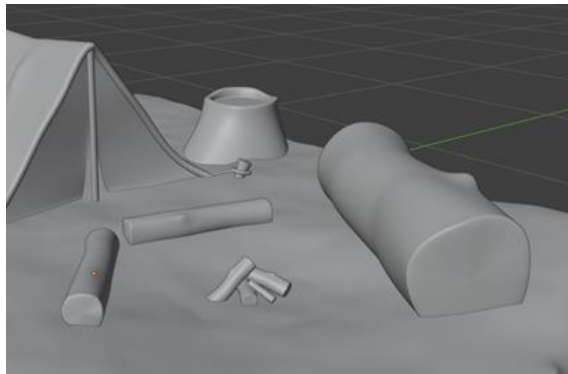


Рисунок Б.5

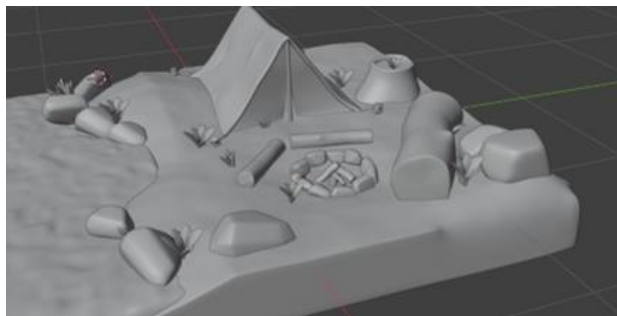


Рисунок Б.6

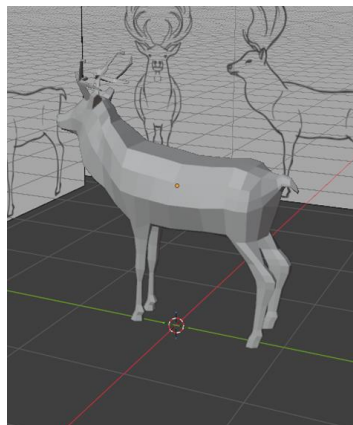


Рисунок Б.7

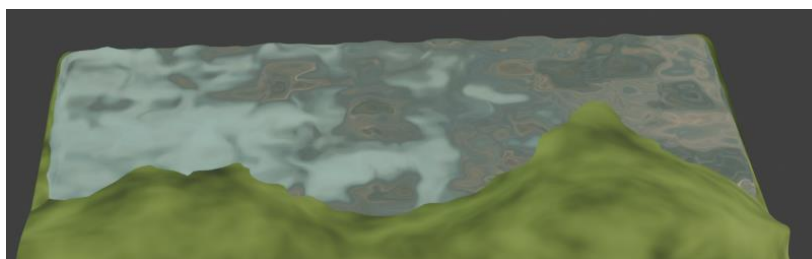


Рисунок Б.8

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок Б.9

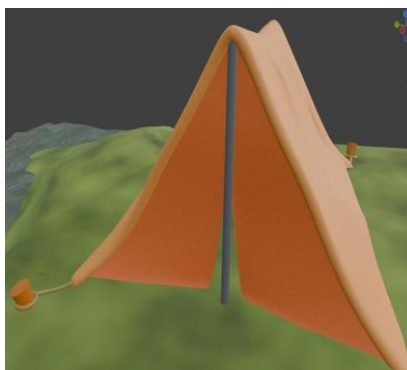


Рисунок Б.10



Рисунок Б.11



Рисунок Б.12

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок Б.13



Рисунок Б.14

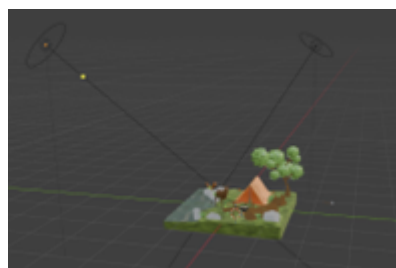


Рисунок Б.15



Рисунок Б.16

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК В Тези

Матеріали конференції «Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій»

3. Іванов-Костецький С., Гуменник І., Воронкова І. Шляхи застосування технологій 3D-друку у створенні сучасних об'єктів архітектури. Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Архітектура, № 1(7), 2022. С. 54–64.

УДК 004.92

МОДЕЛЮВАННЯ СТИЛІЗОВАНОЇ 3D-СЦЕНИ У СЕРЕДОВИЩІ BLENDER

ШПАРУТА А.А., БОЛТАЧ С.В.

(boltach.svetlana@gmail.com)

Одеський національний технологічний університет

У тезах розглянуто особливості створення стилізованої тривимірної сцени у програмному середовищі Blender. Проаналізовано основні етапи побудови сцени, зокрема моделювання об'єктів, текстурювання, налаштування матеріалів, освітлення та фінальний рендеринг. Особливу увагу приділено використанню стилізованого рендерингу як одного з напрямів сучасної комп'ютерної графіки.

Сучасні технології комп'ютерної графіки широко застосовуються у сфері візуалізації, цифрового дизайну, анімації та розробки ігрового контенту. Одним із найбільш популярних інструментів для створення тривимірної графіки є програмне середовище Blender, яке надає широкі можливості для моделювання, створення матеріалів, налаштування освітлення та рендерингу сцен [1].

Одним із напрямів розвитку комп'ютерної графіки є стилізований рендеринг, або non-photorealistic rendering (NPR). На відміну від фотореалістичного підходу, NPR орієнтований на відтворення художніх стилів, подібних до ілюстрації, коміксів або традиційної анімації. Такий підхід дозволяє створювати візуально виразні сцени, де основна увага приділяється формі, кольору та композиції [2].

Процес створення стилізованої 3D-сцени включає кілька основних етапів. Першим етапом є формування концепції майбутньої сцени. На цьому етапі визначаються художній стиль, загальна атмосфера, кольорова палітра та ключові елементи композиції. Для уточнення ідей активно використовуються референси, які допомагають сформулювати візуальне уявлення про майбутню сцену.

Наступним етапом є моделювання об'єктів сцени. У середовищі Blender моделі створюються на основі базових геометричних примітивів, які редагуються за допомогою інструментів полігонального моделювання. Для стилізованих сцен характерним є використання спрощених форм і чітких силуетів, що дозволяє підкреслити художній стиль композиції.

Важливим аспектом моделювання є правильна організація полігональної сітки, або топології моделі. Топологія визначає структуру поверхні об'єкта та впливає на якість відображення, можливість анімації та ефективність подальшої обробки моделі. Невдала топологія може призводити до появи артефактів або спотворення геометрії.

Після завершення моделювання виконується текстурювання об'єктів. Для цього використовується UV-розгортка, яка дозволяє проєктувати поверхню тривимірної моделі на двовимірну площину для подальшого нанесення текстур. Якісна UV-розгортка забезпечує коректне відображення текстур та дозволяє уникнути їх деформації [3].

Наступним етапом є створення матеріалів і налаштування шейдерів. Шейдери визначають взаємодію поверхні об'єкта зі світлом і дозволяють контролювати такі параметри, як колір, відбивання, прозорість та шорсткість. У Blender налаштування матеріалів здійснюється за допомогою вузлової системи, що забезпечує гнучке керування візуальними характеристиками поверхні.

					КРБ.КФМН.1.710-03.2.12	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значну роль у створенні атмосфери сцени відіграє освітлення. Розміщення джерел світла впливає на глибину сцени, контрастність та загальне сприйняття композиції. У стилізованих сценах освітлення часто використовується для підсилення художнього ефекту та виділення ключових елементів сцени.

Завершальним етапом є рендеринг – процес формування фінального зображення сцени на основі параметрів освітлення, матеріалів, геометрії та положення камери. У Blender для цього використовуються різні рендер-движки, що дозволяють отримувати як фотореалістичні, так і стилізовані результати.

Таким чином, створення стилізованої 3D-сцени є комплексним процесом, який поєднує технічні можливості програмних інструментів і художні принципи побудови композиції. Використання середовища Blender дозволяє ефективно реалізовувати різні підходи до візуалізації та створювати якісний цифровий контент.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Blender Foundation, “Blender Manual,” Blender Documentation. [Online]. Available: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/>. Accessed: Apr. 1, 2026.

[2] “Non-photorealistic rendering,” Wikipedia. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Non-photorealistic_rendering. Accessed: Apr. 1, 2026.

[3] BlenderLoop, “Complete Understanding of Blender’s UV Mapping.” [Online]. Available: <https://www.blenderloop.com/2022/07/complete-understanding-of-blenders-uv.html>. Accessed: Apr. 1, 2026.

[4] Blender Foundation, “Shading, Texturing and UV,” Blender Education. [Online]. Available: https://education.blender.org/blender_education_badges/shading-texturing-uv/. Accessed: Apr. 1, 2026.