

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації
(повна назва)

Кафедра медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(позначення документа)

Аналіз систем рендерингу Cycles та Corona Renderer

(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи СТМм-22-2
Олексій ЩІЧКО

(прізвище, ініціали)

Спеціальність 171 Електроніка

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа

(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Марина КОЛЕНДОВСЬКА

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____ Володимир КАРТАШОВ
(підпис) (прізвище, ініціали)

2023 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації

Кафедра Медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 171 Електроніка

(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма "Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа"

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

«____» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Студентові Щічку Олексію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Аналіз систем рендерингу Cycles та Corona Renderer

затверджена наказом по університету від "20" _____ 11 2023 р. № 1371 СТ

2. Термін подання студентом роботи 08.01.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

1. Провести аналіз та дослідження систем рендерингу їх застосування та принцип дії

2. Розробити 3D сцену та імпортувати її до іншої програми.

3. Провести порівняльний аналіз результатів, імпорту 3D сцени в системи рендерингу Cycles та Corona render

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

ВСТУП

1. Аналітичний огляд існуючих систем рендерингу

2. Огляд та аналіз програмних продуктів для створення графічних елементів

3. Аналіз завдання на проектування.

4. Розробка алгоритму створення сцени та аналіз проведеної роботи

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ


5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням обов'язкових креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій:

1.Тема роботи. 2.Вступ. 3.Актуальність. 4.Спосіб створення. 5.Програмне забезпечення. 6.Аналіз завдання. 7.Типи візуалізації. 8.Алгоритм створення сцени та візуалізації, аналіз проведеної роботи. 9. Алгоритм створення сцени. 10. Висновки.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів роботи | Термин виконання етапів роботи | Примітка |
|----|---|--------------------------------|----------|
| 1. | Аналітичний огляд існуючих систем рендерингу | 20.11.23–28.11.23 | |
| 2. | Огляд та аналіз програмних продуктів для створення графічних елементів. | 21.11.23–28.11.23 | |
| 3. | Аналіз завдання на проектування. | 23.11.23–02.12.23 | |
| 4. | Розробка алгоритму_створення сцени та аналіз проведеної роботи | 01.12.23–15.12.23 | |
| 5. | Графічна частина роботи | 15.12.23–20.12.23 | |
| 6. | Перевірка керівником | 20.12.23–24.12.23 | |
| 7. | Перевірка на академічний плагіат | 24.12.23–26.12.23 | |
| 8. | Перевірка завідувачем кафедри, рецензування | 27.12.23–31.12.23 | |

Дата видачі завдання _____ 20.11.2023 р.

Студент _____  _____ Олексій ЩІЧКО
(підпис)

Керівник роботи _____ проф. Марина КОЛЕНДОВСЬКА
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи має: 78 с., 51 рис., 3 додатка, 51 джерело.

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ІНТЕРЄРІВ, КОМП'ЮТЕРНА ГРФІКА, 3DМАХ, BLENDER, МОДЕЛІННГ, ТЕКСТУРИНГ, РЕНДЕР.

Об'єкт дослідження – фотореалістична візуалізація 3D сцен.

Предмет дослідження – рушії рендерингу Corona render та Cycles.

Мета кваліфікаційної роботи – порівняльний аналіз розробки 3D сцени під різні рушії рендерингу та налаштування їх.

Методи дослідження – створення реальної моделі, теоретичний та експериментальний аналіз, порівняння результатів.

У даній роботі наведено типи та принципи створення 3D сцен, стилі візуалізацій, принципи роботи рушіїв рендерингу Cycles та Corona render. Розглянемо програмне забезпечення яке використовується у даній роботі, його функціонал, спосіб та цілі його застосування. Визначимо більш ефективний з рушіїв рендерингу при обраних параметрах.

ABSTRACT

The explanatory note of the qualification work has: 78 pages, 51 figures, 3 appendices, 51 sources.

VISUALIZATION OF INTERIORS, COMPUTER GRAPHICS, 3DMAX, BLENDER, MODELING, TEXTURING, RENDERING.

The object of research is Corona render and Cycles rendering engines

The subject of research is Photorealistic visualization

The goal of the qualification work is to develop a 3D scene in two programs and adjust them for different rendering modes.

Research methods – Creation of a real model, theoretical analysis, comparison of results.

In this work, the types and principles of creating 3D scenes, visualization styles, principles of operation of Cycles ta Corona render engines are given. Let's consider the software used in this work, its functionality, method and purposes of its application. Let's determine the most effective of the rendering engines with the selected parameters.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- 3D - геометрична модель матеріального світу, три вимірний графіка;
- 3Ds max – програмне забезпечення для роботи з трьох вимірною графікою;
- 4D - математичний об'єкт, що узагальнює властивості тривимірного простору;
- Adobe Photoshop – програма що використовується для роботи з векторною графікою;
- Blender – програмне забезпечення для роботи з трьох вимірною графікою;
- Corona render – фотореалістичний рушій рендеру що є додатком до 3Ds max;
- CPU – використання відокарти для рендерингу;
- Cycles – стандартний фотореалістичний рушій рендерингу у Blender;
- EEVEE – стандартний рушій рендерингу у Blender;
- GPU – використання процесора для рендерингу;
- Mesh - це набір полігонів, що визначає форму об'єкта у тривимірному просторі;
- Texture Baking (запікання текстур - процес рендерингу моделі (частіше високополігональної) з усіма ефектами та складними текстурами;
- UV – відповідність між координатами на поверхні тривимірного об'єкта (X, Y, Z) і координатами на текстурі (U, V);
- UV - це відповідність між координатами на двомірній площині;

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Перелік умовних скорочень | 6 |
| Вступ..... | 9 |
| 1 Аналітичний огляд існуючих систем рендерингу | 12 |
| 1.1 Аналіз Eevee render | 12 |
| 1.2 Аналіз Cycles render | 14 |
| 1.3 Аналіз Corona render | 18 |
| 2 Огляд та аналіз програмних продуктів для створення графічних елементів | 21 |
| 2.1 Аналіз методів використання Adobe Photoshop | 21 |
| 2.2 Аналіз програмного пакету Blender | 24 |
| 2.3 Аналіз методів використання програмного пакету Autodesk 3DsMax .. | 29 |
| 3 Аналіз завдання на проектування..... | 32 |
| 3.1 Створення концепції завдання..... | 32 |
| 3.2 Створення 3D сцен, етапи їх створення..... | 32 |
| 3.3 Опис стилів у візуалізації..... | 35 |
| 4 Розробка алгоритму створення Сцени для візуалізації та аналіз проведеної роботи | 42 |
| 4.1 Розробка концепції 3D сцени..... | 42 |
| 4.2 Етап моделювання..... | 44 |
| 4.3 Етап деталізації приміщення..... | 46 |
| 4.4 Етап накладання матеріалів та текстуровання..... | 47 |
| 4.5 Етап перенесення сцени до іншої програми | 49 |
| 4.6 Етап налаштування рендеру..... | 51 |
| Висновки | 68 |

| | |
|-----------------------|----|
| Перелік посилань..... | 70 |
| Додатки..... | 79 |
| Додаток А..... | 80 |
| Додаток Б..... | 83 |
| Додаток В..... | 91 |

ВСТУП

Фото реалістичні рендери - це тип архівізу який спрямований не те щоб результат рендеру 3D сцен максимально сильно походив на зображення, яке можна зробити на фотографуючий пристрій, тобто, фактично передати реалістичний погляд на інтер'єр чи екстер'єр. Наразі в сфері візуалізацій є багато рушіїв рендеру, що здатні виконувати завдання візуалізації на достатньо високому рівні, через це виникає конкуренція та питання, з приводу того, яка з систем найкраще виконує свої функції краще. Головними системами у візуалізації є 3Ds Max з Corona render, Blender з Cycles, Maya з Maya Composite, Cinema 4D з RebusFarm. Тобто систем візуалізації досить багато, що дозволяє обирати як між самими рушіями, так і серед програмного забезпечення.

З кожним роком ці системи вдосконалюються, деякі починають обходити своїх конкурентів, але через те що перехід на інше програмне забезпечення вимагає багато часу та ресурсів, компанії та індивідуальні розробники продовжують користуватися тими засобами які були обрані ними з самого початку, це не означає що перехід не можливий, чи складний, але час та ресурси затрачені на такий перехід не завжди виправдовують себе, через це й проводиться дослідження, що повинно показати наскільки актуальним може бути такий перехід, і яку різницю результатів можна отримати якщо використовувати різні рушії рендерингу.

Використовуються візуалізації в широкій сфері, то їх актуальність завжди на високому рівні. Як приклад для фізичних осіб які хочуть побачити свій майбутній інтер'єр, для цього створюється план приміщення, приблизні за розміром та формою деталі інтер'єру та розставляються розробником в тих місцях які бажає замовник, дуже часто при розробці створюється декілька планів приміщення, з різною розстановкою об'єктів, це допомагає обрати найкращий варіант серед розроблених, щоб в кінцевому результаті втілити

візуалізацію такого інтер'єру в реальності, такі сцени часто мають не точності з точки зору розміру об'єктів, через що точне відтворення інколи може бути неможливим, але за бажанням планування можна відтворити з точністю до міліметра, що у випадку другого дозволить повністю відтворити отриманий на рендері 3D сцени результат.

Інша ситуація це розробка архітектурного плану, в який частіше за все використовують забудовники, візуалізації в цій сфері не лише допомагають в рекламі, ідеалізуючи деякі моменти майбутніх споруд, а й допомагають в будівництві. За основу таких візуалізацій завжди беруться креслення що заздалегідь розробляються архітектором, за ними й йде розробка комп'ютерної моделі а після й візуалізації, дуже важливо щоб під час створення зберігались правильні розміри які завжди зазначаються в матеріалах які передають візуалізатору, це дозволяє перенести реальні розміри та використовувати створену візуалізацію як з дизайнерської так і з архітектурної частини, наприклад, використати візуалізацію для обрання кращого кольору, іншого типу обшивки, положень зовнішніх елементів декору. Але все ж головне завдання візуалізацій це довести фінальний результат до замовника, або клієнта, тобто за часту візуалізації розробляють з погляду більш естетичної точки зору, підбираються більш яскраві кольори, виставляється світло під правильним кутом, використовують відтінки та гру світла та тіней щоб підкреслити вигідні деталі та приховати не дуже вдалі архітектурні рішення.

Для створення таких візуалізацій використовують програми для 3D графіки та спеціальні доповнення до них, рушії рендеру які не прив'язані до конкретної програми але лише взаємодіють з нею, процес створення починається з плану, наприклад приміщення, основним елементом при створенні є моделі та матеріали високої якості, частіше за все вони мають багато полігонів та текстурні меми металічності, відбиття, прозорості, та рельєфу. Після накладання матеріалів, наступним етапом йде створення світла, що сильно впливає на загальний вигляд фінального рендеру, останнім

етапом йде налаштування параметрів рендерингу та самого зображення. Рендер фактично імітує роботу світла в реальному світі, тобто промені від джерела світла потрапляють до віртуального об'єктива і тим самим відображують об'єкти, їх колір, та фізичні властивості їх матеріалів.

Завданням цієї роботи було створення фото реалістичного рендеру 3D сцени, застосовуючи декілька рушіїв рендеру, які використовують різні програми, ця робота повинна показати які результати можна отримати при роботі з двома однаковими сценами, налаштуваннями, матеріалам та освітленням, але при використанні різних рушіїв рендерингу. Нажаль повна ідентичність параметрів не досяжна, так як кожна система має свої налаштування, але завдяки приблизно однаковому принципу роботи, деякі параметри співпадають. Також до завдання входить визначити ефективність різних систем рендерингу, час їх рендеру та якість фінальної візуалізації.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ РЕНДЕРИНГУ

Розглянемо вже існуючі системи рендерингу, їх налаштування, та результати їх роботи.

1.1 Аналіз Eevee render

Blender Eevee - це потужна система візуалізації, розроблена для використання в програмі Blender [1]. З його допомогою користувачі можуть створювати реалістичну 3D-графіку та анімацію. Однією з ключових особливостей Blender Eevee є альфа-рендерер, який дозволяє створювати зображення з прозорим фоном.

Альфа-рендерер – це функція яка дозволяє створювати сцени або об'єкти на прозорому фоні (рис. 1.1), що дуже корисно при роботі з логотипами, банерами, та різними анімаціями.

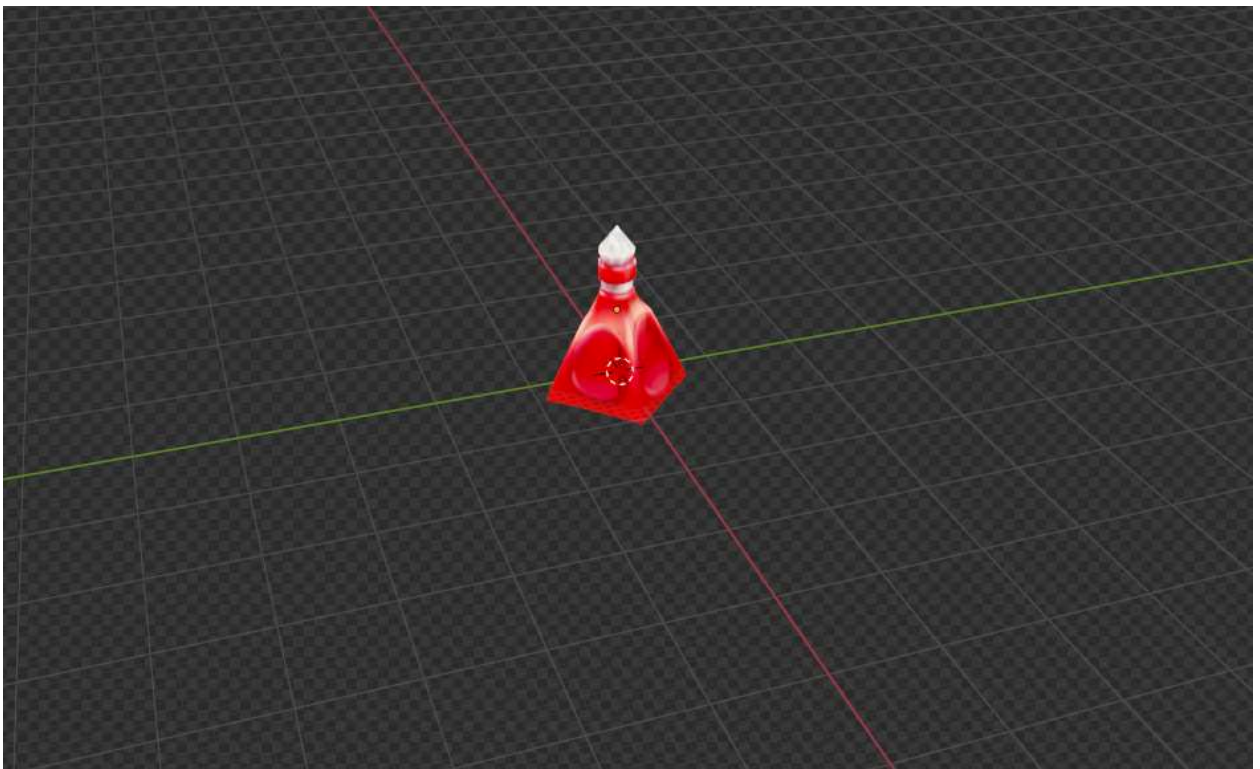


Рисунок 1.1 – Приклад об'єкту Eevee render на прозорому фоні [1]

Також до особливостей цієї системи можна зазначити як рендер у реальному часі, мається на увазі те що при ввімкненні функції пре-рендеру, ми без будь яких очікувань отримуємо фінальний результат, тоді як наприклад для Cycles та Corona render ми маємо почекати доки розрахунки шляхів світла будуть оброблені.

Матеріали в Eevee створюються за допомогою тих самих вузлів шейдерів, що й Cycles, що полегшує рендеринг існуючих сцен. Для користувачів Cycles це робить Eevee чудовим рендерером у реальному часі як програмою попереднього перегляду. Шейдер Principled BSDF сумісний з багатьма ігровими движками, дозволяючи вам налаштовувати матеріали ігрових об'єктів безпосередньо в Blender (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Приклад роботи рушія Eevee [1]

Для глобального освітлення Eevee використовує попередньо вичислені світлові зонди.

Обсяг опромінення захоплює розсіяване освітлення, щоб висвітлювати те що знаходяться всередині об'єкта, за допомогою непрямого світла. Це не вимагає створення світлових карт і навіть працює з об'єктами, які переміщуються всередині цих об'ємів.

Reflection Cubemaps створюють локальні відбитки середовища для об'єктів поблизу. Це робиться для того, щоб забезпечити точне відображення (наприклад, не відображати небо від об'єктів у замкнутому просторі.) [2].

Reflection Planes дозволяє відображати сцену так, якби камера знаходилася на їх місці. Це корисно тільки для плоских глянцевиx поверхонь, таких як нерухома вода або блискуча підлога. Ці об'єкти можуть бути використані, щоб допомогти SSR створити більш точні пошкодження на цих поверхнях.

До недоліків EEVEE можна віднести використання OpenGL, а керування пам'яттю GPU, що здійснюється за допомогою драйвера OpenGL. Теоретично в пам'ять графічного процесора повинні бути записані лише необхідні текстури та сітки для одного виклику малювання.

Отже, якщо сцена дійсно важка, драйвер буде завантажувати та вивантажувати «ресурси», щоб усі об'єкти відображались правильно. На практиці використання занадто великого обсягу пам'яті GPU може призвести до збою, зависання чи збою драйвера GPU [3].

1.2 Аналіз Cycles render

Cycles — це рушій рендерингу, який вперше з'явився у Blender версії 2.61 у грудні 2011. Він доступний у якості доповнень для програмного наряду з новим вбудованим рендером EEVEE. Cycles створює зображення методом трасування променів з упором на інтерактивність і простоту використання.

Для матеріалів використовується система нодів, за допомогою якої можна створювати фотореалістичні матеріали будь-якої складності (рис. 1.3). Найбільшими перевагами рушія є можливість швидкого перегляду результату безпосередньо у вікні 3D-вида, а також рендеринг за допомогою графічної карти (GPU).

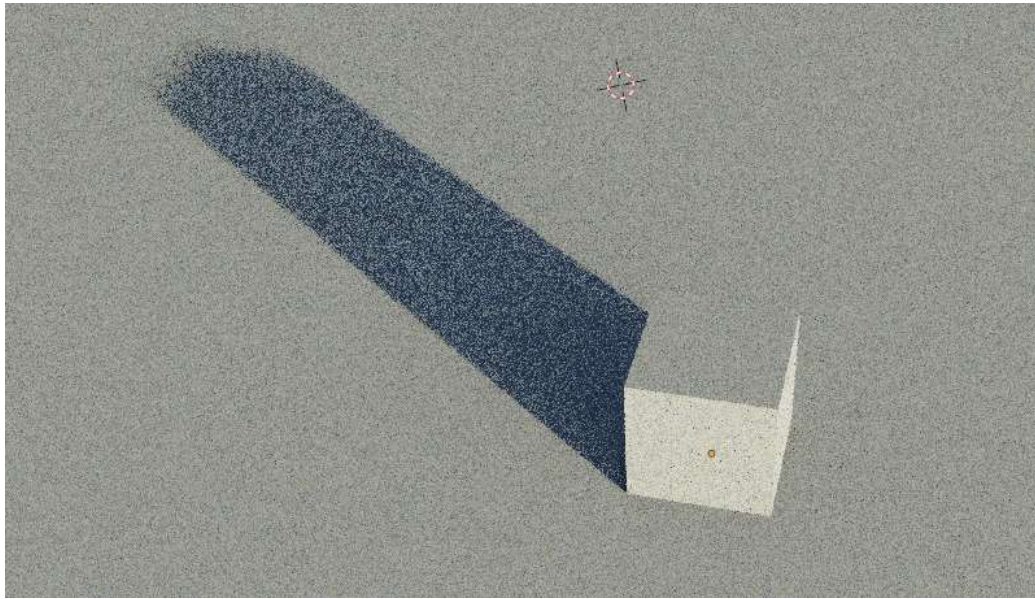


Рисунок 1.3 – Приклад пре-рендеру у Cycles [3]

Рушій рендеринга Cycles має в своєму розпорядженні більше восьмидесяти нодів для створення матеріалів.

Cycles використовує систему під назвою «Інтегратор» це алгоритм візуалізації, який використовується для розрахунку освітлення. Наразі Cycles підтримує інтегратор із трасуванням шляху та прямим вибіркоким світлом. Він добре працює для різних налаштувань освітлення, але не дуже підходить для каустики та іншого складного освітлення (рис. 1.4).

Принцип роботи полягає в простеженні променів від камери до сцени, відскакуючи, доки не знайдуть джерело світла, наприклад світло й об'єкт, що випромінює світло, або фон світу. Для пошуку вогнів і поверхонь, що випромінюють світло, використовується як непряма вибірка світла так і пряма вибірка світла, вибір джерела світла та відстеження променів до нього.

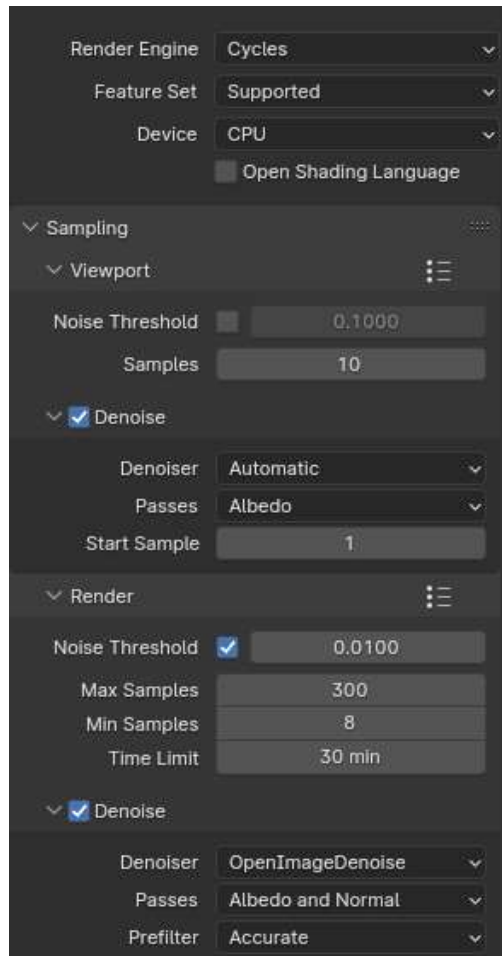


Рисунок 1.4 – Налаштування параметрів рендеру Cycles

Основними параметрами для освітлення є:

1. Viewport Samples – кількість зразків для візуалізації вікна перегляду. Встановлення цього значення до нуля вмикає необмежену вибірку вікна перегляду.
2. Render Samples – кількість шляхів для трасування по кожному пікселю в остаточній візуалізації. Чим більше семплів, тим більш точним і менш зашумленим буде результат.
3. Time Limit - відтворює сцену, доки не буде досягнуто ліміту часу або кількості семплів. Коли для часу встановлено значення 0, кількість вибірок використовується для визначення моменту зупинки візуалізації.
4. Adaptive Sampling - завдяки адаптивній вибірці Cycles автоматично зменшує кількість вибірок у областях із низьким рівнем шуму для

швидшого відтворення та більш рівномірного розподілу шуму. Наприклад, для волосся персонажа може знадобитися багато зразків, але для фону може знадобитися дуже мало.

За допомогою адаптивної вибірки також можна відтворювати зображення з цільовою кількістю шуму. Для цього встановлюється шумовий поріг, типові значення знаходяться в діапазоні від 0,1 до 0,001. Потім можна встановити високе значення зразків візуалізації, і засіб візуалізації автоматично вибере відповідну кількість зразків.

Denoising – система, яка за допомогою вшитої нейромережі прибирає шум, як з пре-рендеру так і на фінальному результаті роботи. Нажаль ця система не є максимально ефективною і при надто великому рівні шумів створює артефакти що виглядають як чорні полоси на поверхні.

За допомогою цього рушія рендеру, поєднань його принципу роботи, та матеріалів, створюються фото реалістичні зображення (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Приклад роботи Cycles

1.3 Аналіз Corona render

Corona Renderer — це фото-реалістичний візуалізатор, розроблений у 2009 році. На даний момент один із найпопулярніших візуалізаторів для 3Ds max. Завдяки своїм перевагам, Corona render, є одним з найкращих систем для візуалізації [4].

Головною перевагою цього рушія є якісна та реалістична візуалізація. Одним з найголовніших факторів серед них є робота з освітленням, при роботі з будь-яким елементом середовища Corona Renderer дозволяє системі Sun and Sky регулювати перспективу, створювати ефект об'єму. Можливе встановлення параметрів погоди і висоту сонця над горизонтом.

Функція Interactive LightMix дозволяє змінювати інтенсивність світла та колір як під час, так і після візуалізації. Візуалізація різного часу доби за допомогою одного або кількох джерел світла доступна за змін лише декількох параметрів. Налаштування можна зберегти для повторного використання для відтворення сцени в тому самому місці, але при іншому освітленні.

Відбиття світлових променів, викликане вигнутими поверхнями, допомагає досягти більшої реалістичності візуалізації. Яскравий приклад каустики - гра світла і тіні на дні моря або басейну. Corona Renderer дозволяє оптимізувати роботу з додавання ефекту. Надбудова Fast Caustics Solver автоматично обчислює каустики для всіх матеріалів у сцені на даний момент.

Базові матеріали які входять цього рушія рендера, вже мають в собі налаштування під різні поверхні, з своїми властивостями, таких матеріалів нараховується близько тридцяти п'яти одиниць, до них входять, скло, шкіра, метали, дерев'яні поверхні (рис 1.6).

Corona Renderer збільшує швидкість роботи над проектом. У процесі підготовки сцени можна змінювати розташування об'єктів і джерел освітлення, фактуру матеріалів, а також відтінки - інтерактивний рендеринг

реагує на зміни і демонструє попередній результат роботи над зображенням. Щоб оцінити результат внесених коригувань, не потрібно чекати повної обробки. Інтерактивний рендеринг працює з GPU без завантаження дискретної відеокарти разом з цим можна використовувати шумозаглушення «NVIDIA OptiX» він дозволяє максимально швидко отримати чітке зображення без візуальних шумів.

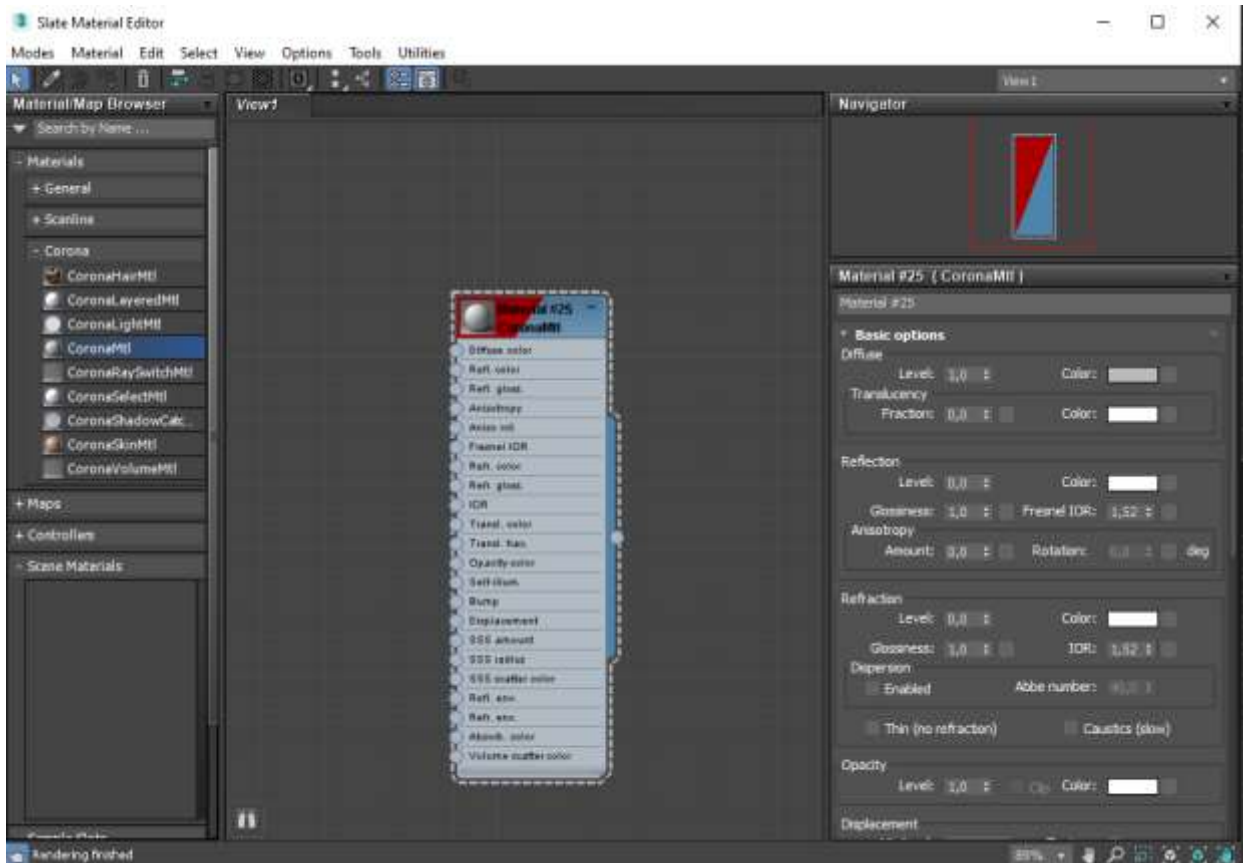


Рисунок 1.6 – Матеріали Corona render у 3Ds Max [4]

За усіма параметрами на даний час Corona render самий універсальний рушій рендеру, що дозволяє як дуже просто налаштувати параметри так і змінювати фінальний результат вже після завершення роботи (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Приклад візуалізації Corona render

В цьому розділі проведено аналіз програмного забезпечення, що використовується надалі. Розглянуті програми дуже широко використовуються як у сфері 3D графіки, наприклад створенні моделей для ігор, архітектури, медицини чи промисловості, так і для візуалізацій. Проведено аналіз їх переваг та недоліків. Аналіз показав, що наразі найпопулярнішою програмою для створення фотореалістичних рендерів є 3Ds Max з додатком Corona Render, що обумовлено часом створення, та захоплення ринку, але при цьому рівень ефективності який має це програмне забезпечення, показують й інші програми, такі як Blender, Cinema 4d, Maya. Що створює на ринку програмних забезпечень конкуренцію, та дозволяє працювати й в інших середовищах.

Таким чином в цій кваліфікаційній роботі надалі будуть використовуватися Blender та 3ds Max, тому що саме ці програми працюють з потрібними нам рушіями рендерингу. Photoshop в свою чергу використовується як програма для компоновання й подальшої пост обробки.

2 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГРАФІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Огляд інструментів за допомогою яких створюється графічний контент для таких жанрів ігор як візуальна новела.

Проаналізуємо програми які використовують для обробки зображень.

2.1 Аналіз методів використання Adobe Photoshop

Adobe Photoshop — це багатofункціональне програмне забезпечення для редагування та обробки графіки, розроблене та видане Adobe Inc. Програма широко використовується в дизайні, фотографії, образотворчому мистецтві, [4] веб-дизайні та багатьох інших галузях (рис. 2.1) [5].

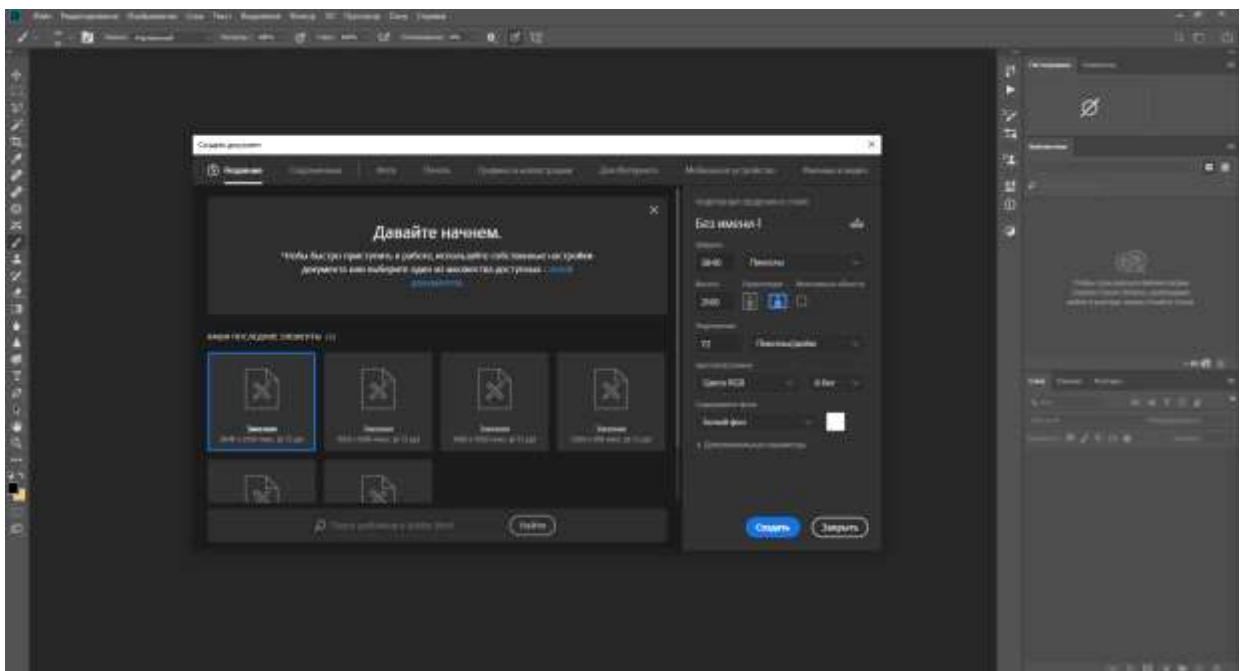


Рисунок 2.1 – Інтерфейс програми Adobe Photoshop [5]

До основних функцій Adobe Photoshop входить:

1. Редагування растрових зображень – Photoshop призначений переважно для роботи з растровою (піксельною) графікою. Користувачі

можуть ретушувати фотографії, виправляти кольори, змінювати розміри зображень тощо.

2. Шари Photoshop – Програма має концепцію шарів, яка дозволяє користувачам працювати з різними елементами зображення незалежно один від одного. Це забезпечує більшу гнучкість і контроль під час редагування. Шари працюють таким чином що верхній шар завжди перекриває нижній, та на додаток має режим накладання що дозволяє більш детально редагувати шар на загальному плані (рис. 2.2).

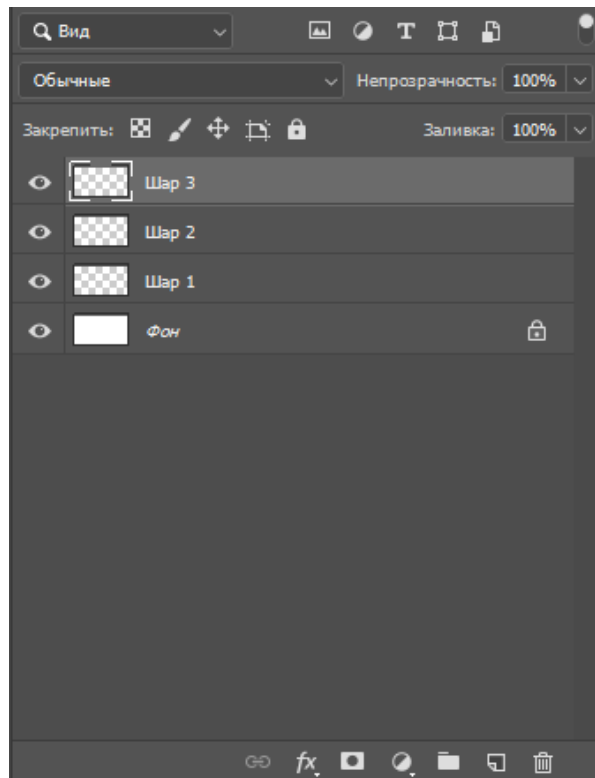


Рисунок 2.2 – Шари у Adobe Photoshop

3. Фільтри та ефекти – Ця функція надає широкий спектр фільтрів та ефектів для творчої обробки зображень, включаючи розмиття, покращення, стилізацію та багато інших. До фільтрів можна віднести кольорову корекцію, розмиття, різкість, фільтри що імітують різноманітні стилі (рис. 2.3).

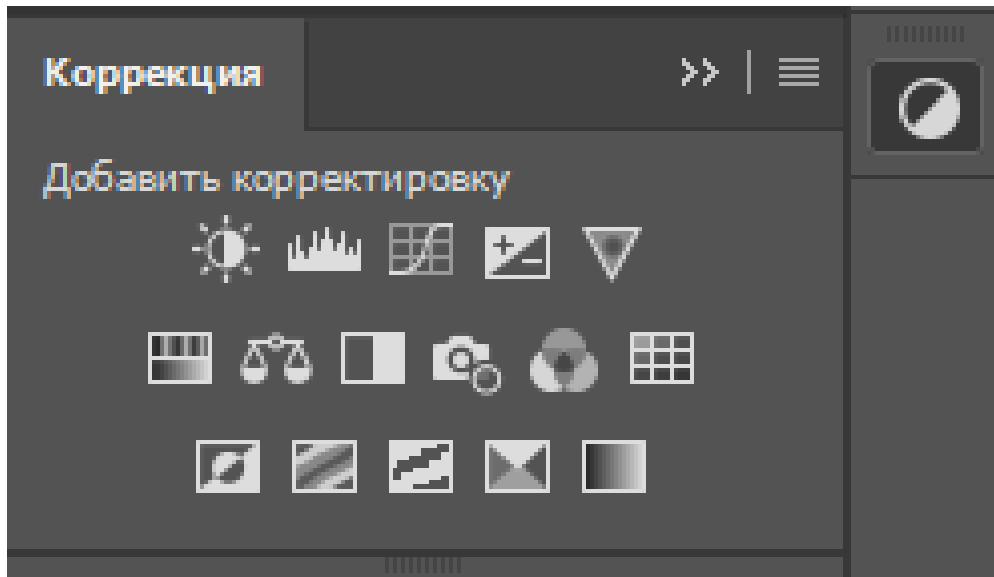


Рисунок 2.3 – Фільтри та ефекти у Adobe Photoshop [5]

4. Векторні інструменти – Photoshop містить деякі інструменти для роботи з векторною графікою, наприклад фігурами, текстом і контурами.

5. Робота з текстом – Програма надає широкі можливості для роботи з текстом, включаючи вибір шрифтів, розмірів, кольорів, а також трансформацію та стилізацію елементів тексту (рис. 2.4).

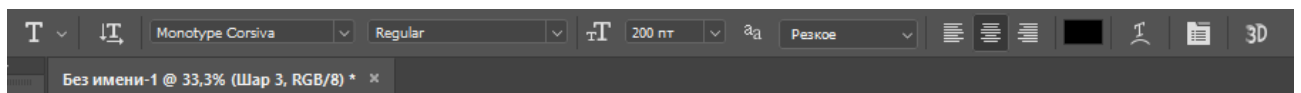


Рисунок 2.4 – Панель роботи з текстом у Adobe Photoshop

6. Сумісність та інтеграція – Програма має можливість інтеграції з іншими продуктами Adobe, такими як Adobe Illustrator та Adobe InDesign. Також є можливість роботи з різними форматами файлів.

7. Робота з 3D-графікою – Середовище має декілька інструментів для роботи з 3D-графікою, вони дозволяють створювати та редагувати 3D-моделі та текстури.

Adobe Photoshop є галузевим стандартом у графічному дизайні та фотографії, задаючи стандарт для програм подібного функціоналу.

2.2 Аналіз програмного пакету Blender

Blender 3D - це безкоштовне програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом для 3D-моделювання, анімації, візуалізації, композиції, створення ігор та інших завдань візуалізації. набір інструментів призначений для створення 3D-моделей, анімації, моделювання, освітлення, скульптури та використання нестандартних механізмів візуалізації. Перевагами цієї програми є великий вибір вбудованих кистей і зручний інтерфейс (рис. 2.5).

На жаль, серед його недоліків – відсутність можливостей корекції зображення та кольору [6,7].

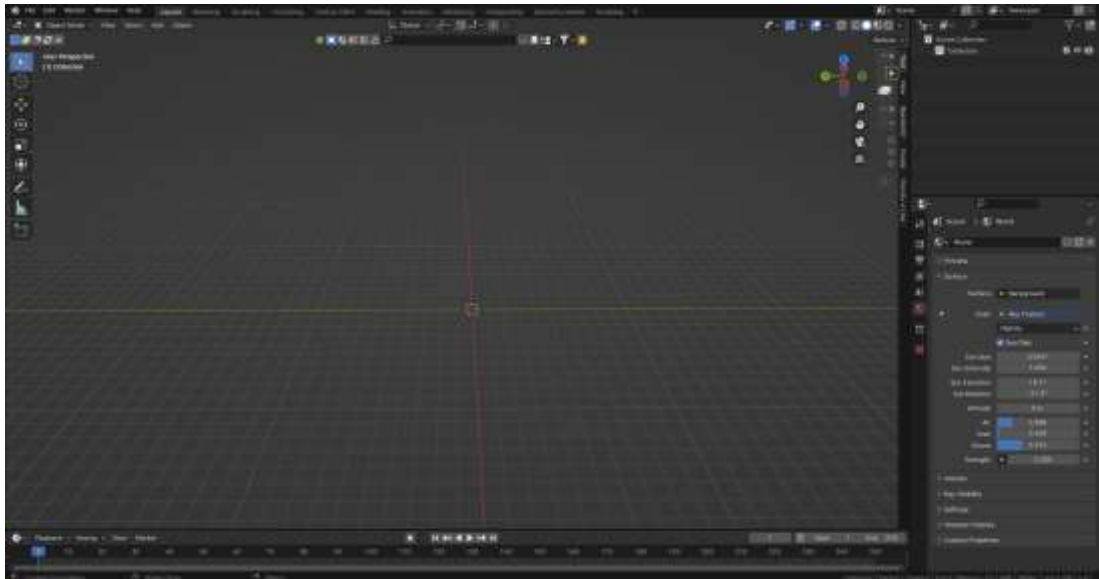


Рисунок 2.5 - Інтерфейс Blender [6]

Інтерфейс Blender вважається найбільш зручним для користувача порівняно з конкурентами, оскільки всі функціональні кнопки розташовані таким чином, що їх легко зрозуміти інтуїтивно. Інтерфейс, показаний на рис. 2.5, зменшує бар'єр входу для початківців, що сприяє зростанню популярності Blender [8]. Серед ключових елементів функціональності програми можна виділити модифікатори - це автоматичні операції, що впливають на об'єкти в неруйнівному режимі. За допомогою модифікаторів

можна легко домогтися різноманітних ефектів, які важко було б реалізувати вручну. Ілюстрацію модифікаторів показано на рисунку 2.6.

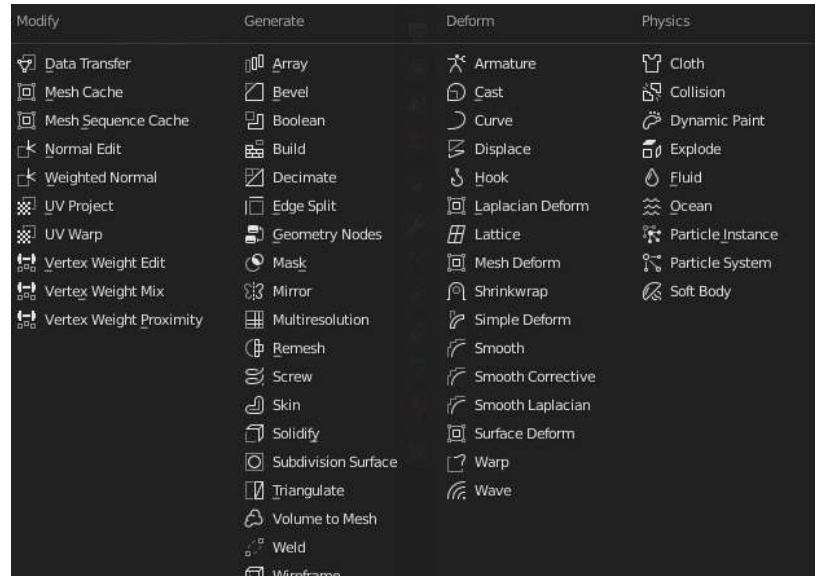


Рисунок 2.6 – Модифікатори Blender

1) Blender в області скульптингу дозволяє працювати не тільки з моделями з малою кількістю полігонів, а й з високополігональними об'єктами. У програмі є всі необхідні інструменти для ефективного скульптури, представлені в рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 - Скульптинг у Blender

1) Процес анімації відбувається за допомогою системи ключових кадрів, між якими програма автоматично створює анімовані переходи, як показано на рисунку 2.8.

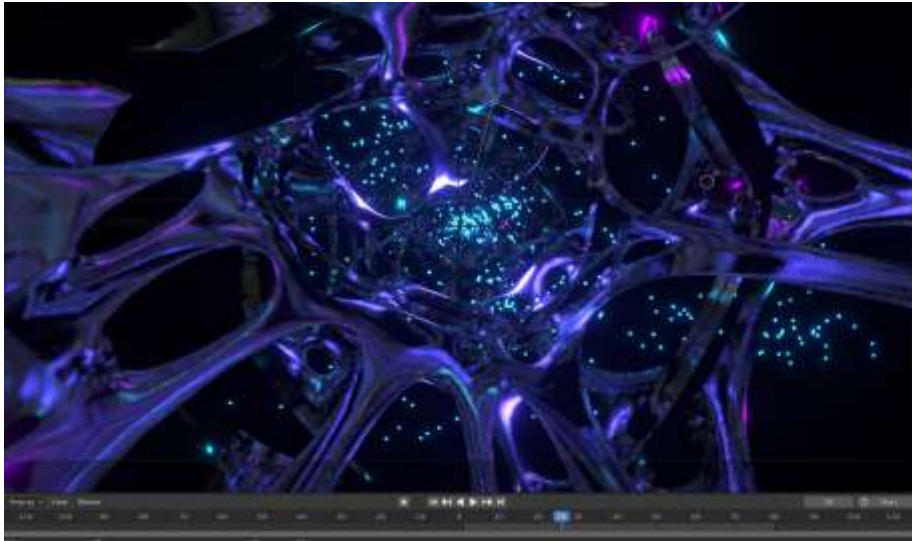


Рисунок 2.8 - Анімація у Blender [8]

2) Рендеринг в Blender. Цей процес здійснюється за допомогою двох власних рушіїв рендеру, Cycles та Eevee. Обидва рушії використовують майже однакову систему обчислень, але Cycles, який можна побачити на Рисунку 2.9, надає зображення більш фото реалістичним, ніж Eevee. Тому його частіше використовують для рендерингу.



Рисунок 2.9 - Рендер Cycles [8]

Характерною особливістю пакету Blender є його невеликий обсяг та сумісність з багатьма популярними операційними системами. Серед функцій пакету можна виділити підтримку різноманітних геометричних примітивів, таких як полігональні моделі, система Швидкого моделювання у режимі subdivision surface, криві Безьє, NURBS surfaces, metaballs, відсікання полігонів та векторні шрифти.

Унікальними вбудованими механізмами є системи рендерингу Cycles та Eevee та їх інтеграція з YafRay. У сфері анімації надаються інструменти, такі як обернена кінематика, арматурна (скелетна) та сіткова деформація, ключові кадри, нелінійна анімація, таймлайн, вагове виділення вершин, обмеження, динаміка м'яких тіл, включаючи визначення колізій форми об'єктів при взаємодії, динаміка рідин, динаміка твердих тіл Bullet, система волосся на основі частинок та система частинок для визначення колізій об'єктів.

Python використовується для створення інструментів та прототипів, логіки в іграх, імпорту та експорту файлів, а також для автоматизації завдань. Blender є основою для системи нелінійного редагування відео та взаємодії з музикою.

Game Blender, як підпроект Blender, надає інтерактивні можливості, такі як визначення колізій, рушій динаміки та програмована логіка. Він також дозволяє створювати окремі додатки в режимі реального часу, починаючи від архітектурної візуалізації і закінчуючи відеоіграми. Основа системи нелінійного Редагування відео та роботи з музиками.

Game Blender - підпроект Blender, що надає інтерактивні Функції, Такі як визначення колізій, рушій динаміки та програмована логіка. Також ВІН дозволяє створювати ОКРЕМІ real-time Додатки починаючи від архітектурної візуалізації до відео ігор.

Додаткові особливості:

1. У Blender об'єкт (представляючи собою сутність, що взаємодіє з навколишнім світом) та його дані (визначена форма/функції об'єкта)

розділені. Відношення об'єкт-дані представлено відношенням m:n (у термінах теорії баз даних, що вказує на можливість кількох об'єктів використовувати одні й ті ж дані) і динамічно пов'язані між собою, що дозволяє використовувати деякі процеси швидкого моделювання, що є унікальним для Blender.

2. Внутрішня файлова система Blender дозволяє зберігати кілька сцен в єдиному файлі (.blend файл).
3. Всі файли .blend сумісні як зі старішими, так і з новішими версіями Blender, а також між різними платформами. Це дозволяє переносити вміст, створений раніше.
4. Blender автоматично створює резервні копії проектів, що дозволяє зберегти дані в разі непередбачених обставин.
5. Усі елементи сцени, об'єкти, матеріали, текстури, звуки та ефекти післяпродакшн можуть бути збережені в єдиному файлі .blend.
6. Налаштування робочого середовища можуть бути збережені в файлі .blend, що дозволяє зберігати і відновлювати власні налаштування. Файл може бути збережений як "користувацький за умовчанням", що забезпечує однаковий набір об'єктів та інтерфейс при кожному відкритті Blender.

Переваги Blender включають зручний інтерфейс, безкоштовність та відкритий код, що дозволяє користувачам вносити модифікації, високоякісні вбудовані двигуни рендерингу та універсальність для вирішення різноманітних завдань.

Недоліками можна вважати той факт, що програма знаходиться у стані розробки та може містити помилки, що призводять до перерв у роботі програми.

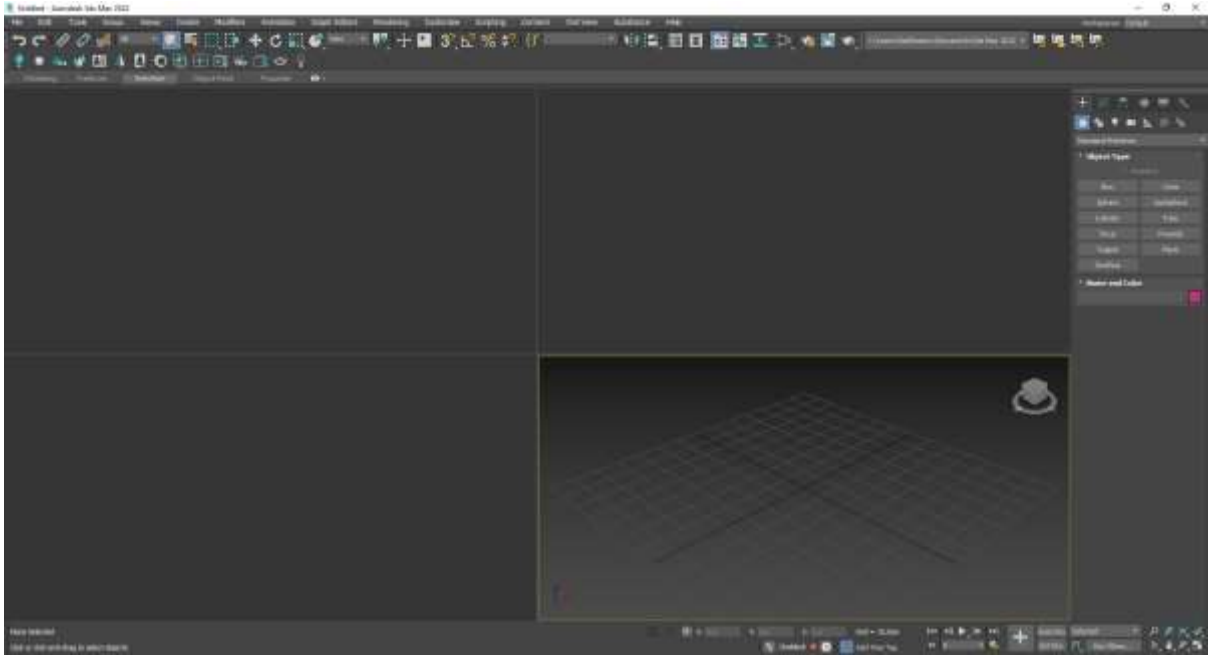


Рисунок 2.7 – Інтерфейс 3Ds Max

2.3 Аналіз методів використання програмного пакету Autodesk 3DsMax

Autodesk 3DsMax - це програмне забезпечення для 3D-моделювання, анімації та візуалізації, розроблене Autodesk (рис. 2.7). Це потужний інструмент, який широко використовується у візуальних ефектах, іграх, архітектурній візуалізації та інших областях тривимірної графіки, ця програма має великий функціонал, основним з його функцій можна зазначити:

1) 3D-моделювання у 3Ds Max. Програмне середовище надає широкі інструменти для створення 3D-моделей, включаючи об'єкти, персонажів, архітектурні для роботи з трьох вимірною графікою. Моделі можна створювати за допомогою багатокутників, NURBS, підрозділів та інших типів поверхонь (рис. 2.8). Для початку роботи з моделями необхідно створити примітив, він робиться у два етапи, в першому ми маємо обрати його ширину та товщину в другому з площіни, наш примітив перетворюється на куб, створиться його висота. Такий тип створення примітивів, дозволяє швидше підібрати необхідну форму не прибігаючи до змін створеного примітива. Моделювання у 3Ds Max дуже часто відбувається за допомогою назначених

на об'єкт модифікаторів, що спрощують роботу та зменшують час що йде на створення моделі [5].

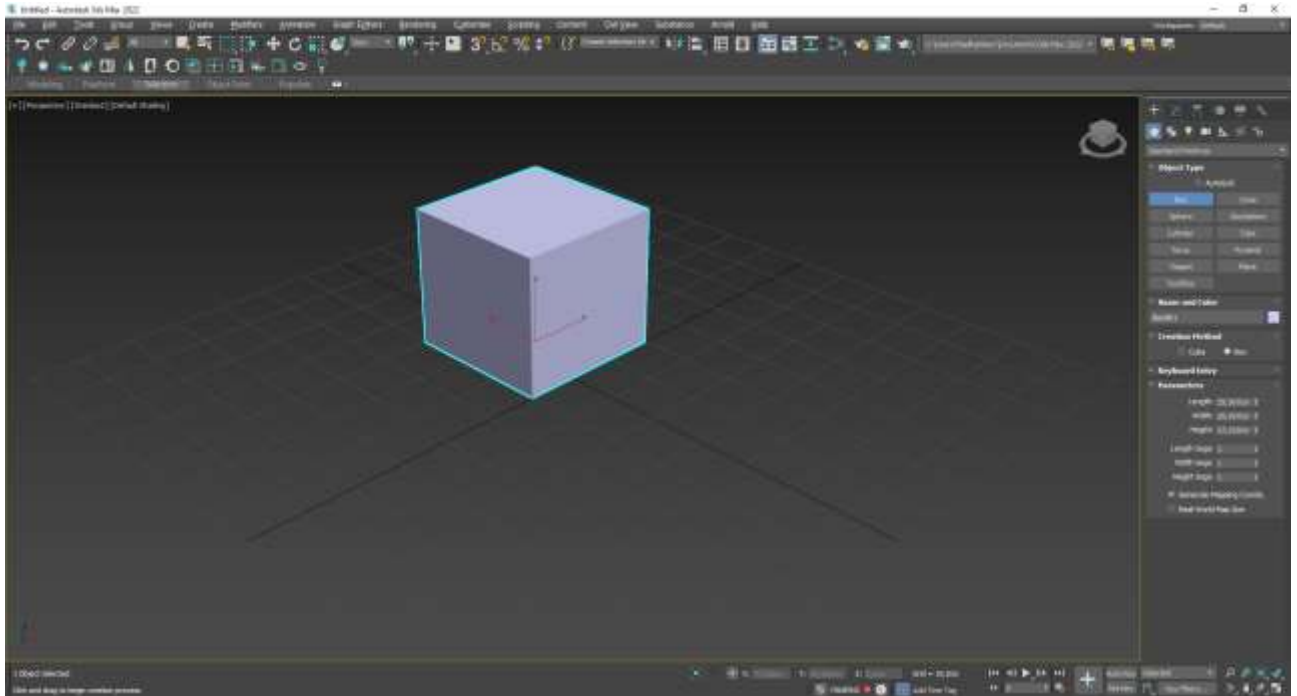


Рисунок 2.8 – Створення кубу для моделювання в 3Ds Max

Анімація. Програма надає можливість створювати складні анімації об'єктів, персонажів і камер. Включено інструменти для роботи з ключовими кадрами, траєкторіями руху, деформаціями та динамікою.

Візуалізація. 3Ds Max містить потужні інструменти візуалізації, які дозволяють створювати високоякісні візуалізації. У програмі представлені різні механізми візуалізації, такі як Arnold, mental ray та Corona render.

Налаштування рушіїв рендерингу та їх оптимізація дозволяють працювати з 3D моделями навіть у режимі рендеру, хоч це й буде навантажувати систему комп'ютера, але дозволить бачити зміни форми об'єктів, матеріалів, освітлення у реальному часі, це облегшує роботу та точність назначених параметрів (рис. 2.9).



Рисунок 2.9 – Режим рендеру та робоче середовище у 3Ds Max [9]

Динамічне моделювання: 3Ds Max пропонує можливості для створення динамічних симуляцій, таких як моделювання частинок, волосся та м'яких тіл.

Редактор сцен у 3Ds max – це інструмент для керування складними сценами, що дозволяють сцені включати в себе багато об'єктів і світла.

Підтримка плагінів у 3Ds Max надає можливість розширити програму за допомогою плагінів, що дозволяє користувачам інтегрувати додаткові функції та інструменти.

Інтеграція з іншими продуктами Autodesk з 3Ds Max дозволяє взаємодіє з іншими програмами Autodesk, такими як AutoCAD, Revit і Maya, забезпечуючи безперебійний робочий процес для проектів, які потребують використання різних інструментів.

3Ds Max є одним із провідних інструментів у індустрії 3D-графіки та залишається популярним серед професіоналів, які працюють із рендерингом та анімацією.

3 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ

3.1 Створення концепції завдання

Ціллю цього проекту було створення 3D сцени у Blender, з подальшою візуалізацією у фото реалістичному стилі. Другою частиною завдання було перенесення її у 3Ds Max та налаштуванням під рушій Corona render.

Фінальною задачею стояло порівняння отриманих результатів, за однакових налаштувань, та параметрах складових комп'ютера. Проведення аналізу отриманих результатів, виявлення позитивних та негативних ознак кожної з систем і вибору кращої з них.

3.2 Створення 3D сцен, етапи їх створення

3D сцена це поняття яке включає в собі роботу над моделюванням, текстуруванням, композицією, роботою зі світлом, рендерингом та подальшою обробкою у спеціалізованих програмах. [7]

Для початку створення необхідно мати референси, та концепцію, це включає в себе визначення теми, стилю, атмосфери та ключових елементів, які потрібно включити, в світі нараховуються десятки стилів та підстилів які розглянуті у розділі 3.3. Визначившись з стилем розробляємої сцени дуже важливо підібрати референси, тобто вже створені роботи, реальні проекти, чи минулі ескізи що є в наявності. Такими референсами часто виступають роботи інших дизайнерів та візуалізаторів, що натомість не означає копіювання роботи, а лише слугує підказкою для тих чи інших рішень. Прикладом такого референсу послугує рисунок 3.1.



Рисунок 3.1 – Приклад референсу що був застосований для створення нашого проекту

Наступним етапом є створення базової геометрії, використовувати можна будь яку програму для моделювання, такі як Blender, 3Ds Max, Maya або Cinema 4D. Це може включати створення форм, структур, та інших основних елементів. Тобто розміщення основних предметів у сцені за допомогою кубів, колон, прямокутників та інших базових фігур, що призначені для розуміння подальшої конфігурації приміщення або будівлі.

Коли всі примітиви розставлені, й узгоджені, і сцена набуло потрібної форми, починається етап створення моделей, сюди входить додавання до сцени меблів, рослинності, деталей інтер'єру, будь яких архітектурних елементів, тощо. Він формує остаточне бачення сцени, яке можливо буде доповнюватись до максимальної деталізації, тобто заповненням всіх можливих місць предметами. Головне зберігати логіку розміщення, тобто розуміти де які елементи можуть знаходитись, робочий простір, столи, шафи, полиці, кожне з цих місць зберігає власні об'єкти, що дозволяє зберегти правдоподібність та фото реалістичність.

На момент текстурвання, всі предмети та моделі розставлені по своїх місцях і тепер до об'єктів присвоюються матеріали, які визначають їхній зовнішній вигляд, та додаються текстури для створення реалістичних поверхонь. Це може включати текстури для дерева, каменю, металу. Фінальний вигляд 3D сцени сильно залежить як від якості текстур, так і рівня розробленості та складності матеріалів. Тобто використовуючи текстури з високою роздільною здатністю наприклад в 4K (3840 на 2160) ми отримаємо набагато кращий результат ніж при тій же текстурі але Full HD (1920 на 1060) якості. Рівень складності матеріалів теж відіграє важливу роль бо від них залежать фізичні властивості, і чим більш реалістичними вони будуть тим більш правдоподібним вийде фінальний рендер [8].

Подальша робота поєднує в собі більш творчий процес, підбір освітлення, та постановка камери, освітлення може бути створене за допомогою декількох інструментів, таких як генеруємий матеріал неба, та джерел світла, або ж використати HDRs. HDR (High Dynamic Range) – це технологія, яка забезпечує більш високий динамічний діапазон зображення, що дозволяє передати більший діапазон яскравості та контрасту, близький до сприйняття людським оком. Загальним результатом застосування HDR у візуалізації інтер'єру є більш реалістичне та природне відображення світла та тіней, що важливо при створенні високоякісних візуальних ефектів у 3D-графіці. Приклад HDRs зображено на рисунку 3.2



Рисунок 3.2 – HDRs з зображенням поля

До встановлення камери можна віднести налаштування параметрів камери, таких як положення, кут огляду, фокусна відстань та інші параметри, щоб досягти бажаного візуального ефекту. Головною задачею в цьому етапі обрати найбільш вигідний ракурс що буде включати в себе, правильне положення світла, видимість всіх деталей та елементів.

Рендеринг виступає заключним етапом, що включає в себе як візуалізацію так і налаштування параметрів, кожен з рушіїв рендеру має свої особливості, але всі мають один незмінний параметр, це кількість семплів. Він відповідає за те скільки відскоків робить світло від камери, чим більша його кількість тим більше інформації наша камера отримає від об'єктів у сцені, що підвищить якість відображення матеріалів та світла, рендеринг може зайняти значну кількість часу в залежності від складності сцени та потужності обладнання, що використовується.

3.3 Опис стилів у візуалізації

Стилів у візуалізації інтер'єру багато, і вибір стилю залежить від уподобань замовника, функціональних вимог приміщення та концепції дизайну. Саме від цього буде будуватися майбутня сцена.[9] Основними та найвідомішими стилями можна назвати:

1) Сучасний стиль – Характеризується чистими лініями, мінімалістичним декором, використаннм сучасних матеріалів і технологій. Часто включає яскраві кольори, відкриті плани та акцент на функціональність. Сучасний стиль в інтер'єрі особливо підходить для оформлення кухні, він відрізняється функціональністю, зручністю і комфортом. Всі кухонні меблі повинні приносити максимум користі, при цьому їхня кількість повинна бути мінімальною. Приклад такого інтер'єру зображено на рисунку 3.3



Рисунок 3.3 – Приклад сучасного інтер'єру

2) Класичний стиль - Це стиль що містить в собі елегантні та розкішні елементи, вишукані матеріали обробки, красиві меблі. Використовуються традиційні кольори, такі як бежевий, коричневий, золотий. Як стиль в інтер'єрі сучасна класика оформилася в протиположності модерну, який відрізнявся надмірною декоративністю і безліччю нефункціональних деталей. Нео класичний напрям об'єднав античну красу і гармонію з більш демократичною реалізацією, відмовившись від масивності і монументальності. Приклад класичного інтер'єру зображено на Рисунку 3.4



Рисунок 3.4 – Приклад класичного інтер'єру

3) Скандинавський стиль – це с тиль в основі якого полягає простота, натуральні матеріали, світлі кольори, комфорт і функціональність. Часто включає в себе дерев'яні меблі, нейтральні відтінки і текстильні акценти. Скромність і естетична простота в скандинавському стилі вдало поєднуються з універсальністю і функціональністю навіть маленьких дрібничок. Нейтральна кольорова гама та геометрично правильні, рівні лінії ефектно перетворюють будь-яке приміщення на елегантно оформлений простір і дійсно знаходяться поза годиною. Інтер'єр з великими та світлими кімнатами, зручна м'яка меблі, оздоблення натуральними матеріалами – все це підкорює поціновувачів натуральності, універсальності та ненав'язливості. Приклад скандинавського інтер'єру зображено на рисунку 3.5



Рисунок 3.5 – Приклад скандинавського інтер'єру

4) Індустріальний стиль - тип інтер'єру особливістю якого є використання будівельних матеріалів в їх первинному вигляді. Ідеальним прикладом такого приміщення в якому буде повна відсутність оздоблення стін та стелі. Зазвичай під час ремонту залишають недоторканими цегляні стіни (без штукатурки), бетонні підлоги і стелі, металеві сходи, арматуру, труби, а іноді і навіть проводку оформляють таким чином, щоб не сховавши її в стінах, інтер'єр цього стилю має на увазі наявність недороблених і недобудованих ділянок в абсолютно закінченому житловому приміщенні - самобутня естетика. Приклад інтер'єру зображено на рисунку 3.6



Рисунок 3.6 – Приклад індустріального стилю

5) Мінімалізм – стиль, що передбачає в собі відсутність зайвих деталей, простори простори, нейтральні кольори.

Акцент робиться на функціональності та чистоті форм. Натуральні матеріали, дерев'яні меблі, теплі відтінки. Включає в себе елементи, натхненні кантрі, такі як кам'яні стіни, дерев'яні балки та тканини в сільському стилі.

Приклад мінімалізму показано на рисунку 3.7



Рисунок 3.7 – Приклад мінімалістичного стилю

Сучасна концепція створення інтер'єрів в стилі мінімалізм, на відміну від скандинавського дизайну для досягнення більшої досконалості доповнюється красивим «спокійним» текстилем, різноманітним декором, теплими кольоровими рисами. Хоча основою стилю є контрастне поєднання класичних білих і чорних кольорів, гра з текстурою, формами, графікою, фактурою поверхонь, варіантами підсвічування завжди додає індивідуальності. Тому кімнати не виглядають суворо, відображають захоплення і інтереси власника.

При створенні дизайнів квартир, апартаментів, офісів та інших об'єктів в стилі мінімалізм слід дотримуватися основних правил стосовно лаконічності і почуття міри.

б) Високотехнологічний – Це стиль що підкреслює сучасні технології, металеві поверхні, скло, інноваційні лампи. Часто включає дизайни розумних домівок і акцент на високотехнологічні прилади. Інтер'єр без громіздких меблів, без яскравих кольорів, етнічних візерунків і повна відсутність декору. Форма предметів обтікаюча, гладка, що віддзеркалює сонячне світло від поверхні. Якщо в інтер'єрі створюється сходи або камін, то допускається витіювата або трубчаста форма. Колір однотонний сріблястий, ванільний, білий або будь-які відтінки світло-бежевого тону, а також яскраво-червоний. Приклад високотехнологічного інтер'єру показано на Рисунку 3.8



Рисунок 3.8 – Приклад високотехнологічного інтер'єру

Розглянувши основні типи інтер'єрів було прийнято рішення використовувати сучасний стиль, через простоту та зручність створення такого типу сцен. Цей стиль на відміну від класичного не має надто громіздких та складних деталей, що збільшило б час створення сцени, та не потребує дуже складних комплексних матеріалів, які б знадобилися для створення цегляних стін в індустріальному стилі.

Через низку характеристик саме сучасний стиль буде створюватись в наступному розділі і саме на його прикладі буде відбуватися порівняння.

4 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ СТВОРЕННЯ СЦЕНИ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА АНАЛІЗ ПРОВЕДЕНОЇ РОБОТИ

У цьому розділі буде відображена уся хід проведеної роботи. Початком для створення була ідея виявлення різниці, у якості фінального рендеру, однакових сцен, з однаковими матеріалами, текстурами та освітленням, але в різних рушіях рендеру. Для проведення порівняння було обрано дві системи, Corona render що є додатком до програми 3Ds Max та Cycles що є стандартним рушієм рендерингу у Blender. Візуалізація буде проводитись на основі створеної у Blender сцени, процес планування, створення моделей, накладання матеріалів, перенесення сцени у 3Ds Max та налаштування рушіїв, викладено нижче.

4.1 Розробка концепції 3D сцени

Розробка будь якої сцени починається з концепції, нею стало приміщення зали, що мало б панорамне вікно, та великий задній двір а також прохід до іншої кімнати. Основа кімнати зображена на Рисунку 4.1.

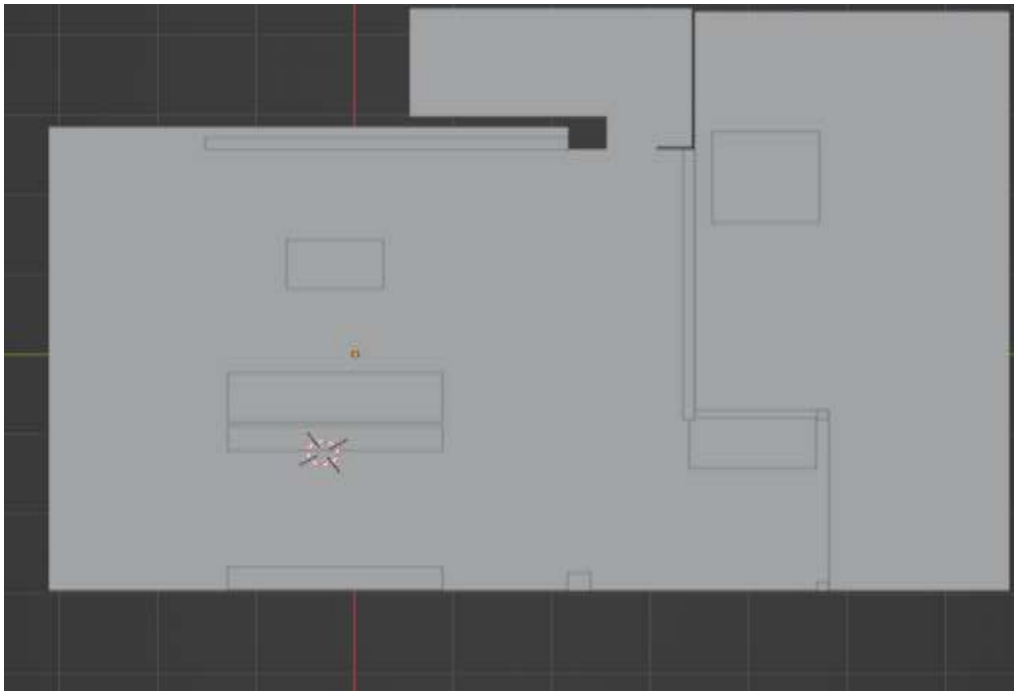


Рисунок 4.1 – Зображення форми приміщення зверху

Розміщення майбутніх елементів інтер'єру зроблено за допомогою базових примітивів, в даному випадку з застосуванням Vox, Таке розміщення показує як більш гармонічно розташувати об'єкти, на сцені, та корегувати їх. Таким чином виникають перші образи майбутньої сцени, що дозволяє вже на цьому етапі побачити його приблизний вигляд, він зображений на рисунку 4.2

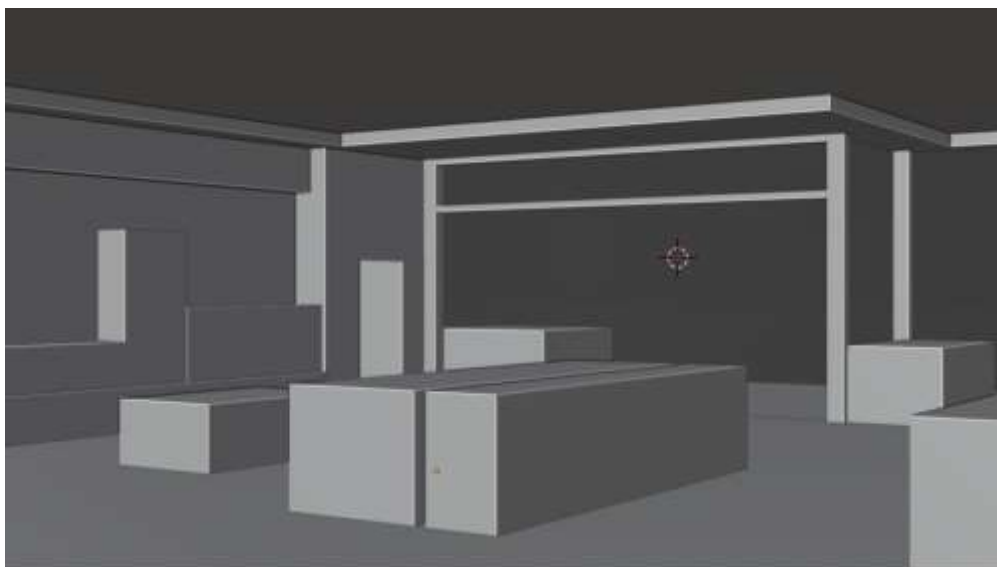


Рисунок 4.2 – Зображення об'єктів інтер'єру за допомогою примітивів

4.2 Етап моделювання

Коли задача з розміщенням предметів було вирішена, починається етап моделювання, за допомогою тих же примітивів, створюємо більш складні елементи, наприклад шафи. Додаємо до сцени Vox та переходимо до режиму редагування, розподіляючи модель гранями створюємо форму як на Рисунку 4.3

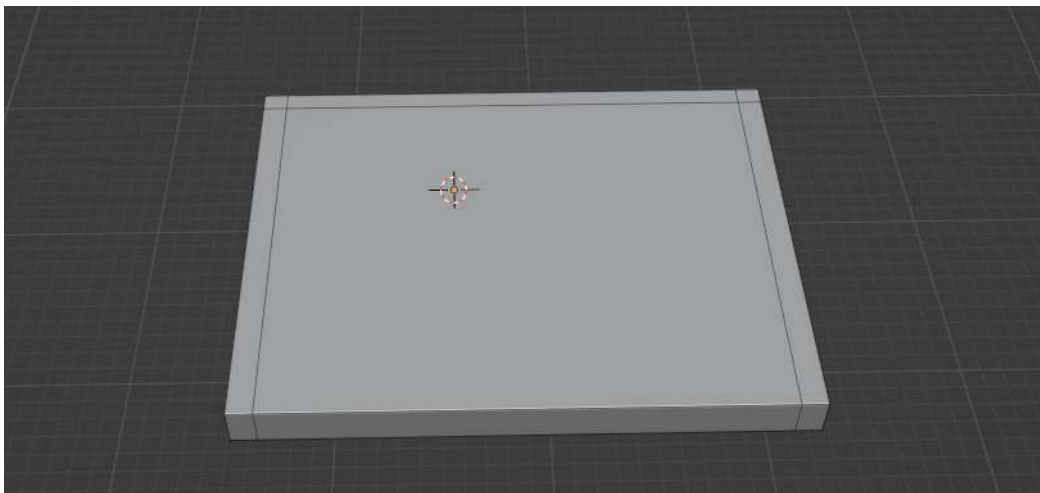


Рисунок 4.3 – Перший етап створення форми для одного з об'єктів

За допомогою інструменту екструдування видавлюємо площіни що знаходяться по бокам, та робимо з них декілька рівнів, після чого об'єднуємо «Полиці» що показано на рисунку 4.4.



Рисунок 4.4 – Другий етап створення форми для одного з об'єктів

Додаємо деталей, таких як заглиблення полиць, та декоративних елементів наприклад впадини зверху та знизу моделі, також долаємо сглажування на ребра, надаючи більш плавної формидеяким елементам. Фінальний результат роботи зображено на рисунку 4.5.



Рисунок 4.5 – Фінальний етап створення форми для одного з об'єктів

Таким же методом, за допомогою різноманітних інструментів та модифікаторів, основними з яких є Mirror, array та Subdivision surface, вони відповідають за зміну форми, та полегшують роботу з більш складними предметами. Завершенням цього етапу є сцена повністю обладнана базовими елементами, столами, вікнами, дверями, тощо. Результат роботи представлено на рис. 4.6.



Рисунок 4.6 – Сцена з базовими об'єктами

4.3 Етап деталізації приміщення

Наступний етап містить в собі най кропітливішу роботу, що включає в себе як пошук різноманітних об'єктів, так і створення нових, деталізація приміщення вимагає, вмінь у дизайні, пошуку інформації, моделюванні складних 3D моделей та естетичного відчуття. Поступове наповнення приміщення відбувалося за зонами, з початку були наповнені шафи біля стін, книги стали головним елементом наповнення в цій сцени, так як більшість простору займали саме полиці, та книжні шафи. В куту було прийняте рішення створення робочої зони що являє собою стіл з комп'ютером та аксесуарами для нього. Диван, журнальний столик та телевізор були розміщені паралельно один до одного, це створило створити другу, зону відпочинку. Розділяючим елементом виступила полиці що паралельно одна до одної знаходилась за диваном та створювала «Коридор», який вів до робочої зони.

Таким чином, розміщення предметів спонукало не лише комфортній експлуатації приміщення а й «Розширенню» приміщення завдяки розподілу. Кінцевий вигляд сцени без матеріалів зображено на рис. 4.7.



Рисунок 4.7 – Деталізована сцена без матеріалів та освітлення

4.4 Етап накладання матеріалів та текстурування

Коли моделювання завершено, починається етап накладання матеріалів та текстурування. Матеріали в Blender створюються за допомогою системи нодів, більшість фото реалістичних матеріалів використовують декілька текстурних мап, як це зображено на рисунку 4.8.

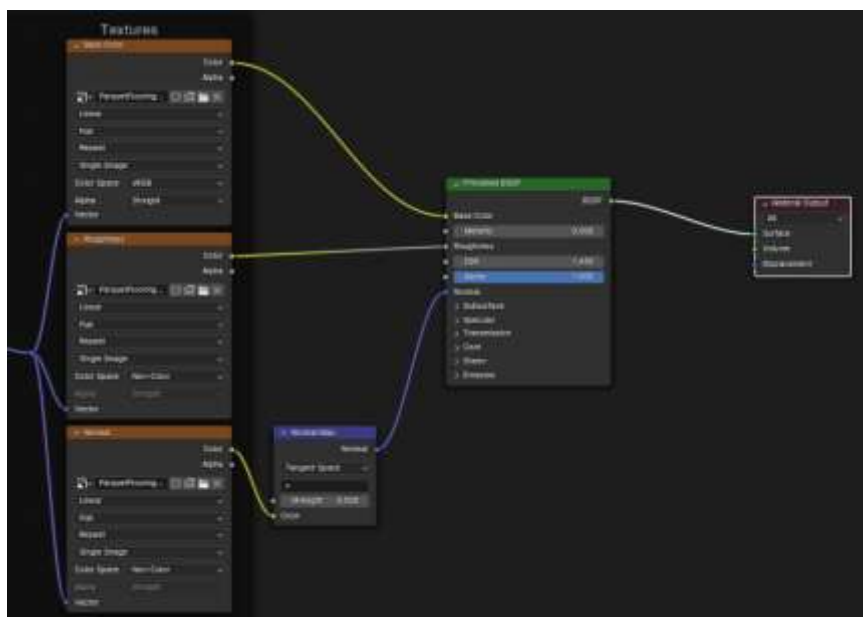


Рисунок 4.8 – Матеріал з під'єднаними текстурними мапами

Ці мапи фактично вказують на те який параметр і на якій частині текстури повинен відображатися. В основному використовують чотири основні типи текстурних мап але іноді використовуються й інші. До основних ми віднесемо мапи кольору, металічності, віддзеркалення та нормалій. Мапа кольору передає віддінок у форматі RGB та задає колір моделі, мапа металічності та віддзеркалення задає ділянки на яких присутні ефекти їх мап, нормалі ж фактично задають об'єкту об'єм, тобто зміну форми без зміни сітки 3D моделі. Приклад такої мапи зображено на Рисунку 4.9

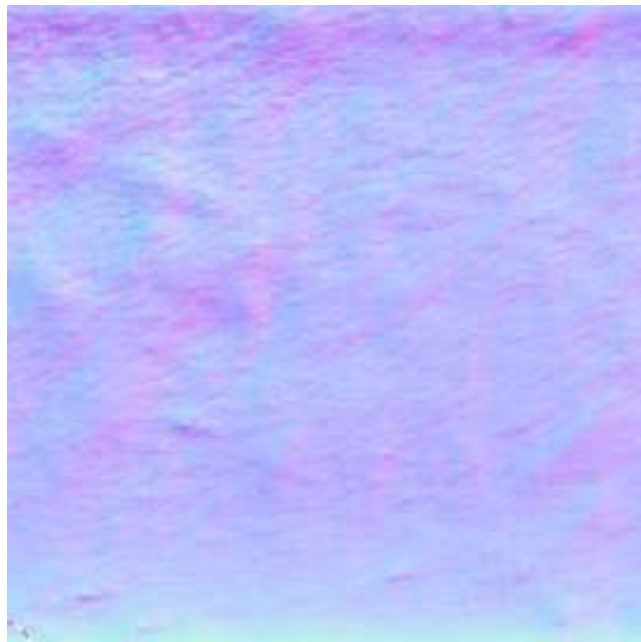


Рисунок 4.9 – Текстура мапа нормалей

Для кожного матеріалу передбачені свої мапи, таким методом можна зробити більшість текстурних матеріалів, але інколи, вистачає й базового шейдери, наприклад для створення металічних чи дзеркальних поверхонь. Для цієї сцени необхідно було створити 365 матеріалів, для кожного з об'єктів, цей процес був пов'язаний не тільки з створенням а й з пошуком матеріалів, зазвичай візуалізатори рідко створюють матеріали власноруч, частіше вони займаються саме корекцією та накладанням.

Використання текстурних мап що створені іншими полегшує роботу, та дозволяє використати час на більш детальне налаштування матеріалів.

Сцена з матеріалами у Blender зображена на рисунку 4.10



Рисунок 4.10 – Сцена з матеріалами у Blender

4.5 Етап перенесення сцени до іншої програми

Коли всі матеріали додані до основної сцени, та готові до імпортування, починається етап перенесення сцени до іншої програми. Для цього нам необхідно експортувати наш файл до одного з загальних форматів, таких як OBJ або FBX ці два типи мають інтеграцію з усіма 3D програмами. Після експортування, імпортуємо отриманий файл у 3Ds max. Перенесена сцена зображена на рисунку 4.11.

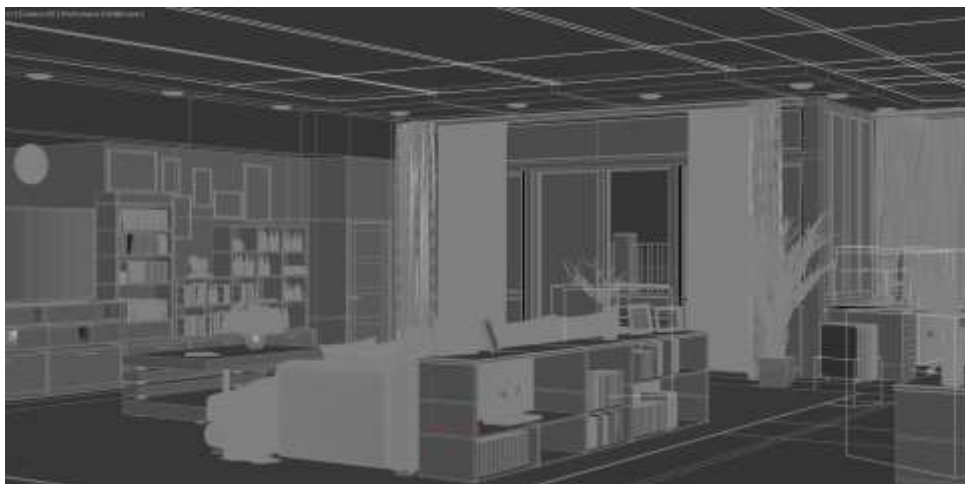


Рисунок 4.11 – Сцена 3Ds Max

Процес перенесення текстур та матеріалів пов'язаний з довгою роботою, та протікає у три етапи для кожного об'єкту. Сцена з матеріалами у 3Ds max зображена на рисунку 4.12

1. Підготовка – Процес що починається з перенесення текстурної мапи до окремої папки, до якої й буде прив'язаний нод, це створено для того щоб було простіше знайти потрібні ресурси.

2. Приєднання - У програмі 3Ds max в розділі матеріалів, створюється нод Corona mtl до нього й приєднуються текстурні мапи.

3. Налаштування – Це процес при якому долаштовуються параметри, віддзеркалення, дифузії, прозорості, тощо.



Рисунок 4.12 – Сцена з матеріалами у 3Ds Max

Створення джерел світла та оточення для кожної з систем створюється однаково, для даної роботи були використані HDR мапа та два джерела світла типу «Sun». Для HDR була взята мапа що зображена на рисунку 4.13. В якості додаткового освітлення було створено два джерела, котрі мали різний відсоток розсіювання, тобто один створював чіткий слід а другий, допоміжний, додавав трохи розсіювання, імітуючи реалістичний ефект сонячного світла.



Рисунок 4.13 – Використана у роботі HDR мапи

Зазвичай для таких мап не використовуються джерела світла, при роботі було виявлено сильну нестачу сили освітлення, та відсутність чітких сонячних слідів. Також сила випромінення самої HDR була збільшена на 60 відсотків.

Таким чином ми отримали прийнятне, яскраве освітлення, що не залишає світлових артефактів, пересвітів, тощо.

4.6 Етап налаштування рендеру

Після цього етапу можна розпочинати роботу з головною темою, це налаштування рендеру та порівняння систем та кінцевих результатів.

Як вже зазначалось раніше порівнюватись будуть дві системи Cycles та Corona render. Для початку розберемо їх налаштування, та визначимо параметри що були використані.

З першу розберемо систему Cycles.

1. Встановлення пристрою рендера – при використанні надається вибір пристрою на якому буде виконуватись візуалізація, GPU або CPU якщо у наявності мається підтримка графічної карти, використання GPU може значно прискорити процес рендеру.

Для роботи було використано CPU через наявність більш потужних процесорів, та їх технічних властивостей.

2. Семпли - це кількість зразків, відскоків світла, які використовуються для кожного елемента зображення при рендері. Більше семплів може покращити якість зображення, але також збільшить час рендеру.

Для даного проекту було обрано такі параметри:

Таблиця 4.1 – Параметри для Blender

| Програма | Blender |
|-------------------------------|-----------|
| Сила шуму | 0.0100 |
| Максимальна кількість семплів | 300 |
| Шумоподавлення | Увімкнене |
| Мінімальна кількість семплів | 8 |

3. Денойсінг – функція Cycles що підтримує функцію денойзингу, яка автоматично зменшує шум на зображенні після завершення рендеру. Він працює на базі вбудованої нейромережі та вираховуючи місця артефактів, пересвітів, чи надто сильних затемнень, прибирає їх. Але система має свої недоліки й при надто великих показниках шумів, створює на їх місці артефакти. Приклад артефакту показано на рисунку 4.14.

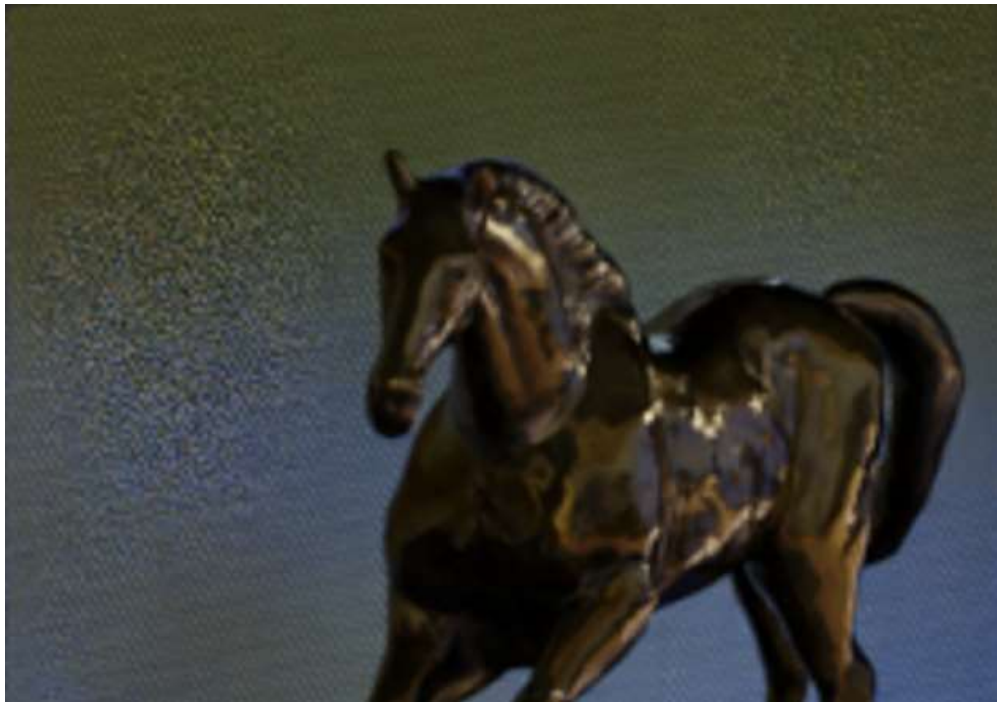


Рисунок 4.14 – Артефакт що був помічений при одному з проміжних рендерів

4. Шляхи відбиття - параметр що розподілений на декілька підгруп, які відповідають за свої категорії.

- максимальна кількість відбиттів, воно вказує на те скільки максимально відбиттів може зробити рендер на один піксель, є загальний параметр який відповідає за всі матеріали, а також особистий для розсіювання, глянцею, пропускання, об'єму та прозорості;

- затискання, це параметр що задає границі освітлення, для запобігання шумам.

- каустика, властивість світла, що фокусується через скло або воду. Воно відіграє важливу роль у висвітленні зображення. У комп'ютерній графіці каустика - це будь-яке світло, що виходить від джерела світла, що відбивається або заломлюється від дзеркальної поверхні і зрештою спостерігається оком або камерою.

- навколишнє затінення, це параметр що відповідає за те, наскільки зовнішнє освітлення впливає на об'єкти у сцені, здатність такого освітлення

проходити скрізь моделі, та освітлювати ті елементи до яких світло не потрапляє.

Параметри цих налаштувань зазначені на рисунку 4.15

5. керування кольором. Параметр що відповідає за корекцію кольору у фінальному рендері, тобто зміна контрастності, яскравості, експозиції, гамми. Зображення цього параметру зазначено на рисунку 4.16

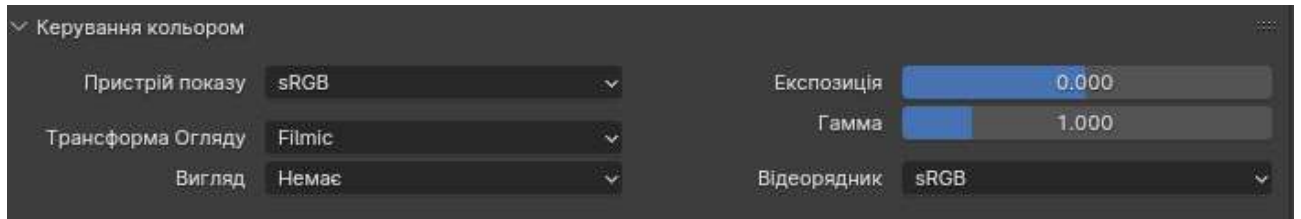


Рисунок 4.15 – Керування кольором у Cycles

З обраними параметрами, назначаємо роздільну здатність зображення у 3840 на 2160. Що дорівнює формату 4К, це дозволить рендеру більш чітко прорахувати всі деталі матеріалів та об'єктів, так як більша кількість пікселів буде оброблена на фінальному зображенні.

Після обрання всіх параметрів сцена що була створена у Cycles готова до рендеру.

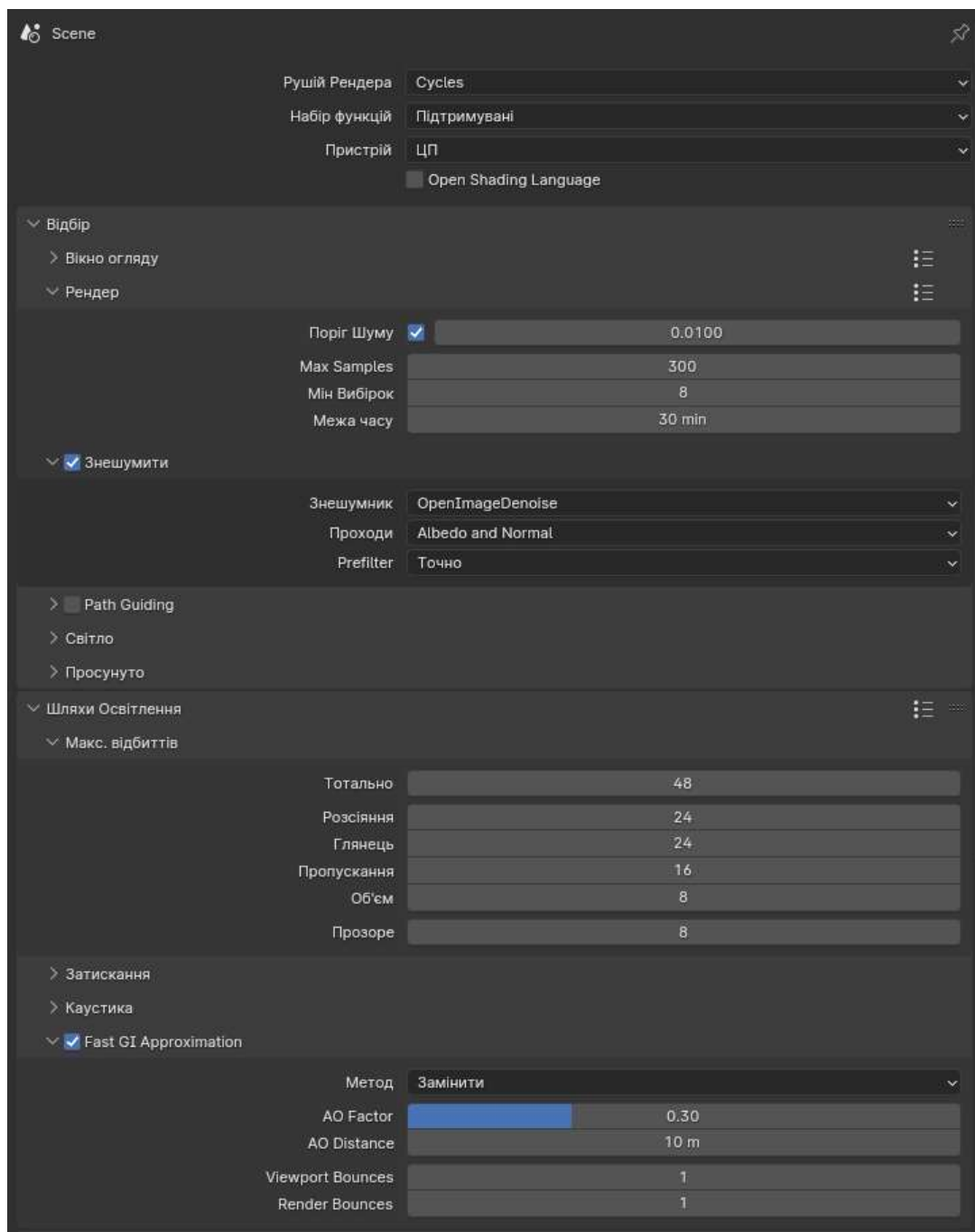


Рисунок 4.16 – Панель налаштувань рендеру Cycles з усіма обраними параметрами

Розбір системи Corona render:

Налаштування параметрів в Corona render показано на рис. 4.17 – 4.21

1. Image Sampling (кількість семплів) - Параметри що відповідає за кількість проходів на один піксель.

- Noise Level (рівень шуму) параметр що встановлює допустимий рівень шуму у зображенні. Зменшення значення призводить до більш чистого зображення, але може збільшити час візуалізації.

- Max. Passes (максимальна кількість проходів) ця функція означає максимальну кількість проходів (ітерацій), які рендер виконуватиме перед завершенням.

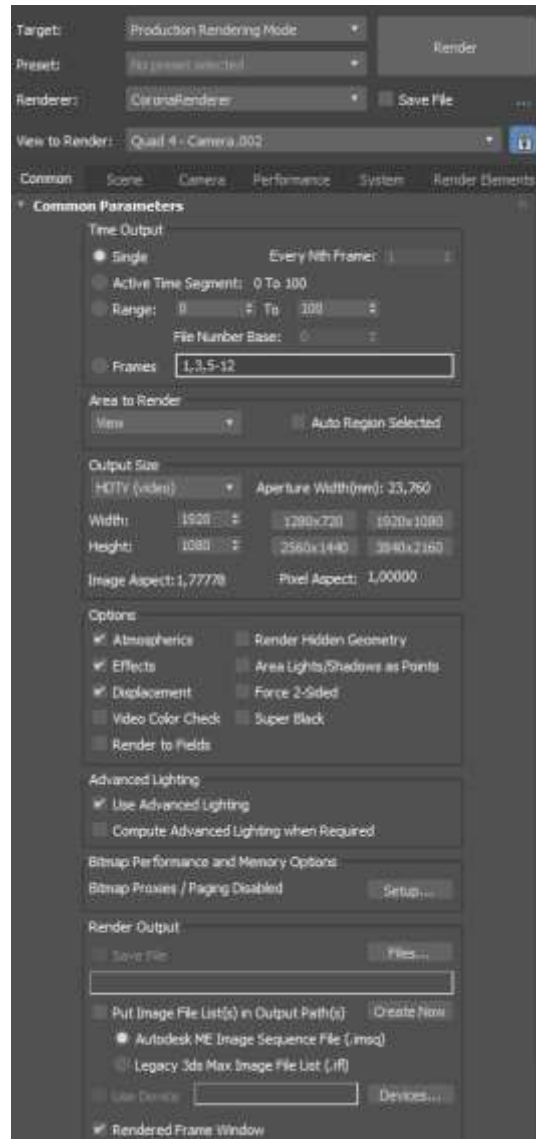


Рисунок 4.17 – Вкладка налаштувань Corona render «Common»

2. Adaptive Image Sampler (адаптивний семплер) - Adaptive DMC
 Параметр що дозволяє використовувати адаптивне семплювання для покращення ефективності рендерингу та скорочення часу рендерингу в областях з низьким рівнем шуму. [10]

3. Light Solver (рушій світла):

- Path Tracing (трасування променів) – параметр визначає, як світло взаємодіє зі сценою. Дозволяє використовувати різні методи, такі як Path Tracing чи UHD Cache.

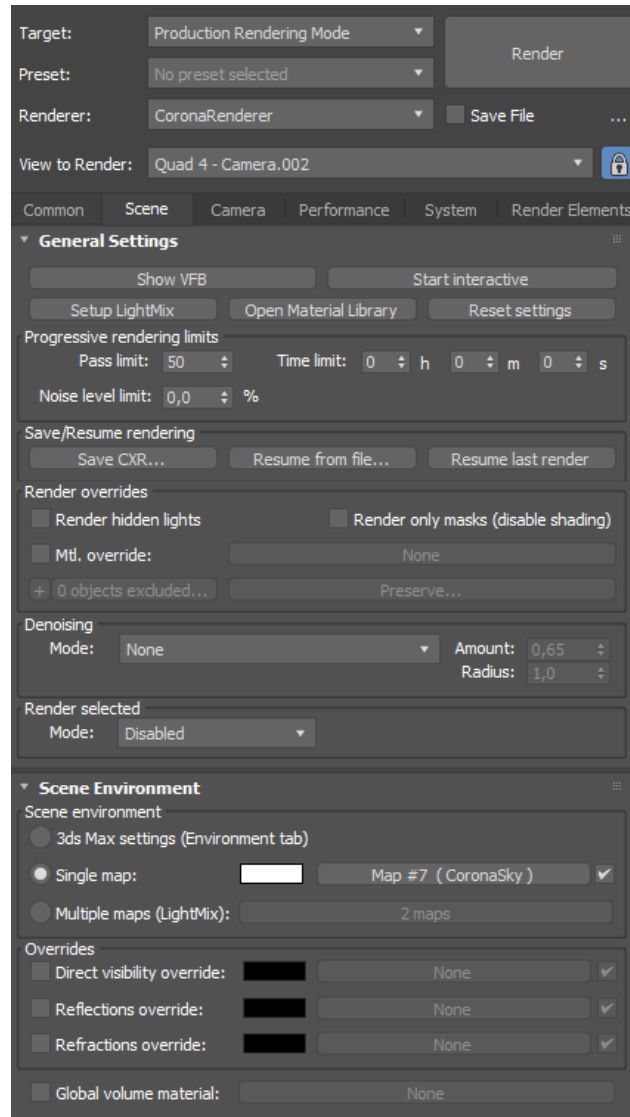


Рисунок 4.18 – Вкладка налаштувань Corona render «Scene»

4. Глобальне освітлення:

- HDRI (High Dynamic Range Image) – Функція дозволяє використовувати зображення високої динамічної області для освітлення сцени.

- Sun & Sky (Сонце та небо) – Це налаштування параметрів сонця та неба для реалістичного денного освітлення.

5. Налаштування камери:

- Depth of Field (Глибина різкості) – Увімкнення та налаштувати ефекту глибини різкості.
- Motion Blur (розмиття руху) – Функція що додає ефект розмиття руху.



Рисунок 4.19 – Вкладка налаштувань Corona render «Camera»

6. Post-Processing (Постпроцесінг):

- Tone Mapping (Тоновна корекція) – Це параметр налаштування корекції тонів, для отримання бажаного візуального ефекту.
- LUTs (Look-Up Tables) – Функція дозволяє використовувати LUT для корекції кольорів та стилів.

Output (Вивід зображення):

- Output Size (розмір зображення) – Параметр що визначає розмір вихідного зображення.
- File Format (Формат файлу) - Вибір формату файлу для збереження зображення (наприклад, PNG, JPEG, EXR).

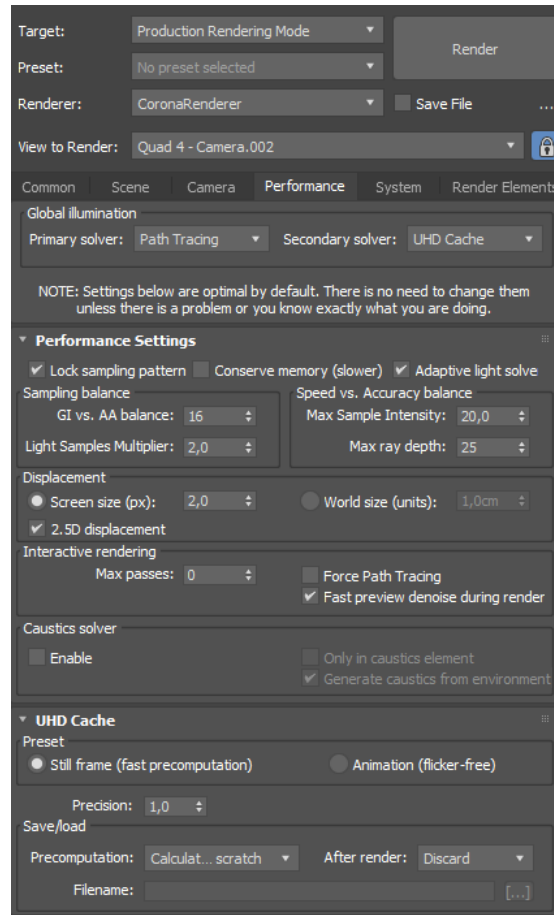


Рисунок 4.20 – Вкладка налаштувань Corona render «Performance»

7. Distributed Rendering (розподілений рендеринг):

- Render Elements (Елементи рендеру) – Функція дозволяє налаштовувати проходи рендеру для додаткової обробки.

Для рушія Corona render були обрані ті ж самі загальні параметри а тобто:

Таблиця 4.2 – Параметри для 3ds max

| | |
|------------------------------|-----------|
| Програма | 3ds max |
| Роздільна здатність | 3840/2160 |
| Кількість семплів | 300 |
| Шумоподавлення | Вбудоване |
| мінімальна кількість семплів | 0.8 |

По результатам двох рендерів ми отримали зображення що показані на рис. 4.21 та 4.22

Візуалізація створювалась та оброблялась на двох процесорах: Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2680 0 @ 2.70GHz 2.70 GHz.

Тобто данні порівняння будуть актуальні лише за на даних елементах. Але результати будуть корелюватись відносно один одного з підвищенням та зменшенням потужності процесорів.

Час рендеру для Cycles становив 32 хвилини 43 секунди, так як рушій використовує для роботи поділ на тайли, тобто області які він візуалізує, час рендеру для одного великого тайла становить 12 хвилини і 8 хвилини на маленький. Що для досить короткий час для зображення такого розміру.

Час рендеру для Corona Render склав 58 хвилини 21 секунд, Що значно довше ніж у Cycles, також можна відмітити те що при завершенні рендеру, можна зробити корекцію кольору та накласти ефекти у реальному часі, без будь яких затримок.



Рисунок 4.21 – Фінальний рендер на рушії Cycles



Рисунок 4.22 – Фінальний рендер на рушії Corona render

Для Cycles характерно можна відмітити більш м'які відтінки, та реалістичні тіні що навіть в затінених місцях мають більш темні та більш яскраві ділянки. Чітко видно текстури, при достатньому рівні світла артефактів не виявлено, особливо коректно прорахувався матеріал скла, та металу. Рушій рендеру впорався з поставленим завданням та створив доволі фото реалістичну візуалізацію за доволі короткий час. Із мінусів зазначимо, складність налаштування освітлення, та джерел світла, також інтенсивність HDR мапи та «сонця» має критично різні параметри для HDR це 7.8 а для джерела світла 60.3 скоріш за все це пов'язано з розмірами об'єктів відносно внутрішнього простору, так як розміри сцени не створювались не по реальним параметрам.

При створенні виникало багато проблем, як з створенням та рендером так і переносом сцени. Основні проблеми будуть описані далі.

На етапі створення виникла проблема пошуку матеріалів, так як хороші текстури у вільному доступі або складно знайти або мають низьку якість зображення. Для вирішення цієї проблеми було використано програму яка збільшує роздільну здатність текстури а також генерує для неї мапу нормалій, інтерфейс програми зазначено на рисунку 4.23

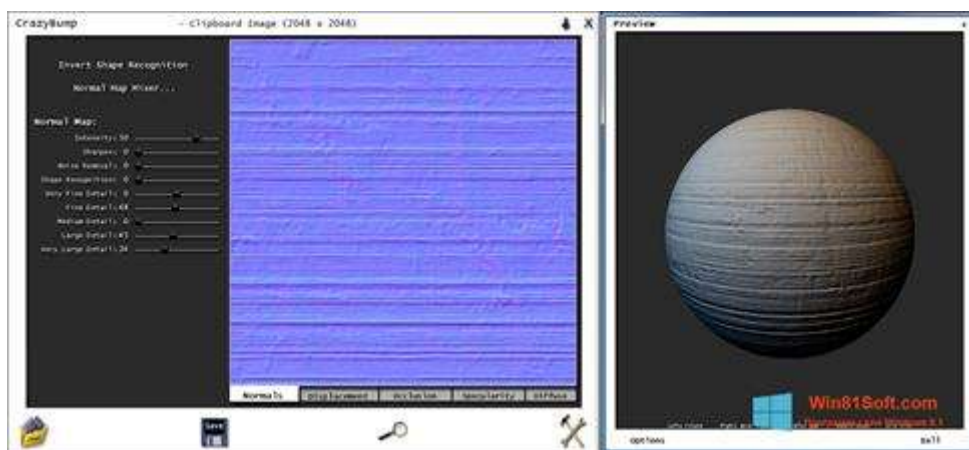


Рисунок 4.23 – Інтерфейс програми CrazyBump

Більшість текстур що були використана у роботі, оброблені та модифіковані цією програмою.

Для перенесу сцени до 3Ds max, спочатку було використано формат OBJ, при імпортуванні до середовища, зникали об'єкти що мали дубльовані матеріали, тобто, якщо на двох предметах був однаковий матеріал, то імпортувався лише один, а інший зникав. Було декілька способів вирішення проблеми, першим способом було об'єднання мешу всіх об'єктів що мали однаковий матеріал, але це призвело до складнощів з розгорткою, що буде описано далі, другим способом було видалення дубльованих матеріалів й заміна їх на ідентичні але копії, цей спосіб частково вирішив проблему зниклих деталей інтер'єру, але вимагав надто багато часу для перенесення, через те що кожен з таких матеріалів потрібно було створювати знов для кожної моделі окремо. Останнім було рішення про зміну формату на FBX, цей варіант вирішив майже всі проблеми що стосувались як моделей так і текстур, але головною складністю було налаштування експорту, так як по замовчуванню формат не підтягував за собою текстури, й замість заміни декількох нодів доводилось додавати й текстурні мапи, налаштування вказані на рисунку 4.24.

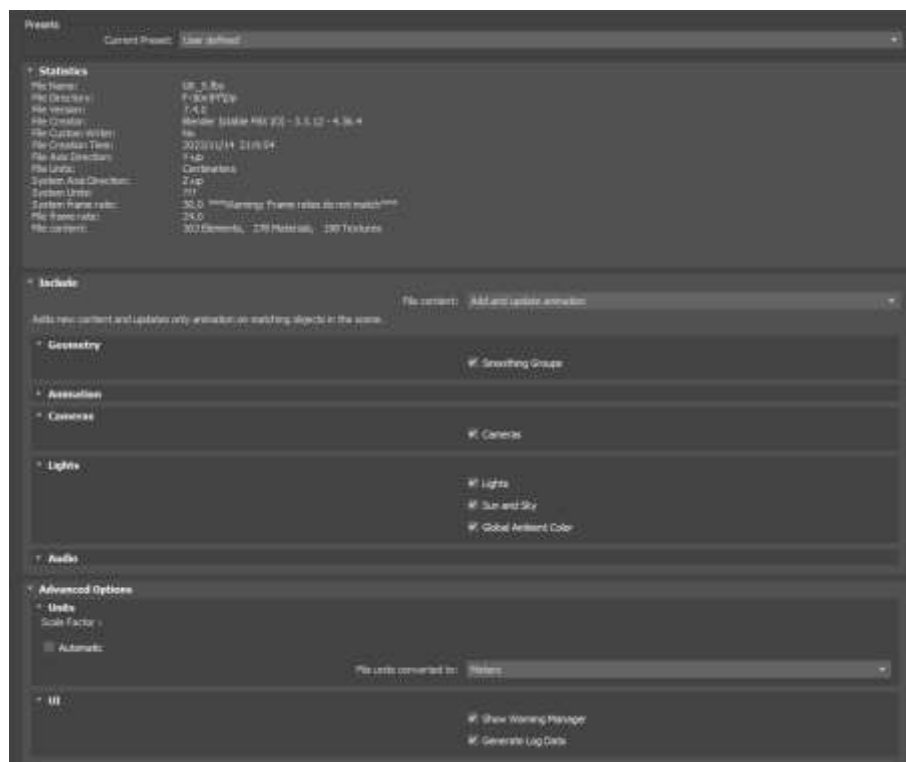


Рисунок 4.24 – Параметри налаштування імпорту

Тож було прийнято рішення обрати саме зміну формату, він мінімізував витрачений час на перенесення матеріалів та мав най меншу кількість помилок у кінцевому файлі.

Не зважаючи на те що формат FBX має в списку імпорту параметр UV, розгортка не переносилась в повній мірі. Тобто, моделі які мали ручну розгортку, та розрізи за допомогою якої вона робиться, зберегли її, а моделі у яких розгортка була генерованою, були скинутий до базового. Ця проблема була вирішена модифікатором у 3Ds max під назвою «UVmap», він здатен управляти текстурою генеруючи її на моделі. За допомогою нього були повернуті всі втрачені розгортки, параметри налаштування зображені на рисунку 4.25.

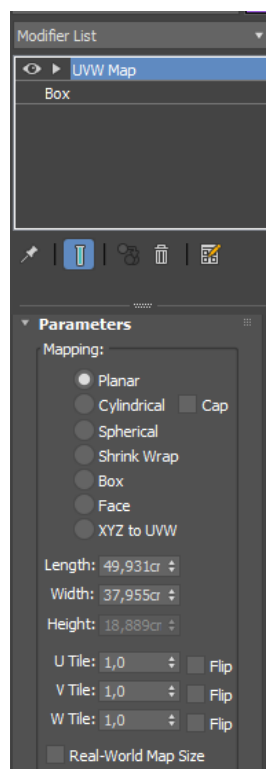


Рисунок 4.25 – Параметри модифікатора UVmap

При першому, тестовому рендері у Cycles було виявлено декілька артефактів що утворилися у місцях де складний матеріал отримував надто мало світла, через що промінь розсіювався надто сильно та створював шум,

який денойзер перетворював на артефакт. Проблема була вирішена створенням додаткового джерела світла, та спрощенням матеріалу.

Таким чином були вирішені всі проблеми з якими довелося зіштовхнутися під час розробки даної роботи.

Порівняння та аналіз фінальних візуалізацій. Не дивлячись на різний рівень володінням програмним забезпеченням, обидві системи показали свою крайню ефективність у візуалізації. Вибір між Corona Renderer і Cycles залежить від ваших конкретних потреб, переваг та досвіду. Обидва движки рендеринга надають потужні інструменти для створення візуально привабливих зображень, але мають відмінності. Ось деякі з них:

Corona Renderer:

1. Простота використання. Corona Renderer має інтуїтивний інтерфейс та прості у освоєнні налаштування. Це може бути особливо корисним для тих, хто тільки починає займатися візуалізацією.
2. Адаптивне семплювання. Corona використання адаптивного семплювання, дозволяє зосереджуватись на більш складних ділянках сцени, що зменшує час рендерингу.
3. Фізично коректні матеріали. Corona дозволяє створювати фізично коректних матеріалів, що додає реалізму зображення.

Cycles:

1. Інтеграція в Blender. Cycles є вбудованим рендером у Blender, що робить його легким вибором для тих, хто віддає перевагу працювати в цій програмі.
2. Універсальність. Cycles підходить для різних проектів, включаючи анімацію та статичні зображення. Він пропонує гнучкість у налаштуванні та контролі над процесом рендерингу.
3. Матеріали та ноди. Cycles надає потужний графічний редактор нодів для створення та налаштувань, що може бути особливо привабливим для тих, хто хоче більш точно налаштовувати свої матеріали.

Вибір між Corona render та Cycles, залежить в першу чергу від вмінь виконавця, та його здатності правильно налаштовувати той чи інший рушій, для більш коректної оцінки, оберемо дві візуалізації, створені на тих же самих рушіях, але з схожою тематикою. Наприклад ванної кімнати. Рисунок 4.26 показує результат у Cycles а Рисунок 4.27 у Corona render



Рисунок 4.26 – Приклад для порівняння Cycles



Рисунок 4.27 – Приклад порівняння Corona render

Як можна побачити, при роботі освітлення становить дуже важливу роль в досягненні як атмосфери так і фото реалізму. При тому налаштування у Corona більш гнучкі, але Cycles має більш зручне та комфортне програмне середовище, що дозволяє створювати візуалізації простіше ніж у 3Ds max.

Тож якщо брати за основу лише порівняння самих систем рендеру, то Corona render краща завдяки гнучкості, кращою роботою зі світлом та особистими матеріалам, та простотим використанням. Але системи рендеру завжди розглядаються з точки зору й самого програмного забезпечення в якому вони працюють, тож для повноцінного використання Corona необхідно на досить високому рівні вмінні працювати з програмою, також до мінусів можна віднести те що цей рушій рендеру не є стандартним та має ціну, що невілює незначні переваги у якості зображення.

З іншого боку Cycles показує трохи гірші результати але при цьому не має мінусів свого конкурента. Простий інтерфейс, зручну систему матеріалів та доступність для всіх користувачів, є значними перевагами як для самостійного розробника так і для компанії.

ВИСНОВКИ

В цій кваліфікаційній роботі було проведено аналіз сфери, та стилів, серед усіх варіантів було обрано створювати фото реалістичну візуалізацію у сучасному стилі, він фактично являє собою антипод класичному стилю, громіздкі, вишукані елементи замінені на прості, мінімалізм та функціональність найбільш точно описують даний стиль. Перед усім такий дизайн користується великою популярністю на сам перед через зручність таких інтер'єрів та відносно не високу ціну створення. На відміну від скандинавського у якому функціональність перекривається великою кількістю дерев'яних об'єктів, що автоматично підвищує його вартість на декілька порядків.

При розробці сцени було завдання створити одне велике приміщення яке б мало панорамний вид та прохід в іншу кімнату, ціль цього завдання виконана, але до того ж інтер'єрним рішенням було створено декількох «кімнат» в середині приміщення, що дозволило розбити його на умовні зони відпочинку та робочій простір. Вважаю дане рішення дуже вдалим, та виправданим.

Нанесення метаріалів та текстур стало фактично най складнішою частиною розробки сцени, через необхідність створювати матеріали двічі, перенесення матеріалів відбувалося по принципу заміни шейдеру у деяких елементах, тобто, при імпортування створювався нод який замінював собою стандартний шейдер у Blender, але через те що рендер відбувався на рушії Corona render (По замовчування 3Ds max Arnold) тобто доводилось замінити нод який був створений на той що належав до системи Corona render. Ця клопітлива робота зайняла більшу частину часу під час створення сцени, кількість матеріалів що була використана приблизно 200 одиниць, до кожної з яких необхідно було приєднати від двох до чотирьох текстурних мап. Також через різницю систем деякі ноди що повинні були корегувати колір та інші

параметри, не підтягнулись, тож їх також довелося під'єднати, та налаштувати. Тобто якщо було прийняте рішення про створення візуалізації у Corona render, та розробці сцени у середовищі Blender то вважаю такий крок доцільним але лише при умові що матеріали будуть створені вже в 3Ds max. В іншому випадку вважаю такий процес не доцільним, та займаючим надто багато часу.

При рендерингу виникали проблеми з світлом та шумоподавленням, але вони були вирішені змінами параметрів сили джерел світла та HDR мапи. Створення джерел світла було одним з клопітливих етапів що задавав атмосферу сцені.

Результати проведеного порівняння показали ефективність обох систем рендеру та різницю часу майже в двічі, час обробки зображення, що свідчить про те що головним параметром для високо якісної візуалізації є саме вміння розробника працювати з тим чи іншим рушієм рендеру, але поміж тим кожна з систем має свої переваги та недоліки:

- До переваж Cycles можна віднести зручне програмне середовище, високу якість та швидкість візуалізації, універсальність що дозволяє працювати в різних стилях.
- До переваг Corona можна віднести гнучкість та простоту використання, фото реалістичні матеріали, та адаптивну систему семплів що підвищує якість фінальної візуалізації.

Висновком проведеної роботи можна зробити те що обидва рушії придатні для використання для візуалізацій, мають приблизно рівні характеристики й принцип роботи, й вибір між ними полягає лише в рівні володіння програмним запереченням до якого приєднана система рендерингу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційна стаття налаштувань Cycles
<https://docs.blender.org/manual/ru/dev/render/cycles/index.html>
2. Сторінка Вікіпедія [електронний ресурс]
 URL:https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B7%D1%83%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B0 (дата завершення 10.12.2023)
3. Сторінка вікіпедія з відомостями про Corona render
https://en.wikipedia.org/wiki/Chaos_Corona (дата завершення 10.12.2023)
4. . Інформація що до налаштування corona render
<https://www.digitalmediaworld.tv/vfx/1618-chaos-group-acquires-render-legion-and-corona-renderer> (дата завершення 10.12.2023)
5. . Приклади роботи corona render <https://80.lv/articles/chaos-corona-8-for-3Ds-max-and-cinema-4d-released> (дата завершення 10.12.2023)
6. Офіційна сторінка Adobe Photoshop. [електронний ресурс]
 URL:https://www.googleadservices.com/pagead/aclk?sa=L&ai=DChcSEwjyjpOtkcfwAhUJA4sKHQ1GCWgYABABGgJlZg&ae=2&ohost=www.google.com&cid=CAESQeD23cF-tqMAsDhSp1JlmeREa8pscXHlaaP1w3P7UH0d5FuvdLDNmUlwnLM4iq1FVgbVjDjyF_VMIQCZ8TzT3Enq&sig=AOD64_0ZhDIEk2GZ7nfmwjd2DhIIP7ITw&q&adurl&ved=2ahUKEwiJxIutkcfwAhXigv0HHcX6D8QQ0Qx6BAgFEAE (дата завершення 17.05.2021)
7. Сторінка Вікіпедія [електронний ресурс]
 URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Blender> (дата завершення 17.05.2021)
8. Стаття про створення візуалізацій <http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/view/189581> (дата завершення 17.05.2021)
9. .Стаття про 3Ds Max [електронний ресурс]

URL:<https://3Ddevice.com.ua/blog/3D-printer-obzory/obzor-3Ds-max/>

(дата завершення 17.05.2021)

10.. Офіційний сайт Krita

URL:<https://krita.org/en/> (дата завершення 17.05.2021)

11. V. M. Kartashov, V. N. Oleynikov, S. A. Sheyko, I. V. Koryttsev, S. I. Babkin, O. V. Zubkov, "Peculiarities of small unmanned aerial vehicles detection and recognition," *Telecommunications and Radio Engineering*, 2019, V. 78, Iss. 9, pp. 771–781. DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v78.i9.30.
12. V. N. Oleynikov, O. V. Zubkov, V. M. Kartashov, I. V. Koryttsev, S. I. Babkin, S.A. Sheiko, "Investigation of detection and recognition efficiency of small unmanned aerial vehicles on their acoustic radiation," *Telecommunications and Radio Engineering*, 2019, V. 78, Iss. 9, pp. 759–770. DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v78.i9.20.
13. Kartashov, V.M., Sidorov, G.I., Sheiko, S.A., Kolendovska, M.M., Sergienko O.Yu. Principles of Construction and Assessment of technical Characteristics of multi-Frequency atmospheric Sodar in the Humidity Measurement Mode / *Telecommunications and Radio Engineering.*- New York. - 2020.- Vol. 79, №4.- P.323-333. (стаття). DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i4.50.
14. Kartashov, V.M., Oleynikov V.N., Zubkov, O.V., Koryttsev I.V., Babkin, S. I., Sheiko, S.A., Kolendovskaya, M.M. Spatial-temporal Processing of acoustic Signals of Unmanned Aerial Vehicles; *Telecommunications and Radio Engineering*, 2020. Vol. 79, Iss, 9, pp.769-780.
15. V.M. Semenets, V.M. Kartashov, V.I. Leonidov. Features of Acoustic Noise of Small Unmanned Aerial Vehicles // *Telecommunications and Radio Engineering.*- New York. - 2020.- Vol. 79, №11.- P. 985-995. DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i11.80 (стаття).
16. Oleynikov V.N., Kartashov, V.M., Babkin, S. I., Zubkov, O.V., Koryttsev I.V., Sheiko, S.A., Seleznov I.S. Structure and Parameter Unmanned Aerial Vehicles Sound Fields/ *Telecommunications and Radio Engineering.*- New York. - 2020.- Vol. 79, №17.- P.1539-1550.

- DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i17.50 (стаття).
17. В.А. Тихонов, В.М. Карташов, В.М. Олейников, В.І. Леонідів, Л.П. Тимошенко, І.С. Селезньов, Н.В. Рибніков. Виявлення-розпізнавання безпілотних літальних апаратів з використанням складової моделі авторегресії їхнього акустичного випромінювання// Вісник НТУУ «КПІ». Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2020. – Вип. №81. - С.38-46. (Web of Science)
 18. Карташов В.М., Коритцев І.В., Олійников В.М., Зубков О.В., Шейко С.А., Бабкін С.І., Левський Н.А., Селезньов І.С. Алгоритми пеленгації безпілотних літальних апаратів з їхнього акустичного випромінювання// Радіотехніка. (Харків). - 2019. - Вип. 196. - С. 22-31.
 19. Карташов В.М., Харченко О.І., Чумаков В.І. Використання ефекту стохастичного резонансу аналізу спектрів акустичного випромінювання малих безпілотних літальних апаратів // Радіотехніка. (Харьков). — 2019. — Вып. 197. — С. 100-106.
 20. Карташов В.М., Сидоров Г.І., Толстих Є.Г., Шаповалов С.В. Акустичний вимірювач швидкості вітру в атмосферному прикордонному шарі// Радіотехніка. (Харьков). — 2019. — Вып. 199. — С. 54-58.
 21. A Comparative Example Between The Use Of Pca And Mds For Image Classification / Hernandez, W., Mendez, A., Flor-Unda, O., Camejo, I.M., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152565, Pages 1353-1358
 22. Algorithm For Generating Refined Frequency Estimates In Atmospheric Radio Sounding Systems / Kartashov V., Hernandez W., Hernandez-Balbuena D., M. Kolendovska, Konovalenko O., Melnyk V.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June

2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152562, Pages 79-82

23. Application of Fast Frequency Shift Measurement Method for INS in Navigation of Drones / D. Avalos-Gonzalez, D.H. Balbuena, V. Tyrsa, V.M. Kartashov, M. Kolendovska, S. Sheiko, O. Sergiyenko, V. Melnyk, F.N. Murrieta-Rico // IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. – P. 3159–3164.
24. Avalos-Gonzalez, D., Sergiyenko, O., Hernandez-Balbuena, D., Tyrsa, V., Kartashov V.M., V., Rivas-Lopes, M., Murrieta-Rico, F.N. Constraints definition and application optimization based on geometric analysis of the frequency measurement method by pulse coincidence // Measurement: Journal of the International Measurement Confederation (USA). 2018, V.126. P. 184-193.
25. Book “Control and Signal Processing Applications for Mobile and Aerial Robotic Systems”, Hardback - Advances in Computational Intelligence and Robotics English. Edited by Oleg Sergiyenko, Moises Rivas-Lopez, Wendy Flores-Fuentes, Julio Cesar Rodríguez-Quiñonez, Lars Lindner. Editorial IGI Global, Hershey, United States, January 2020, 340 páginas. ISBN10 152259924X, ISBN13 9781522599241
26. Cesar Sepulveda-Valdez ; Oleg Sergiyenko ; Vera Tyrsa ; Wendy Flores-Fuentes ; Julio César Rodríguez-Quiñonez ; Fabian Natanael Murrieta-Rico ; Jesús Elías Miranda-Vega ; Paolo Mercorelli ; Marina Kolendovska. "Geometric analysis of a laser scanner functioning based on dynamic triangulation," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1398-1403, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152268.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152268>
27. Cuauhtémoc Mariscal-García; Wendy Flores-Fuentes; Daniel Hernández-Balbuena; Julio C. Rodríguez-Quiñonez ; Oleg Sergiyenko. "Classification of Vehicle Images through Deep Neural Networks for Camera View Position

Selection," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1376-1380, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152440.

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152440>

28. Developing and Applying Optoelectronics in Machine Vision/ O. Sergiyenko, J.C. Rodriguez-Quinonez, IGI Global, 2016; 341p.

29. Experimental estimation of direction finding to unmanned air vehicles algorithms efficiency by their acoustic emission, /Oleynikov, V., Zubkov, O., Kartashov, V., ...Sheiko, S., Babkin, S.//2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 - Proceedings, 2019, стр. 175-178, 9061337

30. Features of acoustic noise of small unmanned aerial vehicles / Semenets, V.V., Kartashov, V.M., Leonidov, V.I. //Telecommunications and Radio Engineering (English translation of *Elektrosvyaz* and *Radiotekhnika*), 2020, 79(11), стр. 985-995

31. Geometric Analysis Of A Laser Scanner Functioning Based On Dynamic Triangulation /Sepulveda-Valdez, C., Sergiyenko, O., Tyrsa, V, Mercorelli, P., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152268, Pages 1398-1403

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152255>

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9161870>

32. I. Y. A. Corpus, L.Lindner, O.Sergiyenko. "Transimpedance Amplifier for Laser Scanning System Range Extension," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1421-1426, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152487.

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152487>

33. Ivanov, M., Sergiyenko, O., Mercorelli, P., Hernandez, W.c, Rodriguez Quinonez, J.C.d, Katashov V., Kolendovska, M., Iryna, T. Effective informational entropy reduction in multi-robot systems based on real-time TVS. IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2019-June, 8781209, c. 1162-1167.
34. Jonathan J. Sanchez-Castro ; Julio C. Rodríguez-Quiñonez ; Luis R. Ramírez-Hernández ; Guillermo Galaviz ; Daniel Hernández-Balbuena ; Gabriel Trujillo-Hernández ; Wendy Flores-Fuentes ; Paolo Mercorelli ; Wilmar Hernández-Perdomo ; Oleg Sergiyenko ; Félix Fernando González-Navarro. "A Lean Convolutional Neural Network for Vehicle Classification," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1365-1369, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152274.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152274>
35. Lindner, L., Sergiyenko, O., Rivas-López, M., (...), Gurko, A., Kartashov, V.M. Machine vision system for UAV navigation; IEEE, 2016 International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles and International Transportation Electrification Conference, ESARS-ITEC, 2016; pp.1–6. DOI: 10.1109/ESARS-ITEC.2016.7841356.
36. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.
37. Murrieta-Rico, F.N., Petranovskii, V., Galvan, D.H., Sergiyenko, O., Yocupicio-Gaxiola, R.I., De Dios Sanchez-Lopez, J. Phase effect in frequency measurements of a quartz crystal using the pulse coincidence principle. 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics

- (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 185-190, 9152255, DOI: 10.1109/ISIE45063.2020.9152255
38. Oleksandr Sotnikov, Vladimir Kartashov, Oleksandr Tymochko, Oleg Sergiyenko, Vera Tyrsa, Paolo Mercorelli, Wendy Flores-Fuentes. Methods for Ensuring the Accuracy of Radiometric and Optoelectronic Navigation Systems of Flying Robots in a Developed Infrastructure. Chapter 16// Machine Vision and Navigation; Springer, Cham. pp.537–578. Editors: Sergiyenko, Oleg, Flores-Fuentes, Wendy, Mercorelli, Paolo. DOI: 10.1007/978-3-030-22587-2_16.
39. Optical detection of unmanned air vehicles on a video stream in a real-time/Kartashov, V., Oleynikov, V., Zubkov, O., Sheiko, S.// 2019 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019 - Proceedings, 2019, 9165362/
40. Principles Of Construction And Assessment Of Technical Characteristics Of Multi-Frequency Atmospheric Sodar In The Humidity Measurement Mode / Kartashov, V.M., Sidorov, G.I., Sheiko, S.A., Kolendovskaya, M.M., Sergienko, O.Yu. // Telecommunications And Radio Engineering (English Translation Of Elektrosvyaz And Radiotekhnika), 2020, ISSN Print: 0040-2508, ISSN Online: 1943-6009, DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i4.50, p. 323-333/
41. Research Of The Uncertainty Of Measurement Frequencies And Definitions Of The Frequency Signal In The Waveguide With Respect To Power / Semenets, V.Zakharov, I. Serhienko, M., Kartashov, V.M., Kolendovska, M., Hernandez, W., Hipolito, J.I.N., Tyrsa, V.// 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2019; Lisbon Congress CenterLisbon; Portugal; 14 October 2019 до 17 October 2019; CFP19IEC-ART; Код 155980, Volume 2019-October, October 2019, № 8927203, Pages 4674-4679

42. Spatial-Temporal Processing Of Acoustic Signals Of Unmanned Aerial Vehicles /Kartashov V.M., Oleinikov V.N., Zubkov O.V., Sheiko S.A., Kolendovska M.M.// Telecommunications And Radio Engineering (English Translation Of Elektrosvyaz And Radiotekhnika), 2020, ISSN Print: 0040-2508, ISSN Online: 1943-6009, DOI: 10.1615/Telecomradeng.v79.i9.40, p. 769-780
43. Stereoscopic Vision Systems In Machine Vision, Models, And Applications (Book Chapter)/ Ramírez-Hernández, L.R., Rodríguez-Quiñonez, J.C., Castro-Toscano, M.J., Kolendovska, M., Murrieta-Rico, F.N.// Machine Vision And Navigation, 2019 Machine Vision and Navigation 30 September 2019, Pages 241-265
44. Strelkova T., Kartashov V., Lytyuga A., Strelkov A. Theoretical Methods of Images Processing in Optoelectronic Systems. Chapter 16. // Biometrics: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications; Oleg Sergiyenko and Julio C. Rodriguez-Quiñonez. (341p.), IGI Global, 2017; pp. 361-381. DOI: 10.4018/978-1-5225-0983-7.ch016.
45. Strelkova T., Kartashov V., Lytyuga A., Strelkov A. Theoretical Methods of Images Processing in Optoelectronic Systems. Chapter 6// Developing and Applying Optoelectronics in Machine Vision; Oleg Sergiyenko and Julio C. Rodriguez-Quiñonez. (341p.) – USA, Herhey, IGI Global, 2016; pp.180-205.
46. Sytnik O., Kartashov V. Methods and Algorithms for Technical Vision in Radar Introspection. Chapter 13// Optoelectronics in Machine Vision-Based Theories and Applications. IGI Global, 2019; pp. 373-391.
47. The Use of Factorization and Multimode Parametric Spectra in Estimating Frequency and Spectral Parameters of Signal/Semenets, V., Kartashov, V., Sergiyenko, O., ...Rodriguez-Quinonez, J.C., Flores-Fuentes, W.//IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2020, 2020-June, p. 215-219
48. Unda, O.F., Hernandez, W., Vargas, O., Mendez, A., Sergiyenko, O., Tyrsa, V. Construction of a robotic platform of differential type for first-year

- students of electronic engineering, 2020 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, SPEEDAM 2020, 24-26 de junio de 2020, Sorrento, Italia, pp. 538-543, 9161870, DOI: 10.1109/SPEEDAM48782.2020.9161870
49. Use of Acoustic Signature for Detection, Recognition and Direction Finding of Small Unmanned Aerial Vehicles/Kartashov, V., Oleynikov, V., Koryttsev, I., ...Babkin, S., Selieznov, I.//Proceedings - 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2020, 2020, p. 377-380/
50. V. Semenets; Vladimir Kartashov ; Oleg Sergiyenko; Vyacheslav Tikhonov ; Paolo Mercorelli ; Sergiy Sheiko ; Nataliya Chmelarova. "The Use of Factorization and Multimode Parametric Spectra in Estimating Frequency and Spectral Parameters of Signal," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 215-219, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152238.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152238>
51. Wilmar Hernandez ; Alfredo Mendez ; Omar Flor-Unda ; Vicente Gonzalez-Posada ; Jose Luis Jimenez ; Oleg Sergiyenko ; Julio C. Rodriguez-Quiñonez ; Mykhailo Ivanov ; Ivan Menes Camejo ; Marina Kolendovska. "A comparative example between the use of PCA and MDS for image classification," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1353-1358, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152565.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152565>