

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Комп'ютерних наук і технологій

(повне найменування факультету)

Комп'ютерні системи та мережі

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавра

(ступінь вищої освіти)

на тему Розробка комп'ютерних 3D моделей для реклами
комп'ютерного обладнання

Виконав: студент(ка) 4 курсу, групи КНТ-519

Спеціальності

123 «Комп'ютерна інженерія»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

«Комп'ютерна інженерія»

ХРАПКО А. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

КАСЬЯН К. М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

КАЧАН О. І.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Комп'ютерних наук і технологій
 Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»
 Ступінь вищої освіти бакалаврський
 Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Комп'ютерна інженерія
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри КУДЕРМЕТОВ Р.К.
 « » 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

ХРАПКА Андрія Сергійовича
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка комп'ютерних 3D моделей для реклами комп'ютерного обладнання

керівник проекту (роботи) к. т. н., доцент, КАСЬЯН Костянтин Миколайович,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 24 » березня 2023 року № 71

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 15 травня 2023 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) наявні методи та засоби 3D моделювання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Аналіз предметної області;

2) Моделювання процесу візуалізації;

3) Розробка 3D моделі комп'ютерного обладнання

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

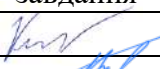
Алгоритм процесу 3D моделювання

Ортографічний знімок полігональної сітки 3D моделі

Ортографічний знімок нетекстурованої 3D моделі

Структура колекцій розробленого проекту

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-3	КАСЬЯН К. М., к. т. н., доцент		
нормоконтроль	ЩЕРБАК Н. В., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання « 23 » лютого 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

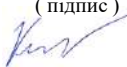
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз технічного завдання та наявних засобів 3D моделювання	24.03.2023 р.	
2	Визначення програми, необхідної для створення 3D моделі	07.04.2023 р.	
3	Розробка 3D моделі комп'ютерного обладнання	01.05.2023 р.	
4	Оформлення графічного матеріалу	08.05.2023 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки	15.05.2023 р.	

Студент(ка)



(підпис)

Керівник проекту (роботи)



(підпис)

Андрій ХРАПКО

(прізвище та ініціали)

Костянтин КАСЬЯН

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 66 с; 60 рис; 22 джерела.

3D МОДЕЛЮВАННЯ, РЕНДЕР, КОМП'ЮТЕРНА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ, ТЕКСТУРА, ОСВІТЛЕННЯ

Об'єктом дослідження є розробка тривимірної віртуальної моделі комп'ютерного обладнання для використання в рекламі.

Предметом дослідження є методи та способи розробки тривимірної віртуальної моделі комп'ютерного обладнання.

Метою даного дипломного проекту є створення 3D моделі, яку можливо розмістити на веб сайті у якості візуалізованих програмою Blender фотографій або експортувати 3D модель для використання в інших програмах чи онлайн-платформах для розміщення моделей.

Для реалізації розробки тривимірної моделі було обрано програму для моделювання, монтажу на анімації Blender. Програма підтримує всі необхідні для виконання поставлених задач функції, такі як 3D моделювання, створення матеріалів, текстурування, рендер фото та анімацій.

Результатом проведеної роботи є створена тривимірна модель комп'ютерного обладнання, придатна для використання у якості фотографій або інтерактивної візуалізації на сайтах інтернет-магазинів.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз предметної області	7
1.1 Дослідження актуальності проблеми	7
1.2 Історія виникнення та розвитку 3D моделювання	7
1.3 Аналіз методів 3D моделювання	10
1.4 Аналіз засобів моделювання.....	19
2 Моделювання процесу візуалізації	28
2.1 Характеристика потенційної аудиторії споживачів проекту	28
2.2 Постановка задачі проекту	31
2.2.1 Вимоги до проекту	31
2.2.2 Вихідні дані	31
2.2.3 Характеристики обладнання для реалізації проекту	33
3 Розробка 3D моделі комп'ютерного обладнання.....	34
3.1 Алгоритм процесу 3D моделювання	34
3.2 Реалізація	35
3.2.1 Створення моделі комп'ютерного обладнання	35
3.2.2 Налаштування матеріалів та текстур	44
3.2.3 Налаштування освітлення.....	48
3.2.4 Створення візуалізації.....	50
3.2.5 Використання на web-сайті.....	56
Висновки.....	59
Перелік джерел посилання	61
Перелік графічних матеріалів:	
Креслення 1 – Алгоритм процесу 3D моделювання	
Плакат 1 – Ортографічний знімок полігональної сітки 3D моделі відеокарти	
Плакат 2 – Ортографічний знімок нетекстурованої 3D моделі відеокарти	
Плакат 3 – Структура колекцій розробленого проекту	

ВСТУП

Комп'ютерні технології у сучасному світі розвиваються дуже швидко. За останні роки сфера використання цієї галузі значно розширилась: кіноіндустрія, наука, економіка, маркетинг та багато інших професій вже неможливо уявити без комп'ютера.

Однією зі значних областей застосування комп'ютерних технологій є комп'ютерна графіка та її різновид – 3D графіка та моделювання. Головною задачею 3D моделювання є тривимірне візуальне представлення будь-якого об'єкту. Комп'ютерна графіка щільно увійшла в сучасне життя:

- архітектурна візуалізація стала спеціальним напрямком, який допомагає вписати будівлю в існуючі забудови або ландшафт та раціонально розпланувати внутрішні приміщення;
- інженери за допомогою комп'ютерної симуляції можуть розрахувати як поводить себе конструкція при різних навантаженнях та забезпечити її стійкістю;
- у медицині дана технологія використовується у томографії для отримання пошарових зображень та їх реконструкції у вигляді 3D моделі, а також для конструювання і створення протезів;
- маркетинг теж знайшов використання для 3D: сьогодні часто можна побачити рекламу, повністю створену на комп'ютері.

Тривимірна графіка також отримала широке визнання у кінематографі та комп'ютерних іграх. Якщо раніше графіка була лише допоміжним інструментом у створенні спец ефектів для кіно, то зараз існують фільми, майже повністю створені з 3D моделей, наприклад «Трансформери» та «Аватар». Відеоігри ще 20 років тому були повністю двовимірні, але з розвитком технологій графіка у них стає вже близькою до реального світу.

Важко не погодитись, що процес моделювання, який знаходить все більше областей промисловості та науки, є дуже корисним для розвитку суспільства.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Дослідження актуальності проблеми

Сучасний світ майже неможливо уявити без 3D технологій. Вони використовуються у тому числі й у маркетингу: все частіше можна побачити, як 3D візуалізація здатна показати те, чого ще не існує в реальному світі. Також дуже корисним 3D моделювання є у випадку створення прототипу: в будь-який момент конструкцію або дизайн продукту може бути відредаговано.

З допомогою 3D візуалізації, інтернет магазин може дати користувачу більш чітке уявлення про вигляд товару з усіх ракурсів, а також утримати його увагу інтерактивною тривимірною моделлю[1].

Кожного року кількість професій в даній області збільшується, що доводить затребуваність і актуальність проекту.

1.2 Історія виникнення та розвитку 3D моделювання

Витоки 3D моделювання можна простежити ще в 1960-х роках. У той час 3D моделювання було дуже обмеженою сферою, де лише професіонали в галузі інженерії та автоматизації мали доступ до програмного забезпечення, яке працювало з математичними моделями. 3D моделювання існувало і демонструвало великий потенціал, але обмежений доступ до систем моделювання та вартість обладнання тримали його поза увагою багатьох науковців та компаній. Крім того, моделювання було дуже складним і працювало лише з математичними моделями. Однак це змінилося завдяки американському інженеру Івану Сазерленду, який у своїй докторській дисертації на початку 1960-х років представив Sketchpad - один з перших графічних інтерфейсів[2]. Нова революційна програма дозволила користувачам візуалізувати та контролювати програмні функції. Вона швидко

стала основою для розробки комп'ютерної графіки, операційних систем та їхніх інтерфейсів, а також користувацьких інтерфейсів програмного забезпечення.

Успіх Sketchpad дав іншим поштовх до роботи над комп'ютерною графікою. До 1970-х років було створено багато нових компаній, які працювали над розробкою кращого програмного забезпечення для потреб користувачів. Було розроблено Automated Drafting and Machining (ADAM), автоматизовану систему проектування та креслення. Це програмне забезпечення можна було використовувати на кількох системах одночасно, і це сприяло поширенню програмного забезпечення.

1970-ті роки також називають епохою рендерингу, найвідомішим зображенням, що репрезентує цю епоху, є "Чайник з Юти", створений Мартіном Ньюеллом з Університету Юти (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Чайник з Юти

1980-ті роки стали десятиліттям, коли 3D моделювання стало одним з найбільш затребуваних програмних продуктів. У 1981 році компанія IBM випустила свій перший персональний комп'ютер, що призвело до широкого використання САПР на підприємствах аерокосмічної, автомобільної та інших галузей машинобудування. Симбіотичний зв'язок між компаніями-розробниками програмного забезпечення та їхніми користувачами допоміг створити потужне

програмне забезпечення, здатне виконувати потужні розрахунки та швидко створювати моделі.

САПР UniSolids від Unigraphics є однією з перших програм для твердотільного моделювання[3].

У 1983 році з'явився AutoCAD, революційне програмне забезпечення для двомірного креслення, яке значно випереджало своїх конкурентів і коштувало вдвічі менше. За цей час IGES став програмно нейтральним форматом файлів, який можна було поширювати і використовувати на різних програмних платформах для полегшення передачі даних користувачам.

Більшість програмного забезпечення для 3D моделювання, яке ми бачимо сьогодні, було розроблено в 1990-х роках. У цей період модернізації програмне забезпечення для САПР було на піку свого розвитку, і більшість галузей зробили його стандартною практикою для проектування продуктів. Ціни також постійно падали, що дозволило компаніям, фрілансерам і навіть аматорам отримати доступ до такого програмного забезпечення.

У цей період такі безкоштовні програми для 3D моделювання, як Blender, набули масового визнання. Таке програмне забезпечення популяризувало 3D серед користувачів усіх рівнів. Студентів тепер навчали та сертифікували в цьому популярному програмному забезпеченні. Воно стало частиною університетської навчальної програми, що сприяло його поширенню та використанню.

Наприкінці 1990-х років компанії-розробники програмного забезпечення також почали досліджувати спеціальні програми для нової виробничої технології - 3D друку. Цей розділ моделювання працює за іншим набором правил і обмежень, тому програмне забезпечення потрібно було модифікувати, щоб розкрити весь потенціал технології. Це призвело до появи нового програмного забезпечення, заточеного конкретно під розробку моделей для 3D друку.

З 2000 року програмне забезпечення для 3D-моделювання та САПР розвивалося лише на краще. З'являється все більше і більше програмних додатків, які задовольняють широкий спектр застосувань, користувачів і бюджетів.

У наші дні, існує широкий вибір програмного забезпечення для всіх видів 3D моделювання. З розвитком хмарного програмного забезпечення програмні додатки переходять у хмарну систему, де будь-хто може отримати доступ до файлів і облікових записів з будь-якої точки світу та системи - ПК, ноутбука, планшета тощо. З'явилися приватні курси, які навчають користувачів будь-якого фаху користуватися програмним забезпеченням для роботи з 3D.

1.3 Аналіз методів 3D моделювання

Тривимірне моделювання це розділ комп'ютерної графіки, призначений методам створення зображень або анімацій за допомогою моделювання об'єктів у віртуальному просторі[4].

3D моделювання – процес розробки тривимірної моделі. Є можливість створити як вигадані об'єкти, так і відштовхуватись від реально існуючих або моделювати їх точні копії. Тривимірні моделі можна редагувати, оглядати під різними кутами та візуалізувати у вигляді 2D зображень або анімацій.

Об'єкти у 3D моделюванні представлені у вигляді геометричних примітивів, таких як точки, лінії, криві, полігони (площина у вигляді трикутника або квадрата) та інших геометричних форм. Переміщуючи на проводячи різні маніпуляції над цими примітивами, можливо придати моделі потрібну форму. Складність моделі може різнитись від простих фігур до комплексних представлень реалістичних об'єктів як будівлі, транспорт, персонажі та ландшафт. Після моделювання об'єкту, для того щоб представити його у вигляді 2D зображення або відео, потрібно виконати рендер.

Рендер (англ. візуалізація) – процес генерації зображень або анімацій з 3D моделей за допомогою комп'ютерних програм, враховуючи освітлення, тіні, текстури та інші фактори. Існує багато двигунів для рендеру з різним призначенням: візуалізація фільмів або мультфільмів, симуляція фізичних тіл як

тканини або рідини, онлайн-двигуни для роботи з зображенням у відеоіграх в реальному часі тощо. Приклад вигляду моделі до та після рендеру наведено на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Чорновий вигляд моделі та фінальний рендер

Сцена – віртуальний простір, у якому розташовані об'єкти 3D моделювання. Розмір сцени може відрізнятись залежно від розроблюваного проекту або обраної для роботи програми. Сцена може бути пустою та безкінечною, тоді модель буде висіти у порожньому просторі, або розробник може створити сцену самостійно, наприклад створивши модель кімнати, яка буде слугувати границями сцени.

Засоби 3D моделювання поділяють на декілька видів. Кожен з них відрізняється за ситуаціями, в яких його можливо застосувати та складністю. Можна використовувати як в комбінації з іншими методами, так і окремо. Для реалізації даного проекту було обрано наступні методи моделювання [5].

1.3.1 Полігональне моделювання

Полігональне моделювання - це вид 3D моделювання, яке з'явилося в той час, коли для визначення місцезнаходження точки необхідно було вручну вводити її координати по осях X, Y, Z. Якщо три точки координат задати як вершини і з'єднати їх ребрами, то вийде трикутник, який в 3D моделюванні називають полігоном. Будь-який 3D-об'єкт має сітку, що складається з вершин, ребер та граней. Якщо

подивитися на моделі, створені за допомогою полігонів, то можна помітити, що більшість з них створені саме полігонами з чотирма і трьома вершинами. Якщо полігон складається з трьох вершин, то він називається тріангульованим, з чотирьох вершин – квадріангульованим. Приклад полігонального моделювання приведено на рисунку 1.3.

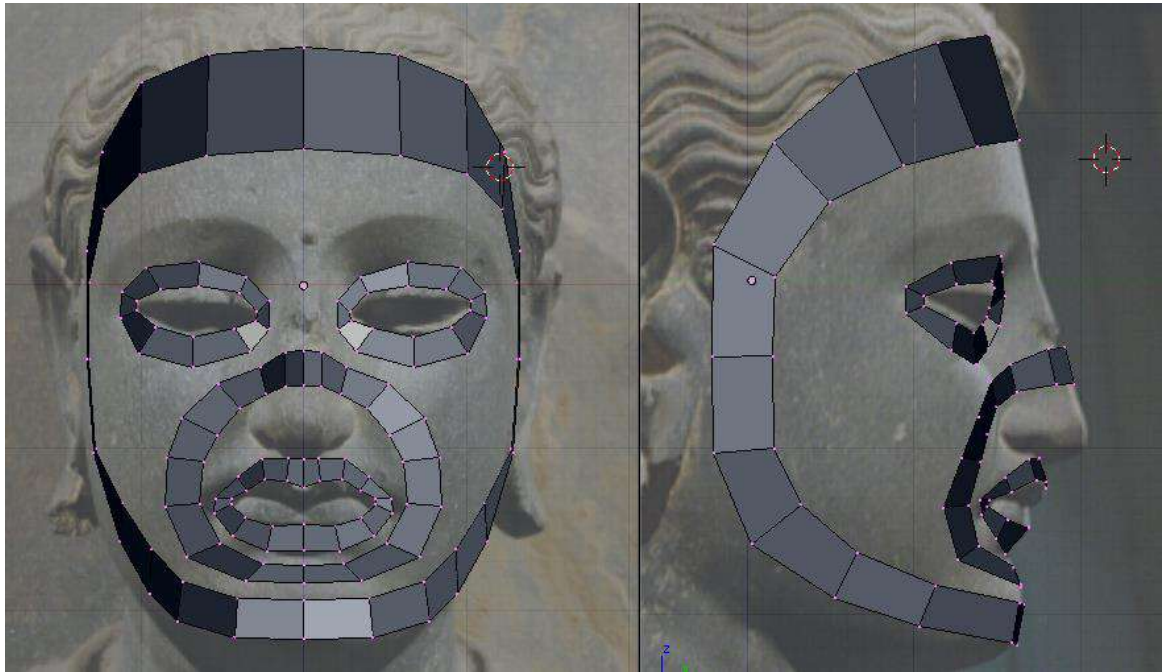


Рисунок 1.3 – Приклад полігонального моделювання обличчя у Blender

Моделювання за допомогою полігонів надає можливість проводити певні маніпуляції над сіткою 3D-об'єкту. Цей спосіб є основним та найпопулярнішим методом моделювання.

Полігональне моделювання поділяється на три типи:

- low-poly, моделювання при низькій кількості полігонів, дозволяє економити ресурси, якщо немає необхідності у високій деталізації;
- mid-poly, середня кількість полігонів, направлена на необхідний при рендері результат. Полігональна сітка не проходить процес оптимізації та вносяться незначні зміни;
- high-poly, створюється об'єкт з великою кількістю полігонів, має сильний вплив на швидкість обробки моделі та навантаження на комп'ютер [6].

1.3.2 3D-скульптинг

3D-скульптинг – процес деформації полігональної сітки спеціально призначеними інструментами – пензликами. Являє собою імітацію ручного «ліплення» 3D моделі. Приклад 3D скульптури наведено на рисунку 1.4.

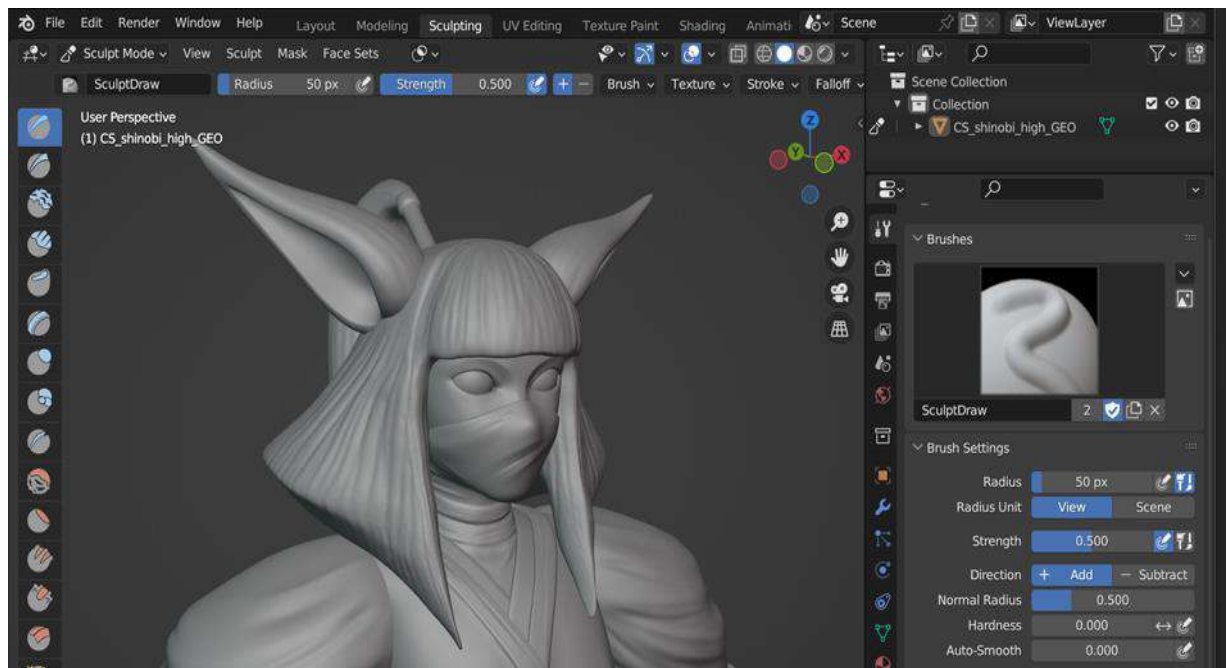


Рисунок 1.4 - 3D модель створена інструментами скульптингу

За допомогою скульптингу вдалось полегшити створення складних за структурою форм, можна легко додавати на модель недосконалості, які надають їй переконливості та реалізму. Текстурні карти тепер можна малювати за змінювати прямо на поверхні 3D моделі. Також з'явилась можливість виконувати ретопологію – створення низько полігональної сітки прямо на поверхні високо полігонального об'єкту. Деякі програми скульптингу мають функцію автоматичної ретопології – автоматичного переведення high-poly моделі у менш деталізований стан.

1.3.3 Сплайнове моделювання

Сплайнове моделювання – це робота з тривимірними кривими, лінії якої задаються набором точок в 3D-середовищі, формуючи гладку криву. Сплайни можуть бути у формі прямокутників, дуг, кіл, тексту та багатьох інших. Основною

перевагою сплайнів є гнучкість при зміні форми. Можна створювати об'єкти як грубої так і плавної форми, це допомагає при створенні органічних моделей, наприклад тварин або рослин. Приклад використання сплайнів наведено на рисунку 1.5.

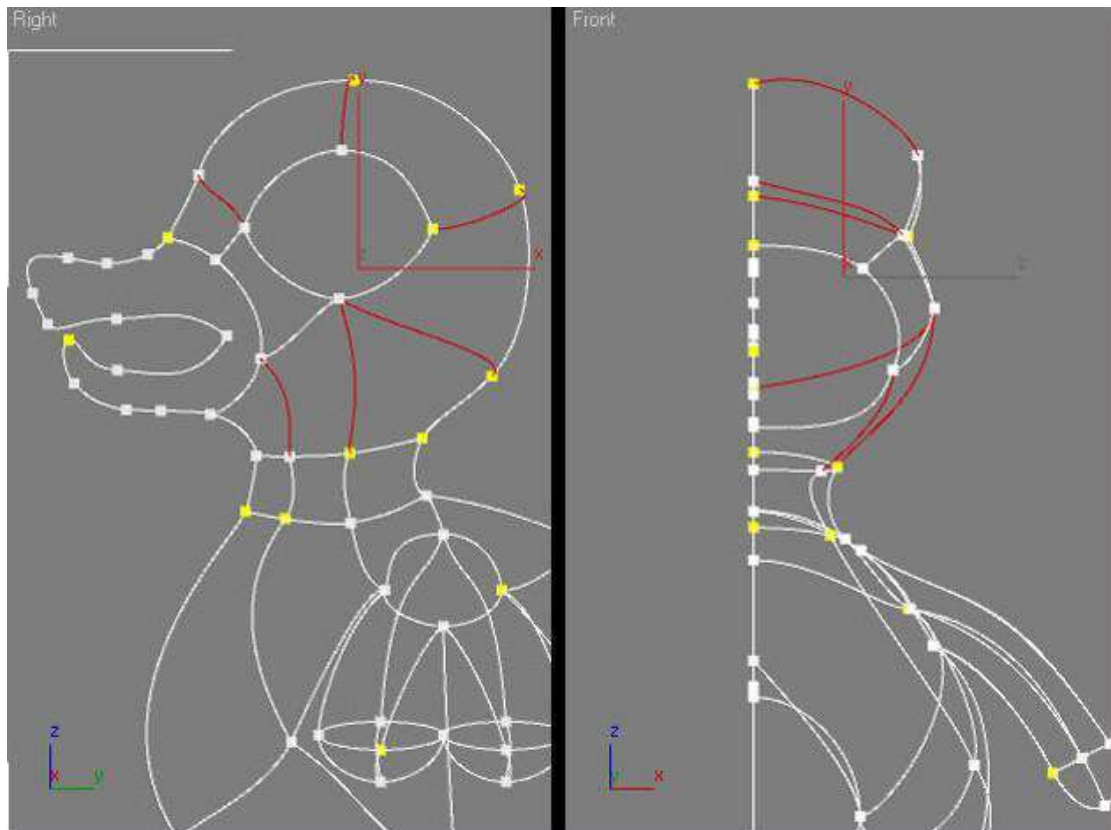


Рисунок 1.5 – 3D модель іграшкової качки, створена зі сплайнів

Можна порівняти сплайнове моделювання з полігональним на прикладі векторних та растрових зображень: растрова графіка при зміні розміру зображення видно зміну якості, при збільшенні можна побачити окремі пікселі, а у векторній графіці зміна масштабу не впливає на якість зображення. Сплайнові об'єкти, як і векторна графіка, не втрачають якості при збільшенні або зменшенні моделі, в той час як у полігональній моделі при збільшенні можна буде побачити полігони.

З цього можна зробити висновок, що сплайнове моделювання найкраще підходить у випадку, коли 3D модель має зберігати якість при наближенні. Через свої властивості, сплайнове моделювання все частіше зустрічається у комп'ютерних іграх [7].

1.3.4 Моделювання NURBS

NURBS (скор. від Non-Uniform Rational B-spline) це технологія тривимірного моделювання, що використовує спеціальні криві – В-сплайни.

Суть методу моделювання полягає у тому, щоб використовуючи В-сплайнові криві, побудувати об'єкт потрібної форми, після чого поєднати все за допомогою полігонів. Приклад моделі, створеної за допомогою NURBS кривих показано на рисунку 1.6.

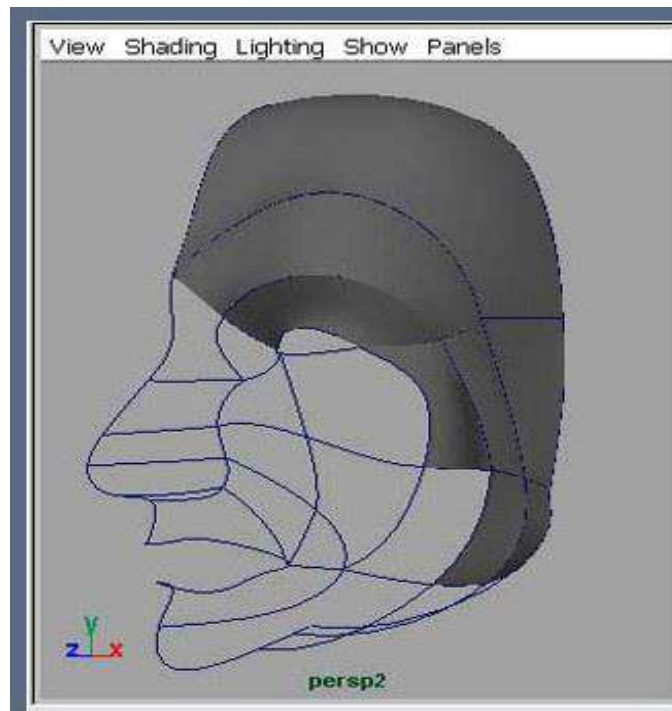


Рисунок 1.6 – 3D модель обличчя, створена з В-сплайнів

Принцип, що стоїть за роботою даних кривих полягає у використанні певних математичних формул. Моделювання цього типу поділяють на два різновиди:

- моделювання CV-кривими, форму яких можливо змінювати, переміщуючи точки, що називаються вершини та знаходяться за лініями;
- моделювання P-кривими, форма яких змінюється при редагуванні вершин, що знаходяться на площині В-сплайну.

Головною перевагою NURBS моделювання над полігональним є простота створення гладких та плавних органічних форм, що засновано на складних

математичних операціях. Загалом існує більше тисячі рівнянь, призначених для опису всіх можливих геометричних елементів будь-якої складності.

Особливістю побудови, що відрізняє моделі створені з В-сплайнів від полігональних є те, що вони завжди мають гладку форму без гострих кутів. Через цю властивість даний метод моделювання став популярним вибором в органічному моделюванні, для створення таких об'єктів як каркас автомобіля, тварини та рослини. Іншою перевагою роботи з В-сплайнами є відсутність полігонів. Тому, так само як і при сплайновому моделюванні, об'єкт не буде втрачати якісь та деталізацію при збільшенні. Модель буде розбито на полігони тільки на етапі рендеру – комп'ютер самостійно підрахує найбільш оптимальну полігональну сітку за алгоритмом та збереже плавність форми моделі[8].

1.3.5 Моделювання твердого тіла

Моделі, створені полігональним моделюванням, порожні всередині. При твердотілому моделюванні, об'єкт поводить себе реалістичне (тверде) тіло та не буде пустим всередині.

При побудові такої моделі йде робота не з окремими поверхнями, а відразу з усією оболонкою об'єкту: створюється проста модель, наприклад, куб, після чого до нього застосовують булеві операції (рисунок 1.7), різку інструментом «ніж», поєднання з іншими моделями тощо.

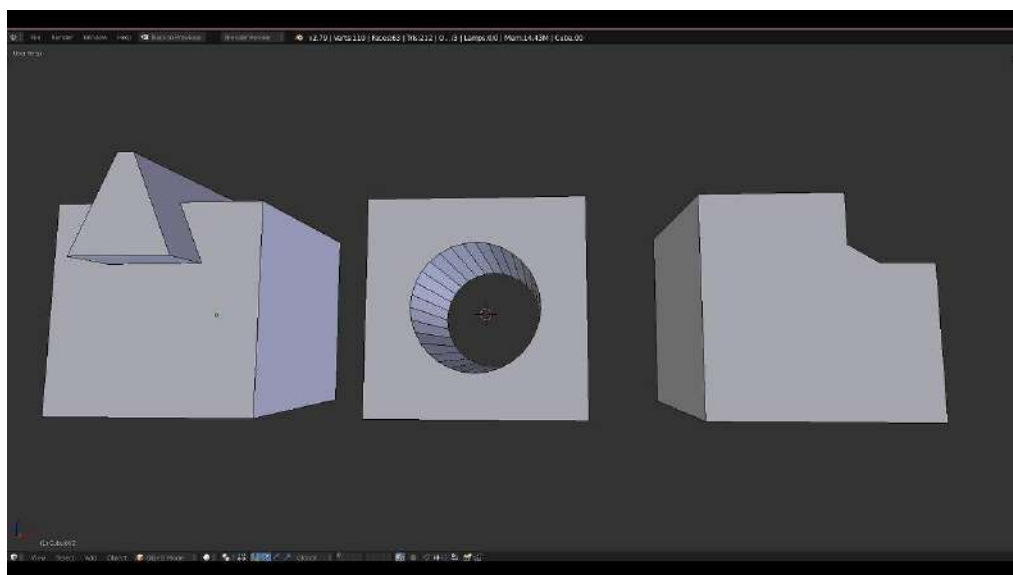


Рисунок 1.7 – Приклад проведення булевих операцій над твердотілим кубом

Такий вид моделювання чудово підходить для створення твердих 3D моделей нескладної форми, таких як деталі механізмів але несумісний з неідеальними природніми формами, як тварини чи рослини.

До переваг твердотілого моделювання можна віднести:

- автоматичне формування креслень – одна з найважливіших переваг цієї технології. Сучасні програми дозволяють за кілька хвилин побудувати креслення по тривимірній моделі з використанням твердотілого моделювання;
- можна легко вносити корективи в модель та використовувати шаблони, не потрібно формувати нове креслення, достатньо просто змінити необхідні параметри моделі;
- швидкість при проектуванні – твердотіле моделювання скорочує строк виконання проектування об'єкту, що впливає на швидкість роботи.

Через свої переваги, твердотіле моделювання вважається найдосконалішою технологією, яка дозволяє не тільки швидко створити об'єкт, але й так само швидко редагувати його.

1.3.6 Промислове моделювання

У промисловості, 3D моделювання різних об'єктів, деталей та запчастин та їх функціональності є дуже актуальним. Комп'ютерне моделювання допомагає побачити помилки, що виникають при роботі механізму ще на етапі проектування, що дає змогу значно заощаджувати. Можна вносити зміни в модель та в реальному часі бачити як це впливає на роботу всього механізму, це дає змогу досягти найкращої якості та працездатності. Також тривимірну симуляцію роботи можна використовувати для створення прототипу, для оцінки працездатності та демонстрації потенційним інвесторам.

Використання 3D моделювання для вирішення задач у промисловості знижує витрати на виготовлення будь-яких виробів та допомагає швидко створювати нові вироби. Для створення 3D моделей у цій сфері використовують системи автоматизованого проектування (англ. Computer-Aided Design), приклад наведено

на рисунку 1.8. Такі програми призначені для створення точних копій реальних об'єктів.

Промислове моделювання набуло великої популярності в інженерній справі, тому що у цьому виді моделювання враховуються найменші проміжки та навіть матеріал виробу. Іншою особливістю цього різновиду моделювання є використання цілих форм, а не полігонів чи сплайнів.

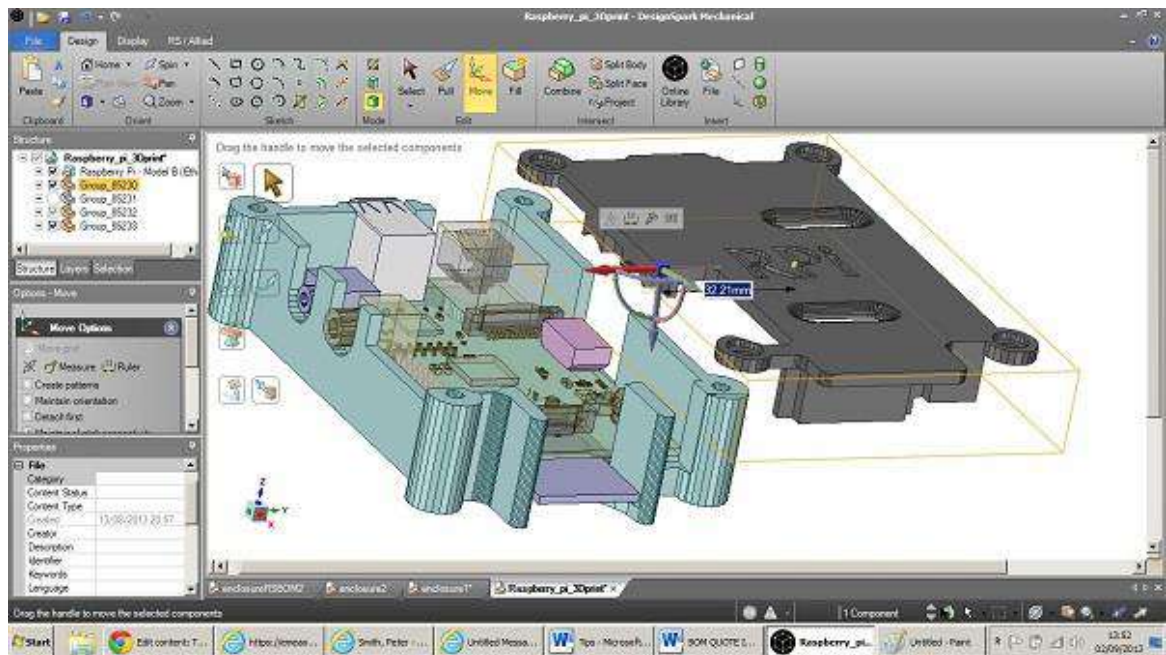


Рисунок 1.8 – CAD модель промислового призначення

1.3.7 Поверхневе моделювання

Поверхневе моделювання зазвичай використовується для створення поверхонь складної форми, таких як корпус літака чи автомобіля. Приклад моделі наведено на рисунку 1.9.

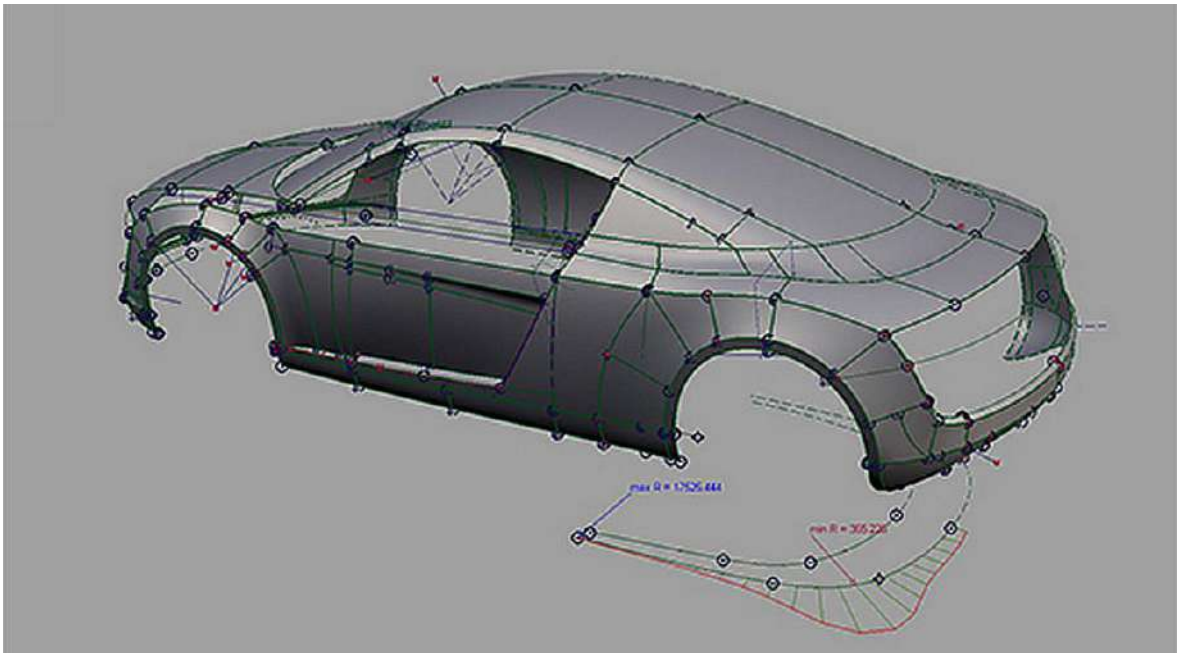


Рисунок 1.9 – Поверхневе моделювання обшивки автомобіля

Форма об'єкту збирається з декількох окремих поверхонь: модель складається з багатьох поверхонь, яким задається потрібна форма, після чого їх поєднують між собою, а зайве видаляють.

Такий метод моделювання дає можливість точно представити об'єкт будь якої складності, допомагає контролювати взаємно розташовані деталі та підготувати керуючі програми для станків.

1.4 Аналіз засобів моделювання

1.4.1 Maya

Maya – програма для 3D моделювання, візуалізації та анімації, має потужний інструментарій, який можна використовувати для створення анімації, середовища, рухомої графіки, персонажів та віртуальної реальності [9]. Приклад наведено на рисунку 1.10.

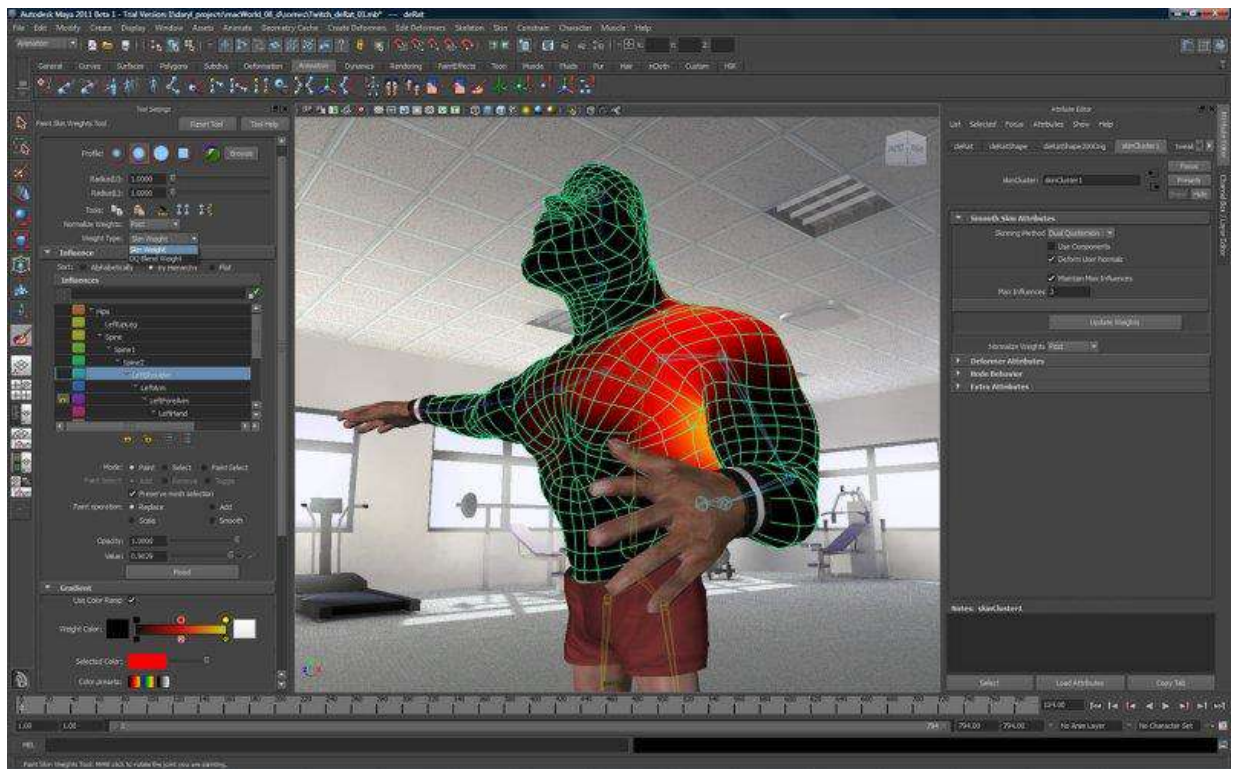


Рисунок 1.10 – Робочий простір програми Autodesk Maya

Найбільшу популярність програма отримала серед 3D-аніматорів у кіноіндустрії та мультиплікації. Maya цінується за широкий вибір інструментів для анімації, текстурування та створення спецефектів, через це часто стає вибором досвідчених фахівців. В програмі якісно реалізована функція візуалізації готових моделей: є чотири вбудованих візуалізатори та можливість підключення додаткових плагінів, наприклад Rapid Rig.

За принципом роботи Maya нагадує 3Ds Max – інший продукт від компанії Autodesk. Порівняно з ним, у Maya реалізовано більше можливостей для анімації ніж у 3Ds Max, також є можливість працювати з динамікою твердих та м'яких тіл, спрощено процес накладання текстур та розгортання моделі на UV площину.

Autodesk Maya обладнана різноплановими інструментами для забезпечення якісної та комфортної роботи з тривимірною графікою. Перелік основних інструментів які пропонує програма:

- інструменти для ручного скульптування, який підходить не тільки для роботи з персонажами, а і для створення ландшафту;

- декілька методів накладання текстур, матеріалів та комфортне розгортання моделі (UV маппінг);
- робота з кривими;
- можливість ретопології та полігонального моделювання;
- симуляція тканини та рідини;
- створення спецефектів таких як пил, дим, туман та інше;
- візуалізація досягається як за допомогою вбудованих функцій так і з додатковими плагінами як Rapid Rig, який допомагає полегшити процес підготовки рухомого скелету моделі персонажа для подальшої анімації [10].

З недоліків можна виділити складність навчання роботі з комплексним інтерфейсом та інструментарієм Maya. Також перешкодою може стати те, що більшість літератури та відео уроків в інтернеті англійською мовою.

1.4.2 3Ds Max

Autodesk 3Ds Max це професійне програмне забезпечення для 3D моделювання, анімації та візуалізації при створенні комп'ютерних ігор та у проектуванні [11].

На даний момент це одна з найпопулярніших програм як серед новачків так і професіоналів. Окрім цього, компанія надає студентам можливість три роки безкоштовно користуватись 3Ds Max.

Програма має велику бібліотеку тривимірних примітивів, як звичайних, так і розширених. Побудова геометричних форм як сфера, куб, призма, циліндр не потребує багато часу – достатньо обрати примітив у меню та задати його параметри (висота, ширина, радіус, т.д.). 3Ds Max надає інструменти роботи як зі сплайнами, так і з полігональним моделюванням. Є можливість редагування поверхні на рівнях вершин або ребер, що полегшує роботу зі складними поверхнями. Приклад наведено на рисунку 1.11.

У програму вбудовано простий редактор матеріалів (рисунок 1.12), будь який матеріал легко та швидко налаштовується за допомогою великої кількості параметрів, також можливо накладати декілька матеріалів на один об'єкт.

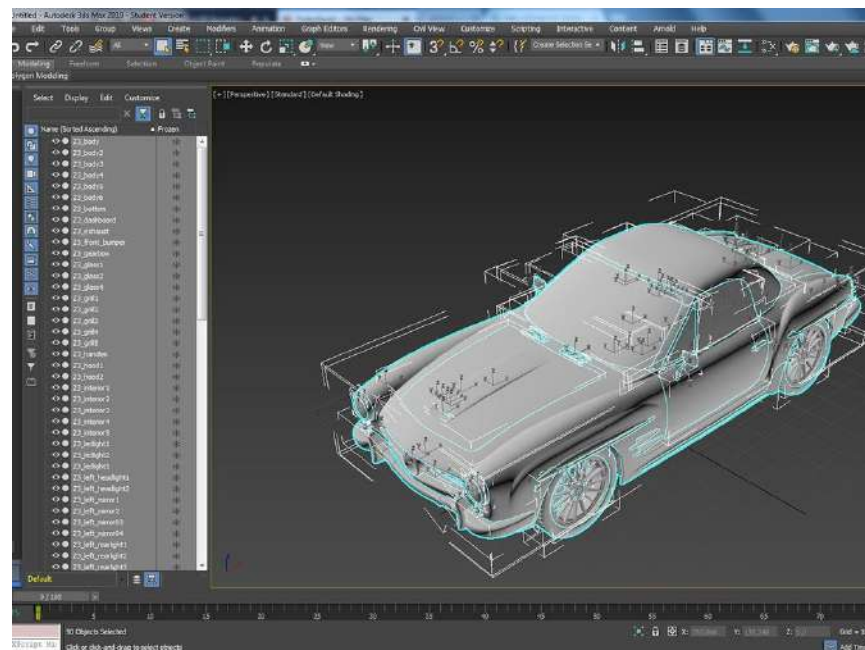


Рисунок 1.11 – Робочий простір програми Autodesk 3Ds Max

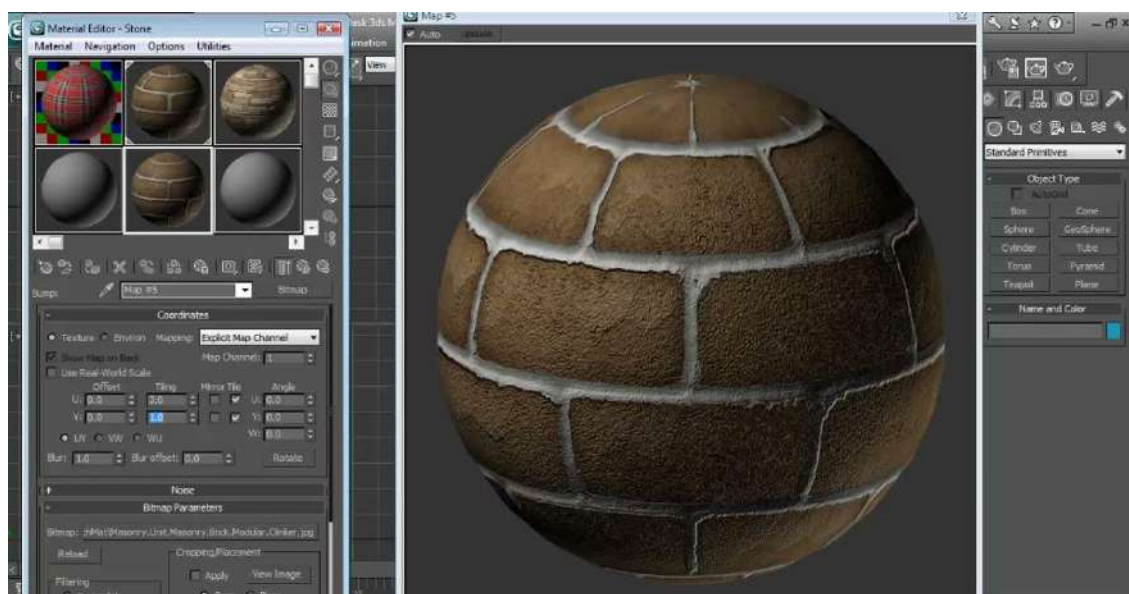


Рисунок 1.12 – Приклад роботи з матеріалами у Autodesk 3Ds Max

Для досягнення результатів, близьких до фотографії, можна використовувати різноманітні методи візуалізації. Наприклад, для створення освітлення можна застосувати трасування променів – реалістична симуляція, яка враховує відображення за заломлення світлових променів. Також є можливість створення фотореалістичних атмосферних ефектів як вогонь та дим. Для візуалізації результату можна використовувати як стандартний для 3Ds Max двигун рендеру,

так і створені незалежними розробниками, найпопулярнішим прикладом є Octane від компанії OTOY.

У 3Ds Max достатньо продуманий та комфортний інтерфейс – на робочій панелі розташований мінімальний потрібний у роботі набір кнопок. Також робочий простір програми можна редагувати та змінювати під себе, наприклад видалити непотрібні кнопки з панелі або додати нові.

Багато уваги в програмі приділено інструментам та способам анімації: за ключовими кадрами, процедурна анімація, органічна анімація та інші. Доступний функціонал для роботи зі скелетною деформацією, додавання фізичних сил, які впливають на персонажів (наприклад гравітація або вітер) та модель поведінки натовпу для спрощення анімації десятків або сотень об'єктів за одночасно.

Програма надає велику кількість модифікаторів, якими можна змінювати об'єкти: скручування, відображення, згладжування, редагування сітки полігонів, накладання шуму т.д. Окрім того, кожний модифікатор має власні параметри, що дає можливість дуже точно налаштовувати модель.

3Ds Max також має модулі для роботи з системами частинок, принципи роботи яких засновані на законах фізики, що дозволяє створити наприклад пил, дощ або іскри. Середовище 3Ds Max також має функціонал для моделювання одягу та фізичної симуляції тканини (ефекти вологого одягу, пошкодження на тканині, виникнення складок при деформації). Ще програма має модифікатори для симуляції шерсті або волосся, симулюючи реалістичну поведінку волосків при заданих параметрах жорсткості та вологості [12].

1.4.3 Cinema 4D

Cinema 4D – універсальна професійна програма для 3D моделювання, анімації, симуляції та візуалізації. Вигляд робочого простору програми наведено на рисунку 1.13. Дозволяє візуалізувати об'єкти по методу Гуро. Цей метод використовується для побудови неперервного градуйованого освітлення поверхні 3D моделі, працює за методом інтерполяції (поєднання) кольорів сусідніх ребер об'єкту [13].

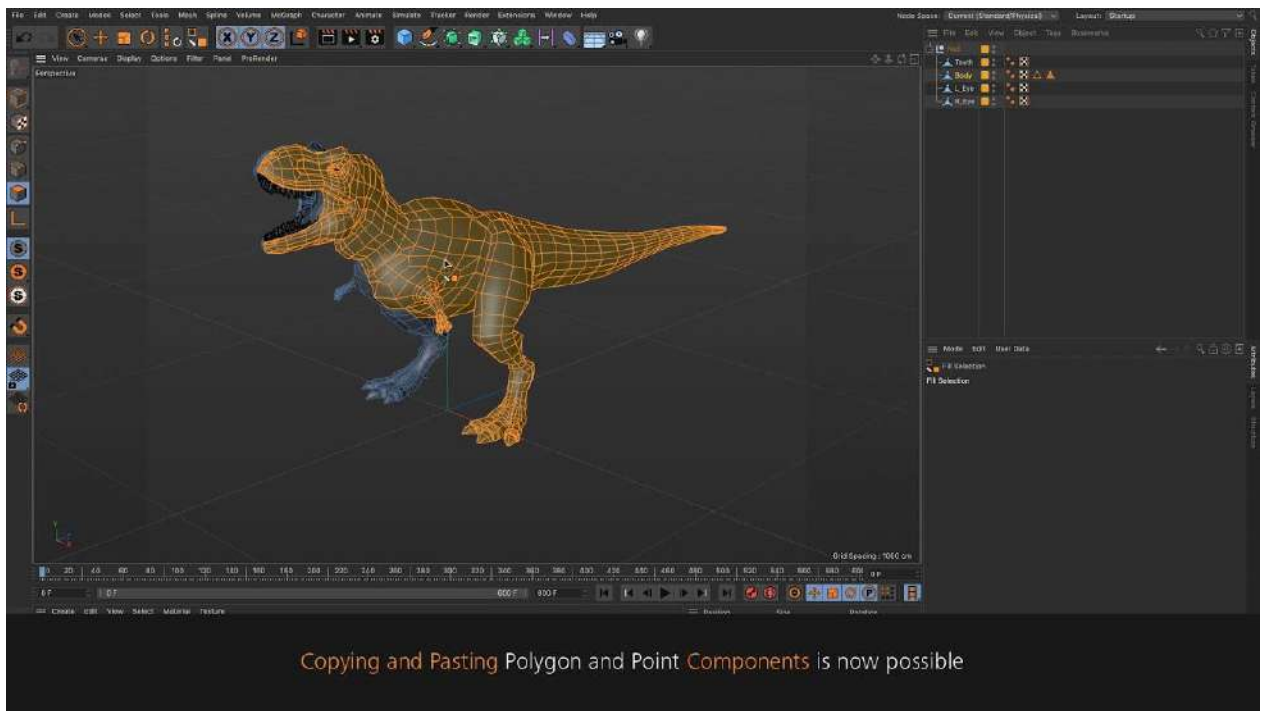


Рисунок 1.13 – Робочий простір програми Cinema 4D

Інтерфейс програми влаштовано дуже просто, а самі функції легкі для розуміння, що допомагає користувачам без досвіду швидше освоїтись. Cinema 4D є основою робочого процесу користувачів, тому розробники, впроваджуючи новий функціонал, намагаються залишати принцип його роботи інтуїтивно простим та логічно вбудовувати його у інтерфейс. Робоче середовище програми можна налаштовувати під себе для більш комфортного користування.

Cinema 4D надає багато можливостей для неструктурної роботи: процедурні текстури, шейдери, параметричне моделювання та багато іншого. Система дублювання дозволяє зберігати декілька версій сцени в одному файлі та керувати ними.

Cinema 4D це ідеальний вибір для художників, що працюють з 3D, початківці на рівні з професіоналами можуть користуватись широким набором інструментів для швидкого досягнення потрібних результатів.

Також програма підтримує рендеринг високої якості, анімацію та навіть монтаж відео.

1.4.4 Blender

Blender – професійна програма з відкритим вихідним кодом, призначена для створення тривимірної комп’ютерної графіки, у тому числі:

- моделювання;
- анімація;
- симуляція фізики тканин та рідини;
- рендеринг;
- монтаж відео зі звуком;
- пост-обробка (корекція кольору, контрасту освітлення, видалення фону, т.д.);
- компонування за допомогою вузлів (Nodes);
- створення інтерактивних ігор за допомогою скриптів.

Найпопулярніший безкоштовний 3D редактор, який швидко розвивається. Команда професійних розробників постійно доповнює функціонал програми [14].

Одною з найбільших переваг Blender є безкоштовне розповсюдження програми, що привертає увагу користувачів які хочуть займатись 3D як хобі, з можливістю в подальшому використовувати набуті навички в інших професійних програмах. Приклад робочого простору програми наведено на рисунку 1.14.

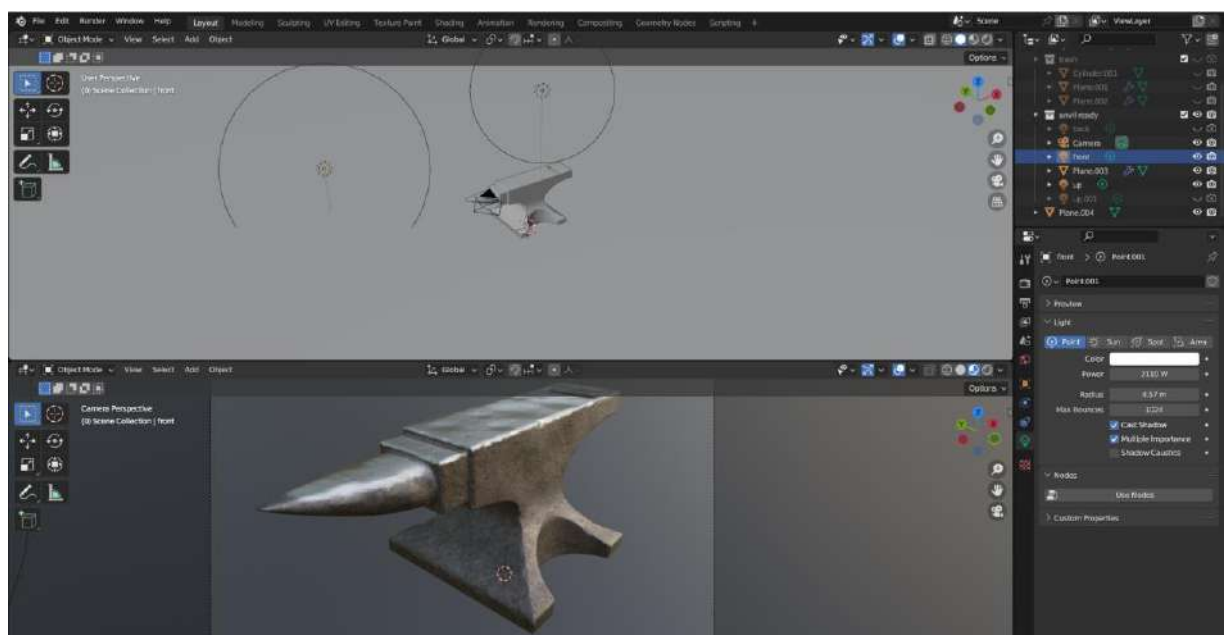


Рисунок 1.14 – Робочий простір програми Blender

доводить, що безкоштовне не завжди означає погане. Ця програма дуже швидко розвивається, достатньо універсальна і має багатий вибір інструментів для всіх задач, навіть деякі кіностудії використовують Blender у своїй роботі.

Таким чином, виходячи з наступних факторів, було обрано програму Blender:

- програма повністю безкоштовна та доступна для всіх, хто зацікавлений у 3D моделюванні,
- широкий функціонал для 3D моделювання,
- підтримка усіх основних технік моделювання,
- комфортна UV розгортка текстур та інструменти для роботи з матеріалами,
- можливість симуляції фізичних тіл,
- реалістичний двигун для рендеру зображень,
- можливість встановлення плагінів та налаштування програми під себе.

Також на вибір вплинув той факт, що раніше вже був досвід 3D моделювання та анімації в даній програмі.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

2.1 Характеристика потенційної аудиторії споживачів проекту

3D моделювання відіграє велику роль у маркетингу, забезпечуючи візуальне представлення продукту, середовища, чи поняття, що може покращити рекламні матеріали та зацікавити потенційних клієнтів. Існують такі способи використання 3D моделювання в маркетингу:

- візуалізація продукту: 3D моделі дозволяють візуально привабливо та детально представляти свою продукцію. Створюючи точні зображення продуктів, включаючи їх дизайн, особливості та функціонал, маркетологи можуть представити їх у різних ракурсах, кольорах та конфігураціях. Це допомагає потенційним клієнтам краще зрозуміти продукт і його потенційне використання, підвищуючи їхню впевненість у здійсненні покупки;

- віртуальне прототипування: 3D моделювання дає можливість створити віртуальний прототип товару ще до початку виробничого процесу. Це дозволяє оцінити та вдосконалити дизайн продукту, виявити потенційні проблеми та вносити необхідні зміни на ранніх стадіях розробки. Створення віртуальних прототипів заощаджує час і витрати, зменшуючи потребу в фізичних прототипах, водночас надаючи точне уявлення про продукт;

- інтерактивні конфігуратори: 3D моделі можуть бути інтегровані в інтерактивні конфігуратори, що дозволяє клієнтам налаштувати продукти відповідно до своїх уподобань. Наприклад, в автомобільній промисловості, клієнти можуть обирати різні кольори, оздоблення, аксесуари та бачити зміни в режимі реального часу за допомогою 3D-конфігуратора. Цей інтерактивний досвід підвищує зацікавленість клієнтів, дозволяючи їм візуалізувати продукт відповідно до своїх уподобань;

- доповнена реальність (AR) і віртуальна реальність (VR): 3D моделювання має вирішальне значення в промо-додатках AR і VR. Доповнена реальність дозволяє клієнтам переглядати і взаємодіяти з віртуальними 3D-

моделями, накладеними на реальний світ, за допомогою смартфонів або планшетів(рис. 2.1). Це може бути використано для віртуальної примірки модних або косметичних товарів, де клієнти можуть побачити, як продукція виглядатиме на них. Віртуальна реальність йде ще далі, занурюючи клієнтів у віртуальне середовище, де вони можуть досліджувати і взаємодіяти з 3D моделями, наприклад, у віртуальних шоу-румах або симуляторах;



Рисунок 2.1 – AR додаток для візуальної демонстрації товару

- анімація: 3D-моделі можна анімувати для створення маркетингового контенту. Анімації можуть демонструвати функціональність, процес складання або унікальні особливості продукту. Наприклад, анімована 3D модель може демонструвати, як працює складний механізм, або підкреслити переваги певного продукту. Такий контент привертає увагу, ефективно доносить інформацію до

клієнтів та допомагає брендам виділитися на переповненому маркетинговому просторі;

- архітектурна візуалізація: У сфері нерухомості та архітектури, 3D моделювання використовується для створення реалістичних візуалізацій інтер'єрів, екстер'єрів та середовищ. Ці візуалізації можна використовувати в брошурах, веб-сайтах або віртуальних турах (рис. 2.2) для демонстрації об'єктів нерухомості ще до того, як вони будуть побудовані. Це дає можливість потенційним покупцям віртуально досліджувати простір, розуміти планування та візуалізувати бажане оздоблення.

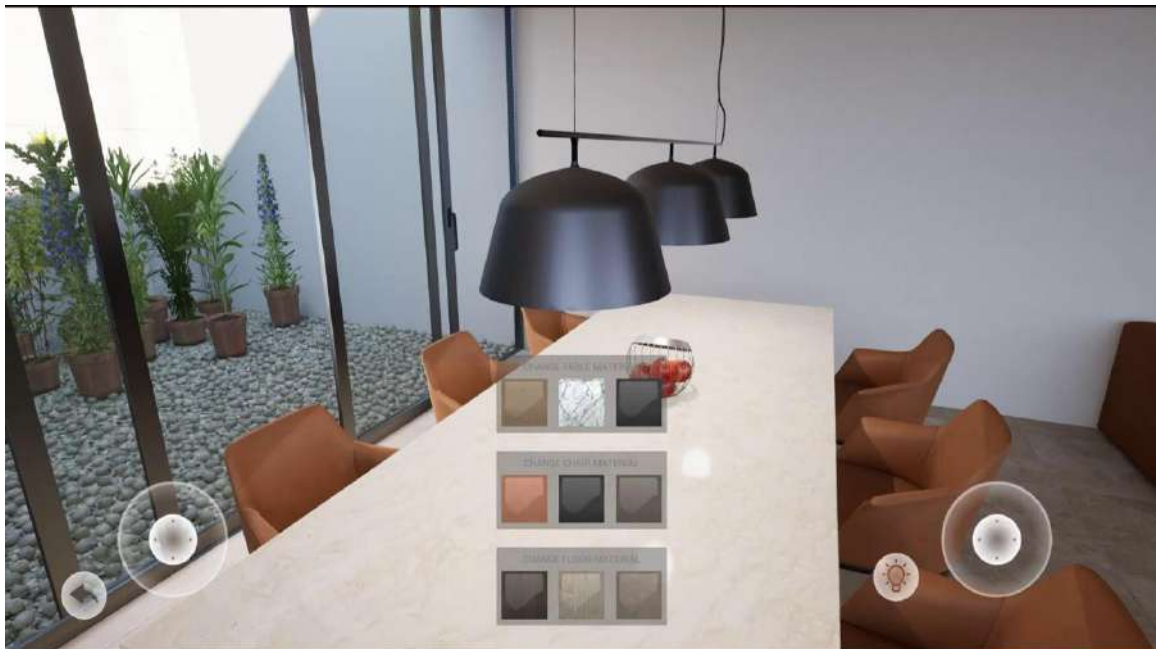


Рисунок 2.2 – Приклад налаштованого віртуального інтер'єру

Загалом, 3D моделювання оживляє продукти, середовища та концепції в маркетингу. Воно допомагає компаніям ефективніше доносити свої пропозиції, залучати клієнтів за допомогою інтерактивних засобів та створювати візуально привабливий контент, який справляє незабутнє враження.

2.2 Постановка задачі проекту

2.2.1 Вимоги до проекту

Тривимірна модель комп'ютерного обладнання повинна відповідати таким вимогам:

- об'єктивність – модель повинна об'єктивно представляти товар, щоб покупець бачив його таким, який він є в дійсності;
- дотримання принципів недеструктивності при роботі з моделлю – 3D модель має легко піддаватись редагуванню;
- наочність – має бути можливість роздивитись товар з усіх боків;
- ефектна презентація – анімація та інші ефекти привертають увагу та подають товар в кращому світлі.

2.2.2 Вихідні дані

Комп'ютерним обладнанням, обраним для моделювання стала відеокарта RTX2060. Перед тим як приступати до розробки самої моделі, потрібно знайти референси.

Референс – допоміжне зображення(малюнки або фотографії), які використовуються у дизайні, анімації, 3D моделюванні тощо. Вони необхідні для точного дотримання пропорцій та врахування дрібних деталей[15].

Базою для розробки моделі може бути фото, ескіз, готовий зразок та навіть усний опис задачі. На основі зібраних джерел створюється 3D модель.

При створенні такої комплексної моделі як відеокарта, потрібні референси всіх основних сторін на панелей об'єкта. Зображення, використані при моделюванні, представлено на рисунках 2.3-2.6.



Рисунок 2.3 – Фото передньої панелі відеокарти

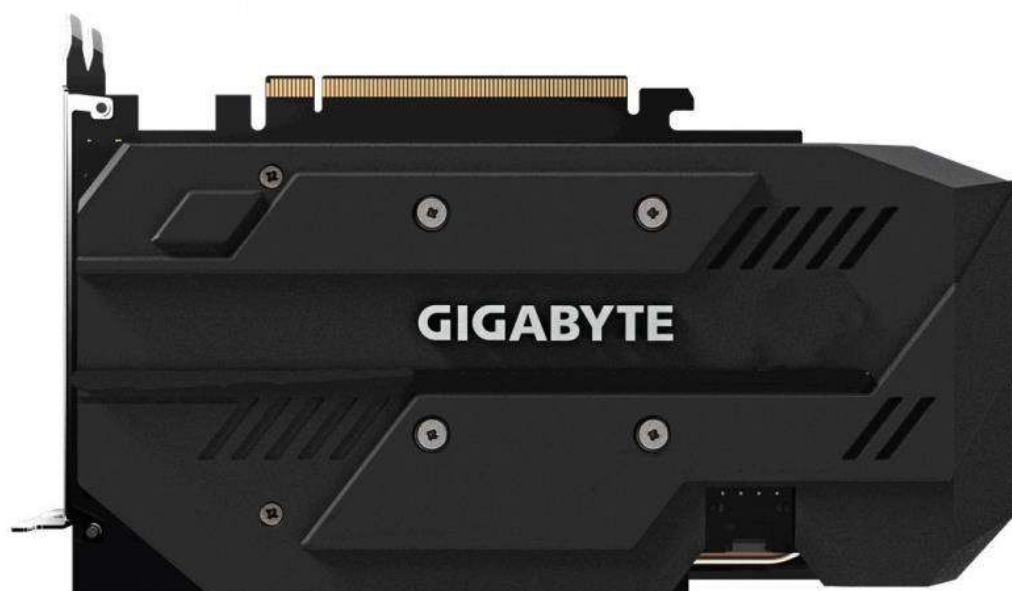


Рисунок 2.4 – Фото задньої панелі відеокарти



Рисунок 2.5 – Бокове фото відеокарти з трубками охолодження



Рисунок 2.6 – Металева панель відеокарти з рознімами

2.2.3 Характеристики обладнання для реалізації проекту

Для моделювання було використано комп'ютер з наступними технічними характеристиками:

- тип: комп'ютер на базі x64;
- процесор: AMD Ryzen 5 1600 3.2GHz, ядер: 6, логічних процесорів: 12;
- операційна система: Microsoft Windows 10 Pro;
- встановлена оперативна пам'ять: 16Гб;
- версія середовища виконання: DirectX 11;
- відеокарта: Nvidia GeForce RTX 2060 6Гб.

Комп'ютер з наведеними вище характеристиками дозволяє комфортно працювати у середовищі Blender. Ґрунтуючись на рекомендаціях з офіційного сайту розробника Blender, технічні характеристики комп'ютера більш ніж задовольняють мінімальним вимогам програми: 64-розрядна система, 8Гб оперативної пам'яті, відеокарта з 2Гб виділеної пам'яті [16].

3 РОЗРОБКА 3D МОДЕЛІ КОМП'ЮТЕРНОГО ОБЛАДНАННЯ

3.1 Алгоритм процесу 3D моделювання

Правильна послідовність робочого процесу має вирішальне значення. Це гарантує, що тривимірні моделі пройдуть шлях від ескізів до фінальної візуалізації у вигляді зображення або анімації з мінімальними зусиллями. Для цього потрібно визначитись з основними етапами творчого процесу та їх порядком.

Алгоритм, за яким буде створено 3D модель наведено на рисунку 3.1. Робота над проектом починається з ідеї, потрібно знайти референси об'єкта розробки або створити ескізи. Наступним кроком є безпосередньо моделювання, текстурування моделі та обстановка віртуальної сцени та освітлення. Фінальним кроком стає візуалізація готової 3D моделі у вигляді 2D зображення чи анімації. Також можливо експортувати готову модель для подальшого використання у інших 3D редакторах або завантаження її на онлайн хостинг 3D моделей.

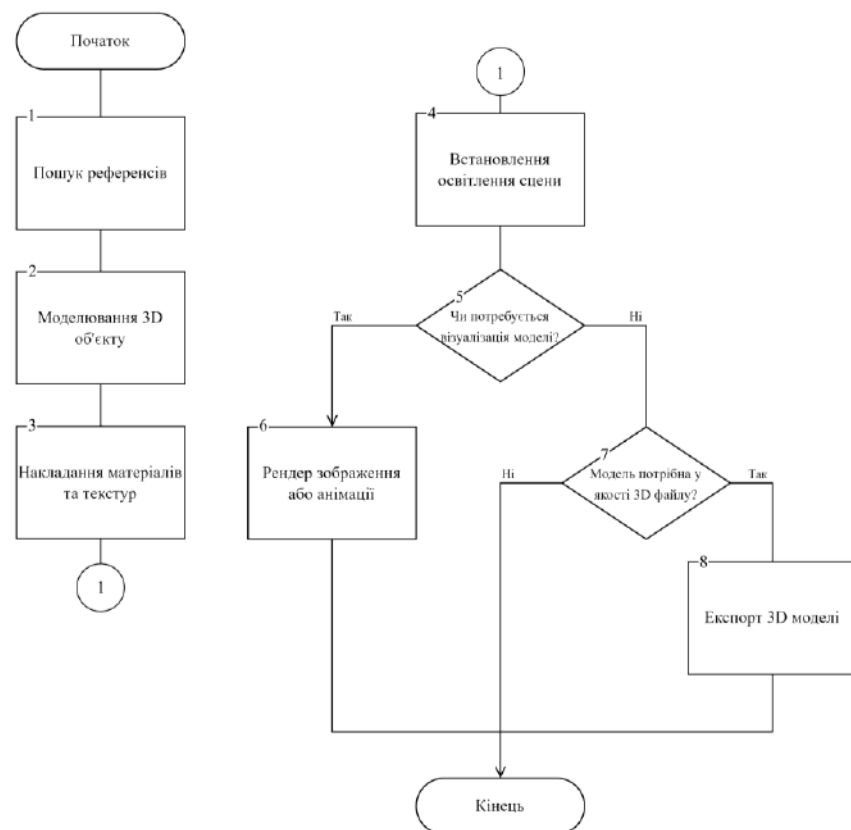


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму розробки 3D моделі

3.2 Реалізація

3.2.1 Створення моделі комп'ютерного обладнання

Моделювання виконувалось з фотографії реальної моделі відеокарти RTX2060. Першим етапом при створенні проекту є додавання референсних фото у 3D простір програми Blender (рисунок 3.2). Таким чином можна буде прискорити початковий етап моделювання та задати точну форму всім деталям об'єкту.

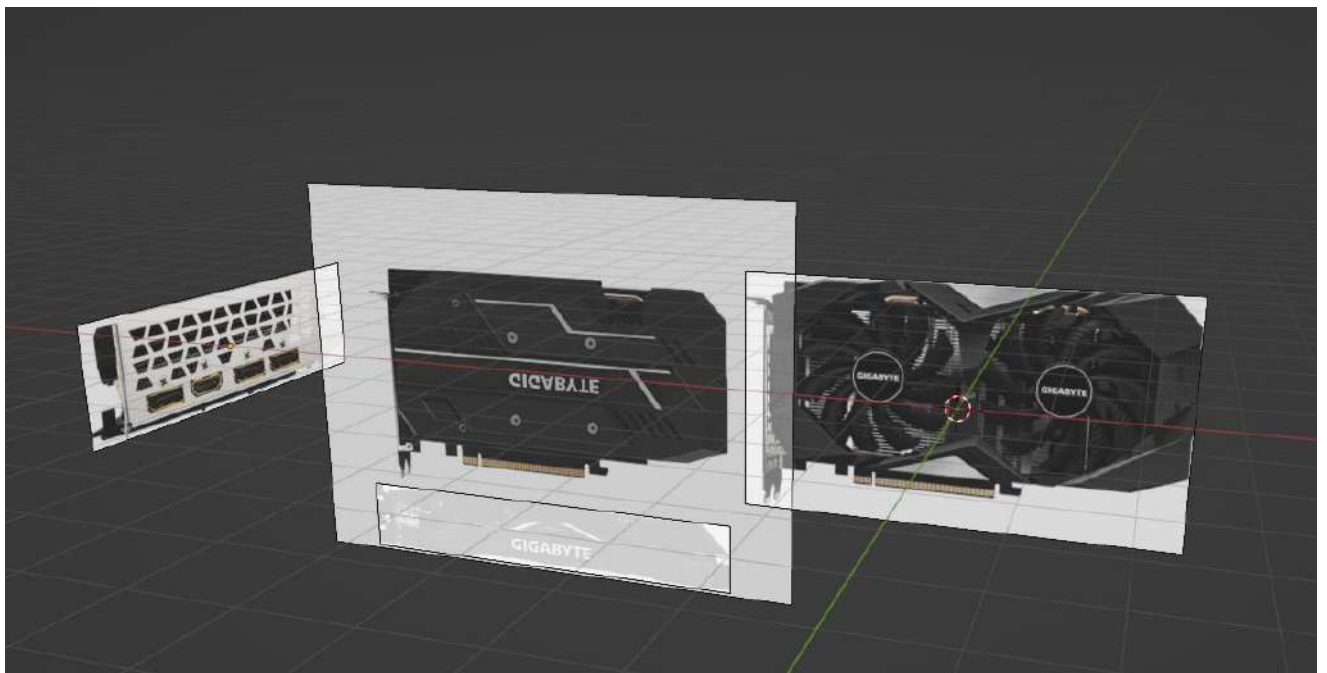


Рисунок 3.2 – Розташування фото референсів у 3D просторі

Для зручності роботи з деталями моделі, об'єкти згруповано по колекціям (рис. 3.3). Колекції дають можливість керувати відображенням окремих частин, деталей та навіть елементів сцени. Це значно спрощує процес моделювання та накладання матеріалів. Проект було розділено на такі колекції:

- Reference – для референсних зображень;
- Body, contacts, bolts, radiator, fans – різні деталі відеокарти;
- Lights – для композиції освітлення сцени.

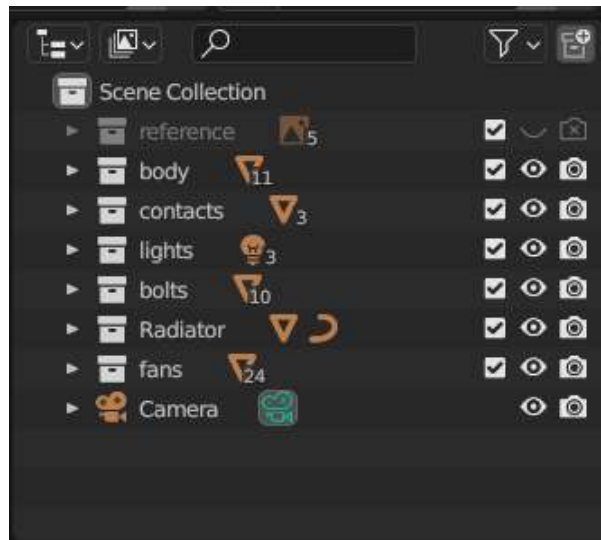


Рисунок 3.3 – Меню колекцій моделі

Моделювання об'єкту починається зі створення площини Plane, яку потрібно вирівняти та відредагувати, щоб її форма відповідала основі відеокарти з референсу. Пласкі основи для кришки та чіпу відеокарти, створені за референсом, показано на рисунках 3.4 та 3.5 відповідно. Після цього основі потрібно придати об'єм, виділивши весь об'єкт та застосувавши команду Extrude по осі Y. Товщина деталей визначається за референсом.



Рисунок 3.4 – Моделювання кришки відеокарти за референсом



Рисунок 3.5 – Готова форма основи чіпу відеокарти

Наступним етапом є моделювання металевої пластини на боковій панелі. Основу для бокової панелі було створено аналогічно основі чіпу(рис. 3.6). Для моделювання отворів на панелі застосовано булеві операції віднімання. За референсом створюємо об'ємну фігуру, що повторює форму отвору, та копіюємо її для кожного отвору на моделі(рис. 3.7). Далі, поміщуємо фігури так, щоб вони перетинали панель у місцях, де потрібно зробити отвори(рис. 3.8), застосовуємо до панелі модифікатор булевих операцій, та віднімаємо фігури з панелі(рис. 3.9).

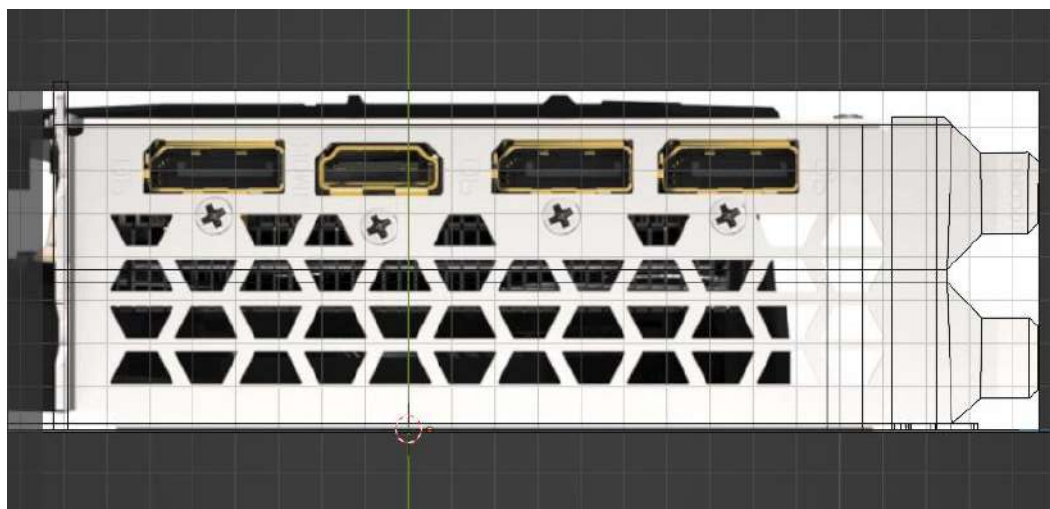


Рисунок 3.6 – Основа для бокової панелі

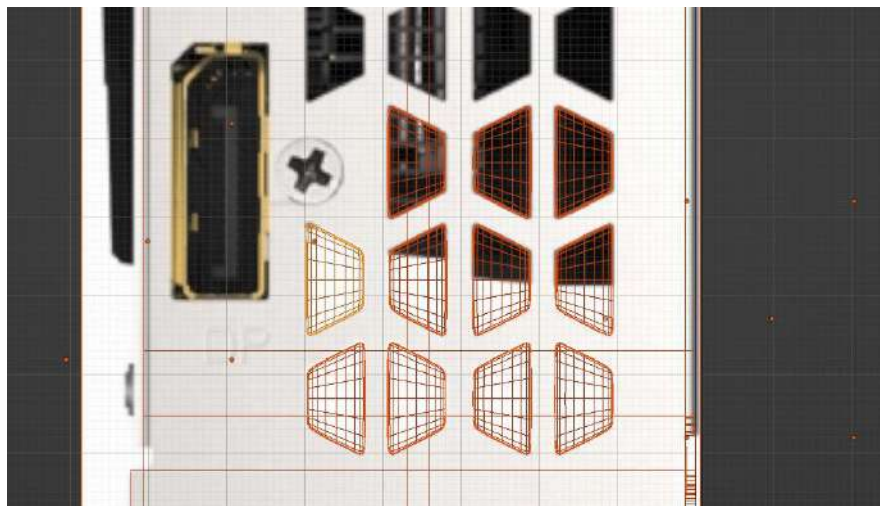


Рисунок 3.7 – Об'ємні фігури повторюють форму отворів

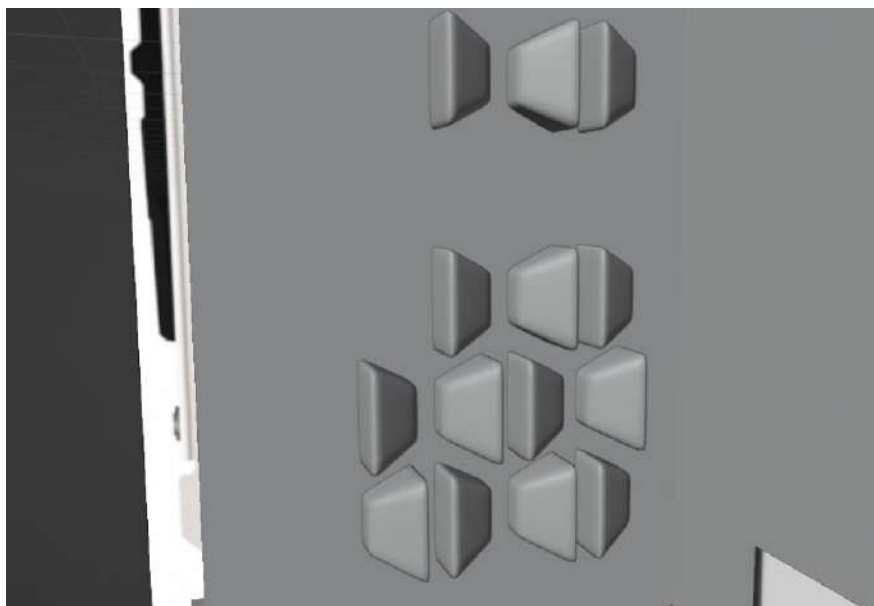


Рисунок 3.8 – Розміщення фігур на панелі

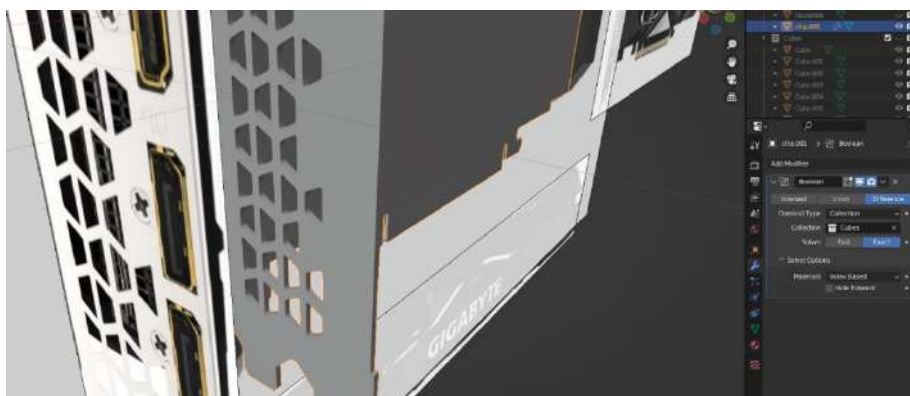


Рисунок 3.9 – Результат булевої операції віднімання

Для моделювання радіатора було створено одну пластину, до якої було застосовано модифікатор Array, що дає можливість створювати будь-яке число копій об'єкта в усіх напрямках координат X, Y, Z (рис. 3.10). Аналогічним методом моделюються контакти на чіпі (рис. 3.11).

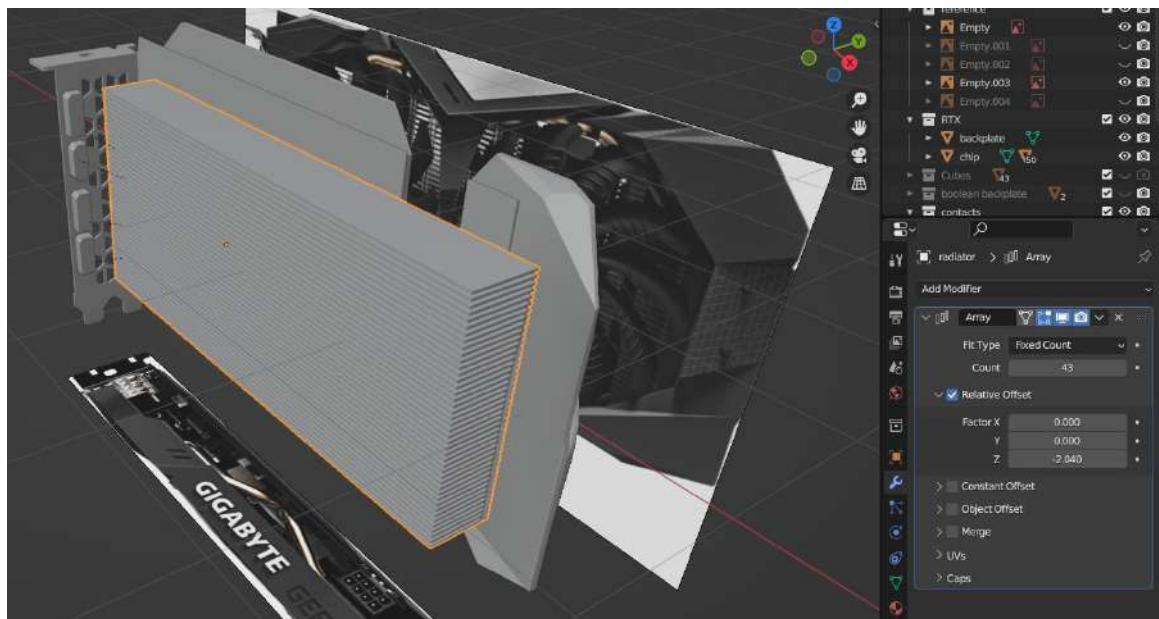


Рисунок 3.10 – Робота модифікатора Array, моделювання радіатора

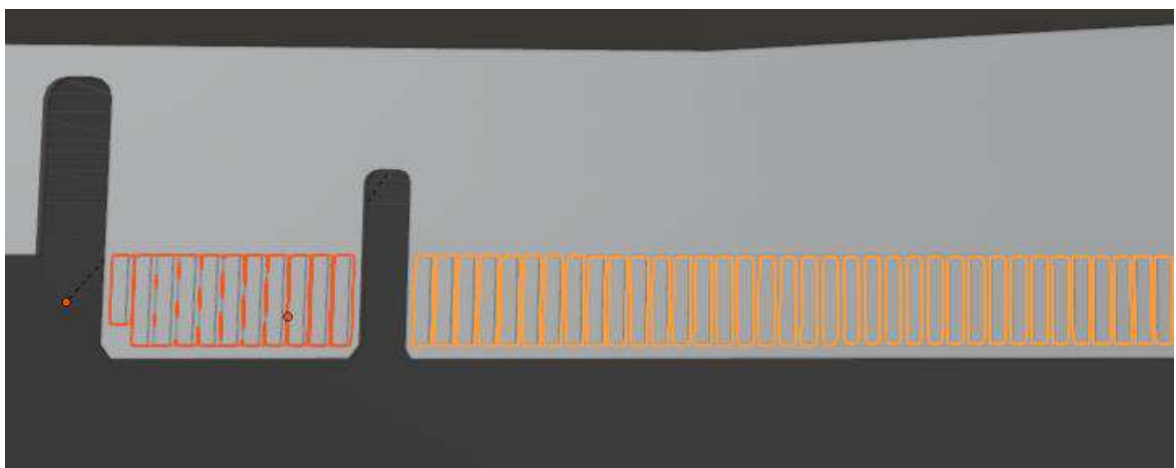


Рисунок 3.11 – Робота модифікатора Array, моделювання контактів

Мідні трубки охолодження моделюються за допомогою кривих Nurbs (рис. 3.12), так можна досягти реалістичного вигляду гладких об'єктів, не навантажуючи систему зайвими полігонами. Створюємо одну точку та додаємо до неї наступні

командою Extrude, повторюючи форму трубок з референсу. Після цього, у властивостях кривих Nurbs підвищуємо параметр глибини Depth, щоб придати лінії, яка проходить між точками, товщину. Результат моделювання можн побачити на рисунку 3.13.

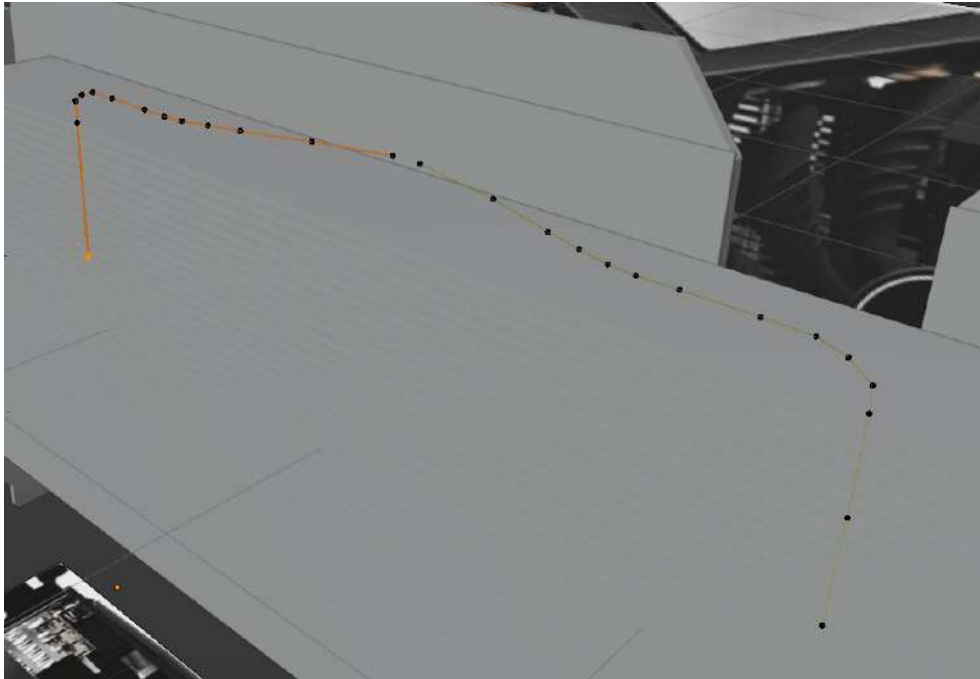


Рисунок 3.12 – Криві Nurbs



Рисунок 3.13 – Результат моделювання трубок

Основу передньої кришки відеокарти було створено аналогічно задній панелі. Далі потрібно деталізувати передню кришку та задню панель. За допомогою команди loop cut, моделі поділяються на більшу кількість полігонів (рис. 3.14).

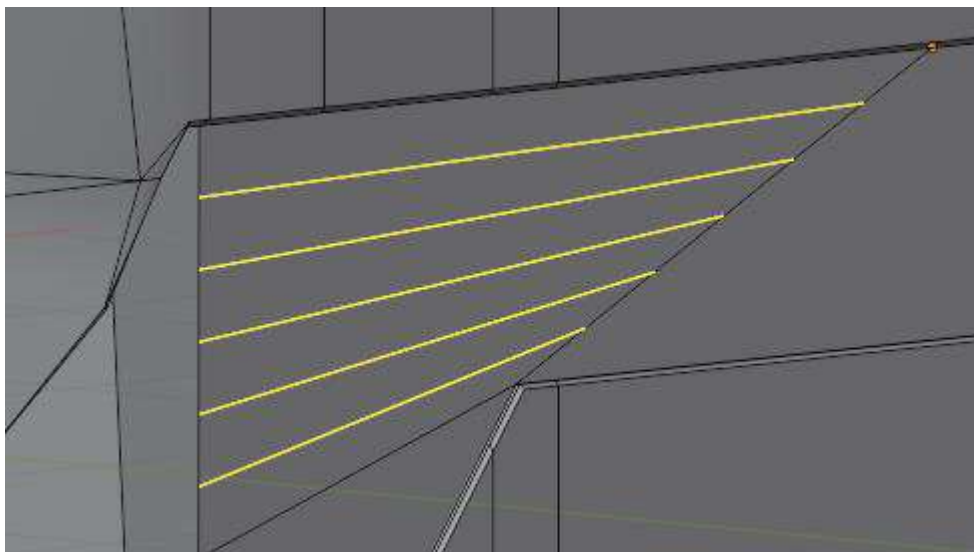


Рисунок 3.14 – Робота команди loop cut

Тепер, змінюючи положення граней полігонів, повторюємо форму дрібних деталей на оригінальних моделях, відштовхуючись від референсів (рис. 3.15).

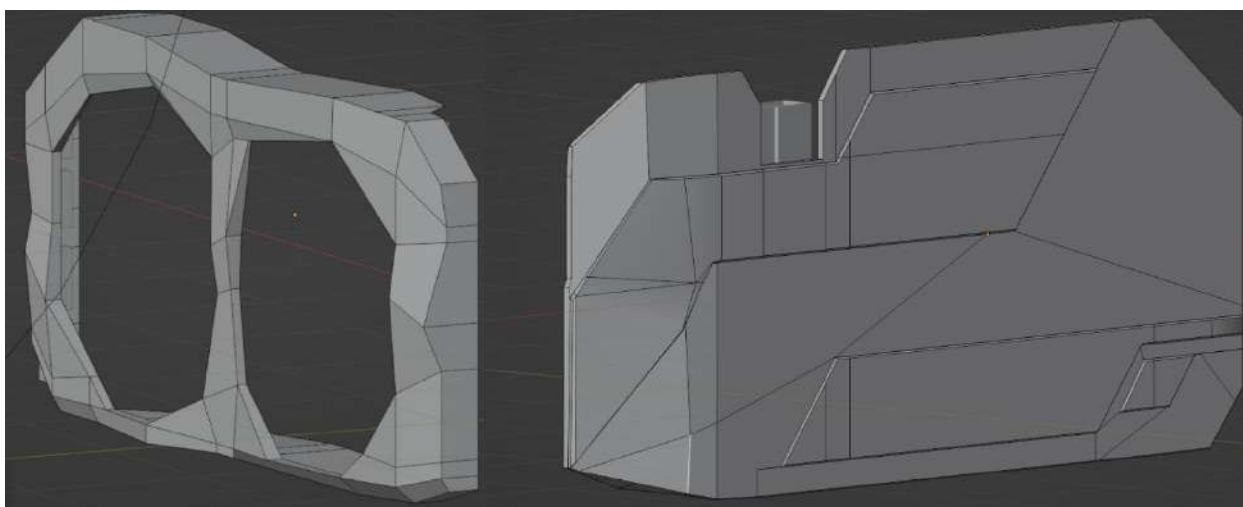


Рисунок 3.15 – Результат моделювання форми деталей за референсом

Кулер складається з двох основних частин: лопаті та циліндр, до яких вони кріпляться. Моделюємо циліндр та одну лопать потрібного розміру (рис. 3.16), після чого копіюємо лопаті, та орієнтуємось на референси: переміщуємо копії так, щоб вони співпадали по кількості та положенню зі справжнім кулером (рис. 3.17). Далі виділяємо всі лопаті та призначаємо їх як дочірні моделі циліндра, таким

чином можна закріпити моделі лопатей, щоб вони рухались разом з циліндром при його переміщенні.

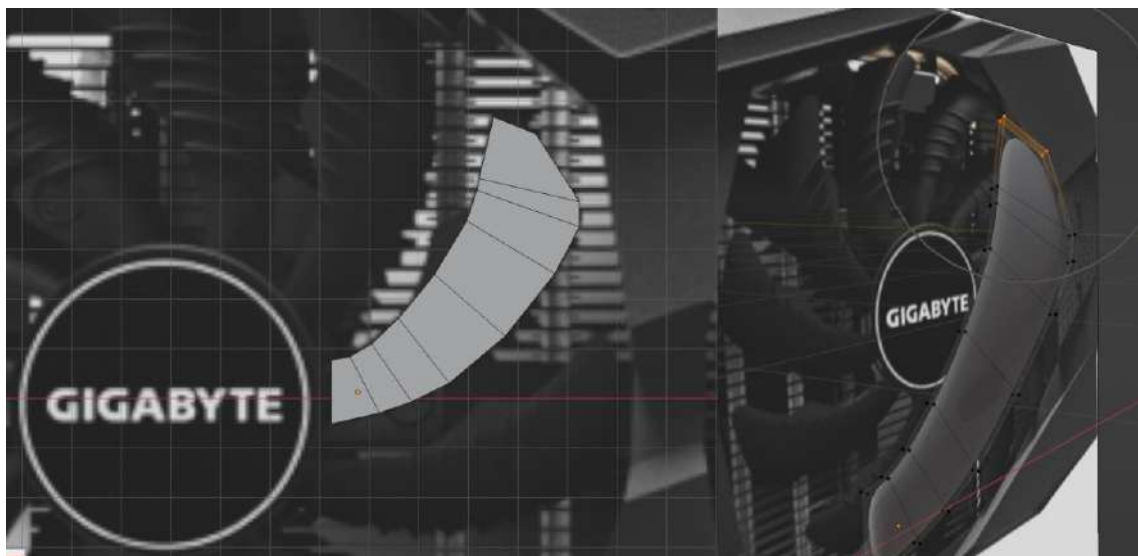


Рисунок 3.16 – Процес моделювання лопаті

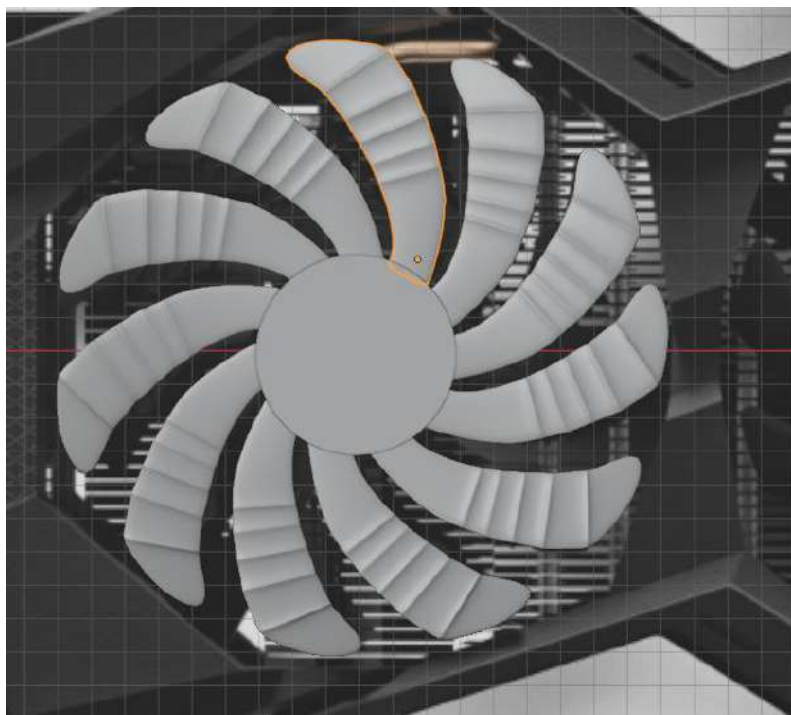


Рисунок 3.17 – Готова модель кулера

Два кулери на модельованій відеокарті мають віддзеркалену форму, тому щоб не моделювати другий кулер, робимо копію вже існуючого кулера та застосовуємо до неї модифікатор *mirror* по осі *Z*(рис. 3.18).

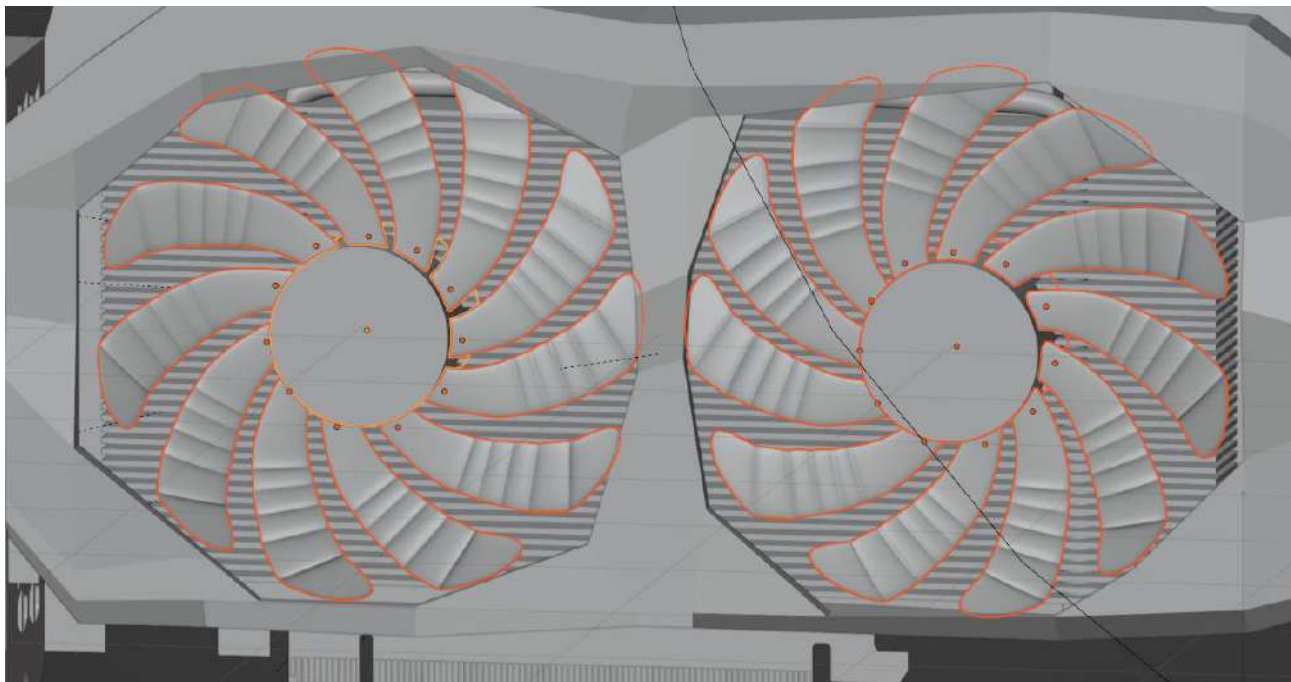


Рисунок 3.18 – Результат моделювання кулерів

Залишається додати дрібні деталі, як різніми на болти. Для різнімів створюється куб, з якого за допомогою loop cut та extrude моделюється необхідна форма об'єкту, болти створено аналогічно, але їх основою слугує циліндр (рис. 3.19). Кожен різнім має унікальну форму і має бути змодельований окремо, але болти можна копіювати, створивши один екземпляр.

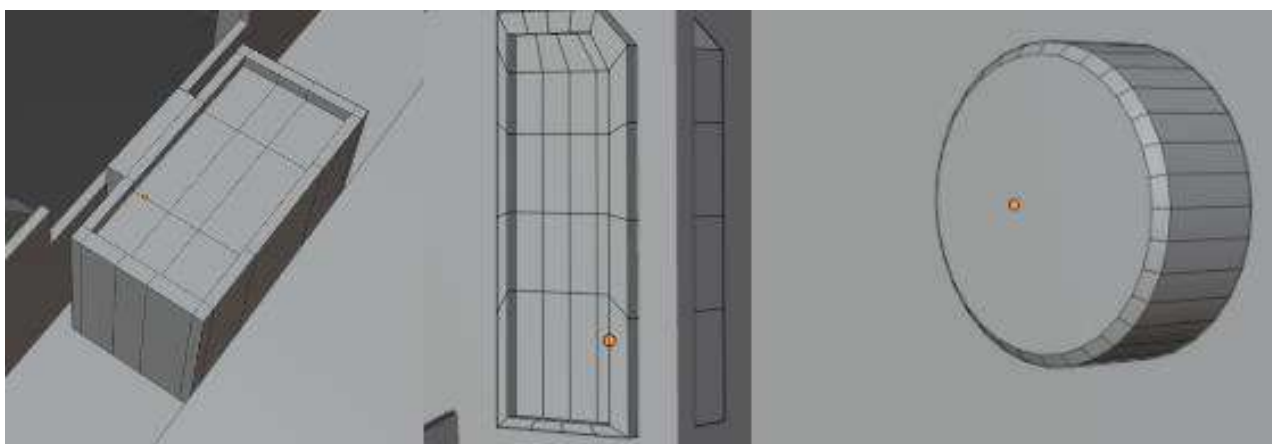


Рисунок 3.19 – Результат моделювання різнімів та болтів

3.2.2 Налаштування матеріалів та текстур

Щоб модель при візуалізації виглядала реалістичною, до неї потрібно застосувати матеріали та накласти текстури. Для роботи з матеріалами у Blender використовується шейдер Principled BSDF та геометричні вузли.

Шейдер – математична формула, яка приймає колір, позицію та інші параметри, після чого, базуючись на цих значеннях, на виході візуалізовує взаємодію матеріалу зі світлом[17].

Геометричні вузли дозволяють зручно взаємодіяти та редагувати як 3D моделі, так і матеріали з текстурами за допомогою блоків, які несуть певну функцію та дані для налаштувань.

Principled BSDF це універсальний шейдер, який може симулювати металеву поверхню, скло, пластик та будь-які інші матеріали. Для обраної відеокарті потрібно створити такі матеріали:

- чорний пластик для корпусу та кулерів;
- сірий блискучий метал для радіатора та панелі з рознімами;
- золотистий металевий для контактів на платі;
- помаранчевий дзеркальний метал для мідних трубок охолодження.

Шейдер Principled BSDF має багато налаштувань, основними для створення потрібного ефекту матеріалу є Base Color, Metallic, Roughness(англ. основний колір, металевість та жорсткість відповідно). Приклад налаштувань наведено на рисунку 3.20.

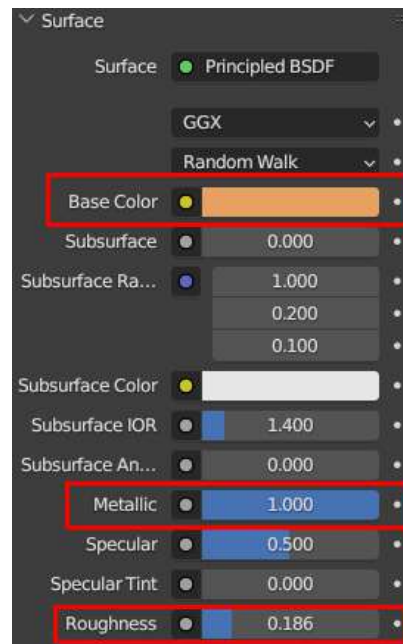


Рисунок 3.20 – Використання налаштувань матеріалу

Для металевих поверхонь, параметр Metallic виставляється у максимальне значення, для інших матеріалів залишається на 0. Roughness впливає на ступінь дзеркальності або матовості матеріалу. Base color задає суцільний колір для всієї поверхні об'єкту, до якого застосовано матеріал. Всі створені для відеокарти матеріали (рис. 3.21) застосовуються до відповідних елементів моделі (рис. 3.22).

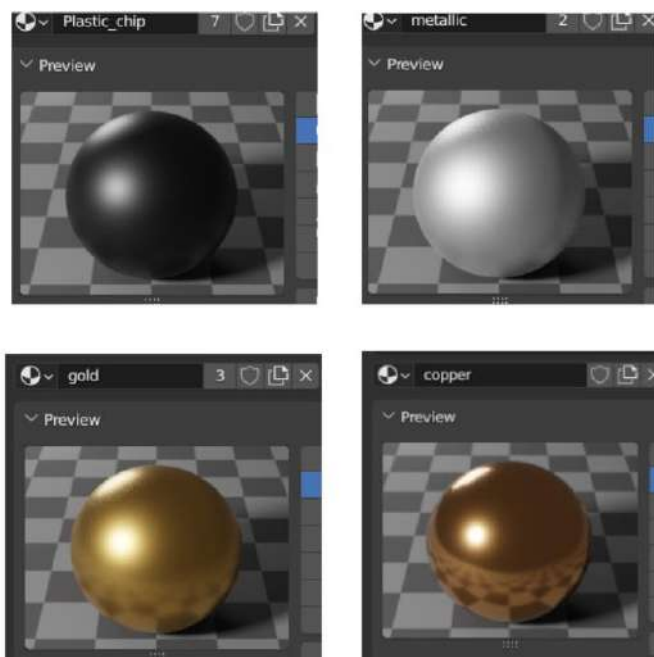


Рисунок 3.21 – Матеріали для відеокарти

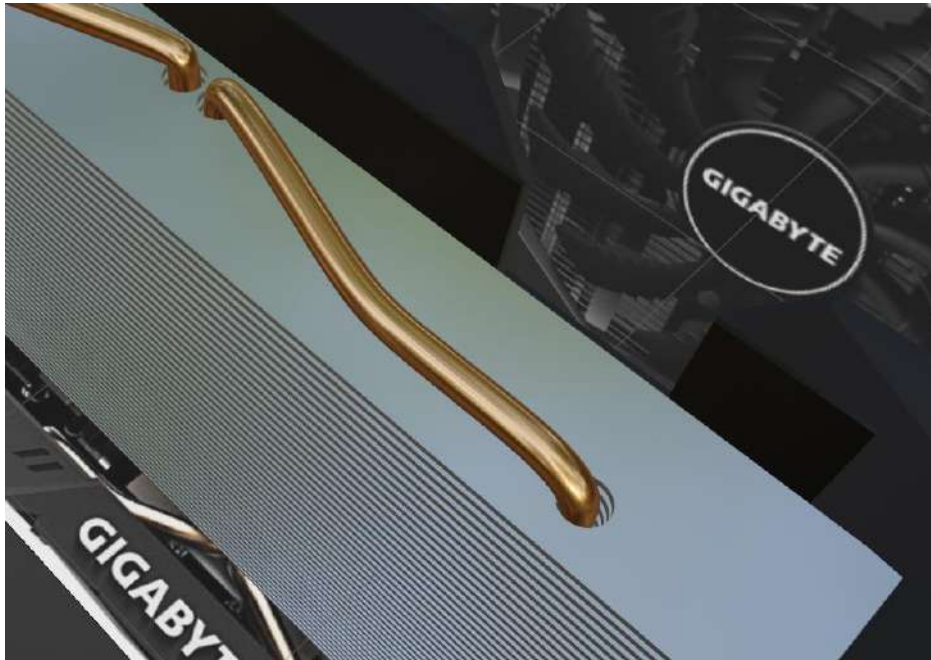


Рисунок 3.22 – Використання матеріалів на прикладі радіатора відеокарти

Написи та логотипи накладені на модель у якості текстур. Для текстурування у Blender використовуємо функцію UV-unwrap або «розгортання». Ця функція встановлює відповідність між координатами на поверхні тривимірного об'єкту (X, Y, Z) та координатами на текстурі (U, V)[18].

Робота з текстурами та матеріалами проводиться у вузлах Geometry Nodes. Головним вузлом є шейдер PrincipledBSDF, що відповідає за властивості матеріалу. Якщо деталь відеокарти має містити зображення, то до головного вузла підключається блок Image Texture з потрібною текстурою(рис. 3.23).

На один об'єкт можна накласти декілька матеріалів. Для цього потрібно додати потрібні матеріали до об'єкту, після чого виділити частину моделі, до якої потрібно застосувати матеріал або текстуру та застосувати її за допомогою Assign material.

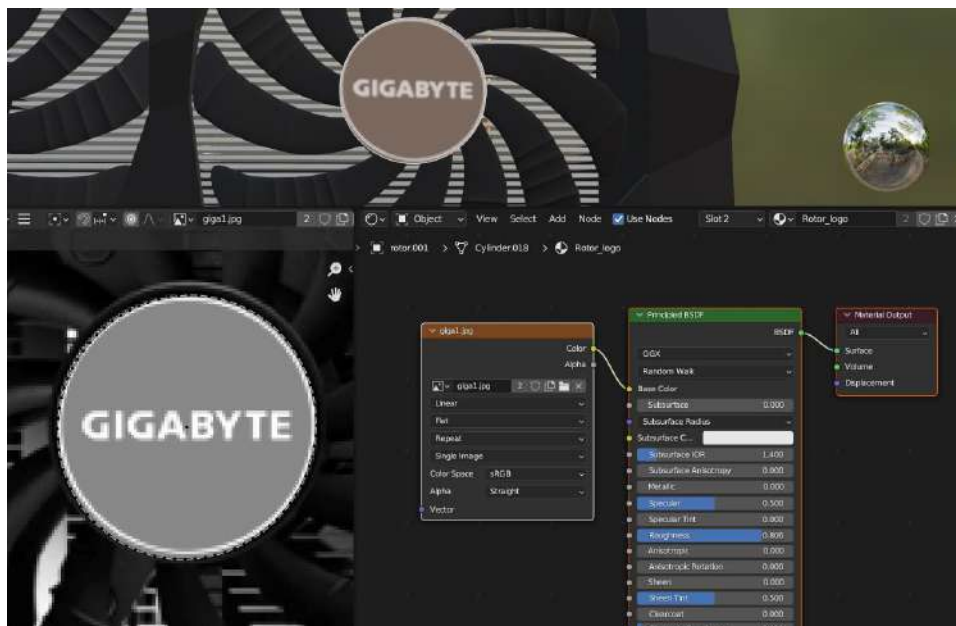


Рисунок 3.23 – Накладання матеріалу текстури

Blender дає можливість як повністю розгорнути модель на текстуру, так і окремі її полігони (рис. 3.24).

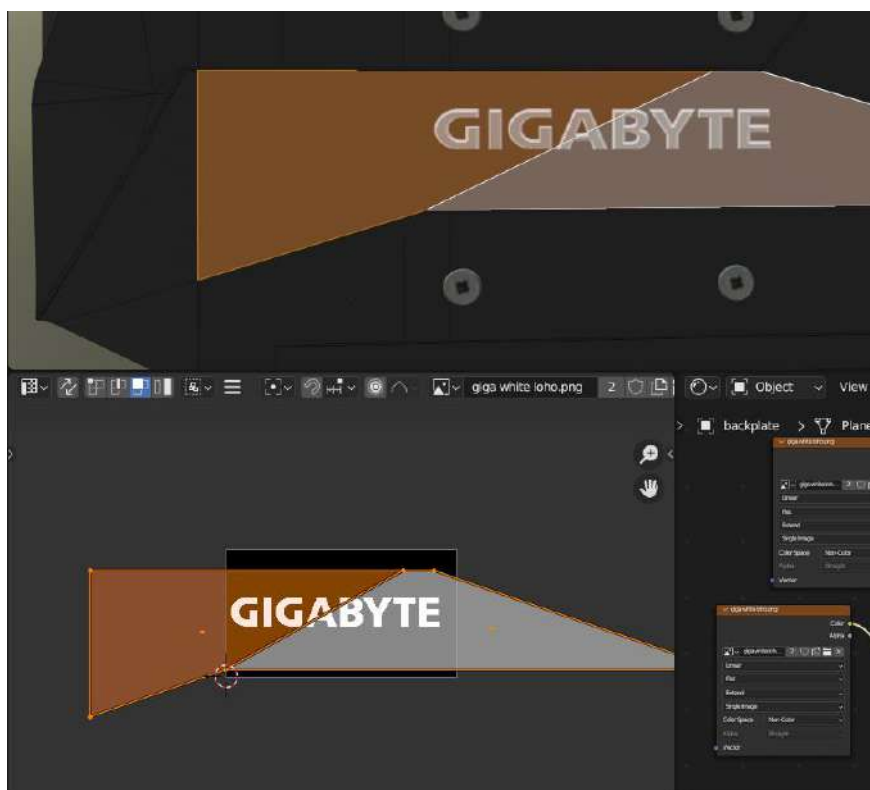


Рисунок 3.24 – Розгортання текстури логотипу на задню панель відеокарти

Модель відеокарти повністю готова, порівняння зовнішнього вигляду моделі до та після накладання матеріалів та текстур продемонстровано на рисунку 3.25.

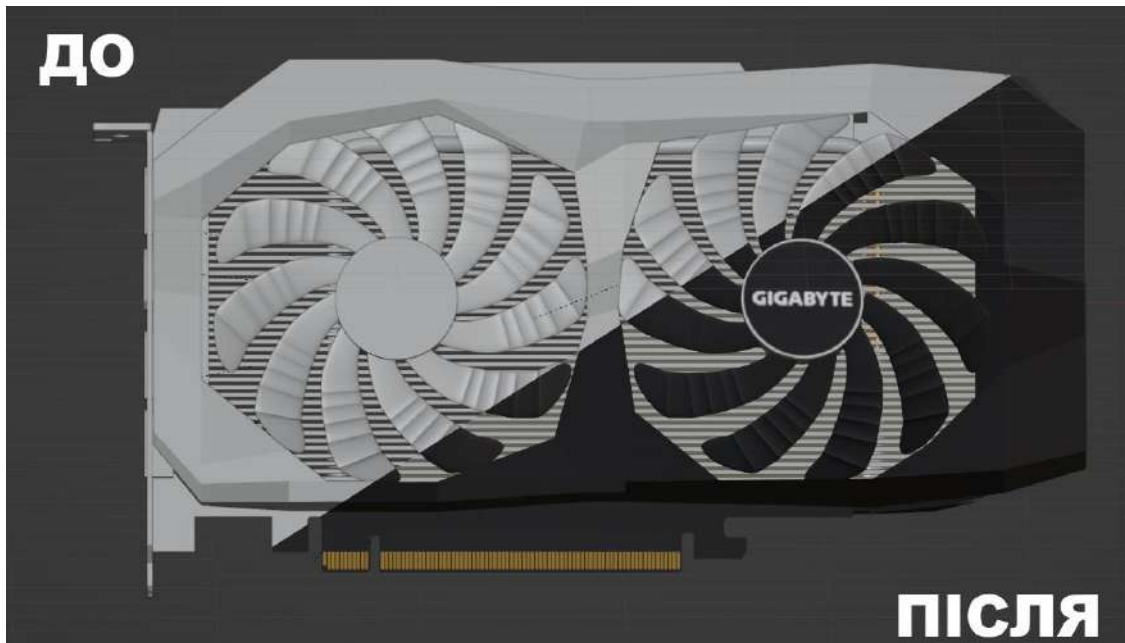


Рисунок 3.25 – Модель відеокарти на початку та в кінці процесу текстурування

3.2.3 Налаштування освітлення

Для освітлення сцени використовується проста й ефективна композиція, що складається з трьох ламп: спереду знаходиться лампа заповнення, вона потрібна щоб залити сцену світлом, друга лампа ключова, направлена прямо на об'єкт та додає світла на основні деталі об'єкту. Третя, допоміжна лампа, це заднє світло, вона розташована під об'єктом та освітлює темні ділянки (рисунок 3.26).

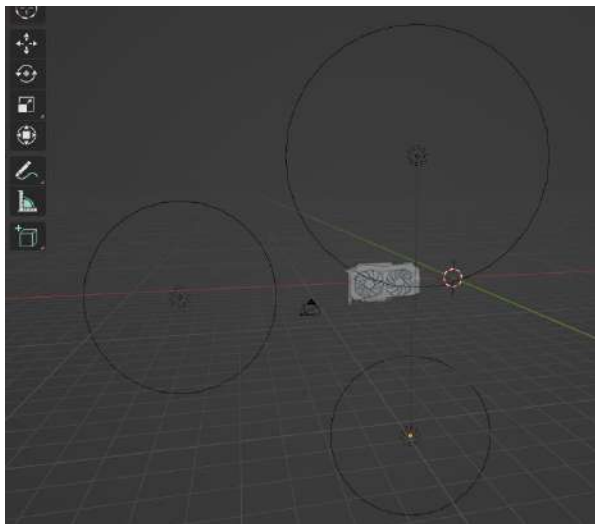


Рисунок 3.26 – Композиція з трьох ламп

Композиція з трьох точок освітлення називається Голлівудське освітлення, такий метод став дуже популярним у професійній фотографії, кіно та 3D графіці[19]. Використання правильного освітлення дуже важливе для презентабельності фінальних рендерів, якщо зображення буде занадто темним або буде забагато тіней, важко буде розібрати форму або деталі моделі. Приклад неправильного освітлення з однією лампою приведено на рисунку 3.27. Приклад освітлення з використанням трьох точок наведено на рисунку 3.28.



Рисунок 3.27 – Приклад поганого освітлення з однієї точки



Рисунок 3.28 – Приклад правильного освітлення з трьома точками

3.2.4 Створення візуалізації

Для створення візуалізації потрібно правильно розташувати та налаштувати камеру, задати параметри рендеру. В інтернет магазинах комп'ютерні комплектуючі, як відеокарта, зазвичай представляють з чотирьох ракурсів: спереду по діагоналі, передня панель під прямим кутом, задня панель під прямим кутом та металева пластина з рознімами під прямим кутом. Ракурси камери для подальшої візуалізації наведено на рисунках 3.29-3.32.



Рисунок 3.29 – Ракурс камери по діагоналі

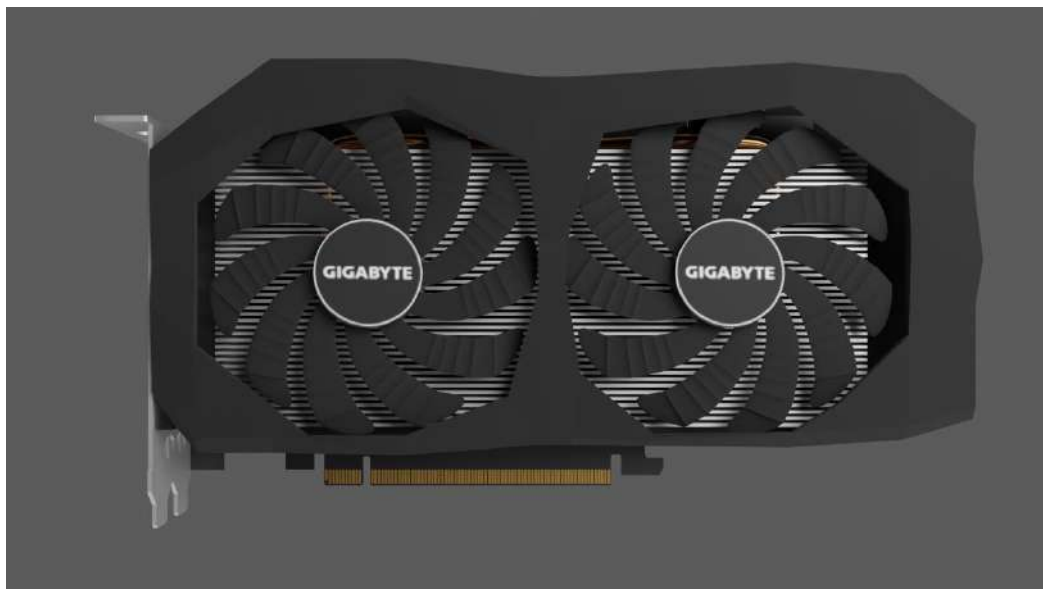


Рисунок 3.30 – Ракурс камери спереду під прямим кутом



Рисунок 3.31 – Ракурс камери ззаду під прямим кутом



Рисунок 3.32 – Ракурс камери на металевій пластині під прямим кутом

Для наглядної демонстрації внутрішнього улаштування відеокарти можна створити анімацію, в ході якої модель буде розбиратись на основні частини. На рисунку 3.33 наведено перший та останній кадри анімації, яка демонструє комплектуючі відеокарти.

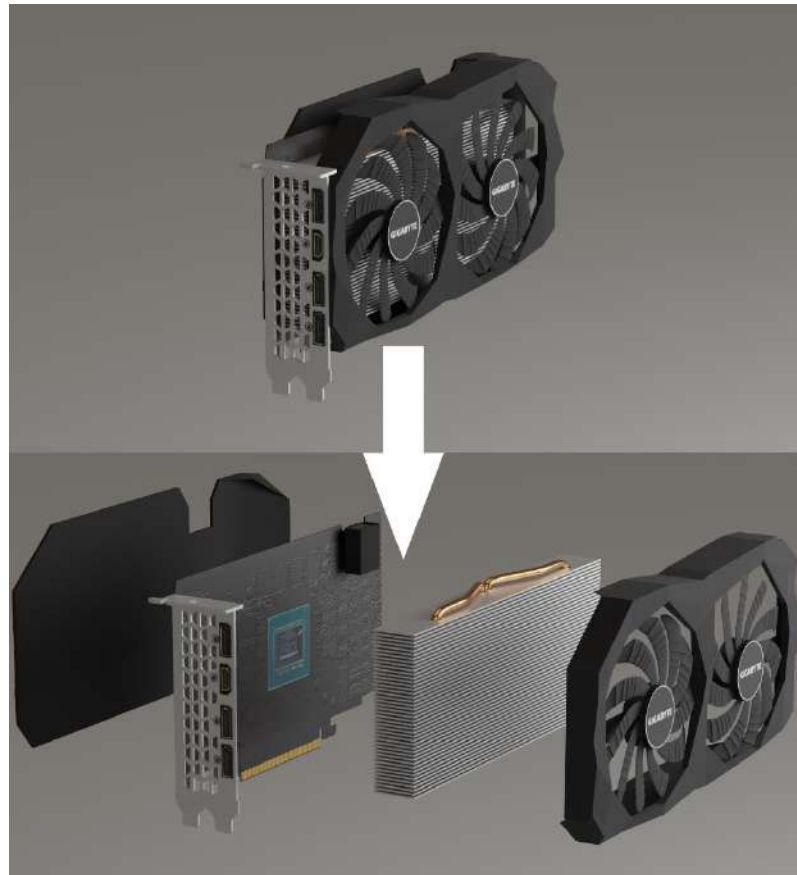


Рисунок 3.33 – Анімація для демонстрації комплектуючих відеокарти

У базовій комплектації Blender представляє два двигуни для візуалізації: Eevee та Cycles.

Eevee це онлайн двигун, що працює за принципом, схожим на двигуни у комп'ютерних іграх: візуалізує зображення у реальному часі, що дозволяє не витрачати час на обробку зображень, але недоліком буде недосконалість та нереалістичність зображень, тому що Eevee не має засобів симуляції світла та використовує ілюзію променів.

Cycles – офлайн двигун, це означає що візуалізація зображень не миттєва та потребує від комп'ютера серйозних розрахунків. Це зумовлюється тим, що даний двигун здатен симулювати справжнє світло: промені будуть реалістично взаємодіяти з усіма матеріалами об'єкту та відкидати правильні тіні. Скло та дзеркальні поверхні, симульовані Cycles, дуже схожі на реальні[20].

Порівняння якості зображень при використанні Eevee та Cycles наведено на рисунках 3.34 та 3.35 відповідно.



Рисунок 3.34 – Візуалізація з використанням двигуна Eevee



Рисунок 3.35 – Візуалізація з використанням двигуна Cycles

Для візуалізації відеокarti було обрано двигун Cycles, тому що він чудово підходить для створення фотореалістичного ефекту зображення. Тепер потрібно визначитись з параметрами рендеру даного двигуна.

Blender може використовувати для обробки рендеру як процесор(CPU), так і відеокарту (GPU). Рекомендується використовувати для рендеру саме відеокарту, це пришвидшує процес обробки моделі, тому що відеокарта має більше ядер і справляється з паралельними задачами краще за процесор[21].

Роздільна здатність камери у 3D просторі Blender впливає на розмір та пропорції вихідного фото або анімації. Основними та найбільш розповсюдженими розмірами для фото є HD (1280x720 пікселів), FullHD (1920x1080 пікселів) та UltraHD (3840x2160 пікселів).

Для розрахунку, як себе у віртуальному просторі буде поводити світло, двигун Cycles пускає на кожен піксель у кадрі 3D моделі промені – samples. Чим більше променів на кожен піксель, тим чіткіше результуюче зображення, але разом з тим стає довшим і час, необхідний для рендеру. Порівняння зображення при низькій та великій кількості samples продемонстровано на рисунку 3.36.

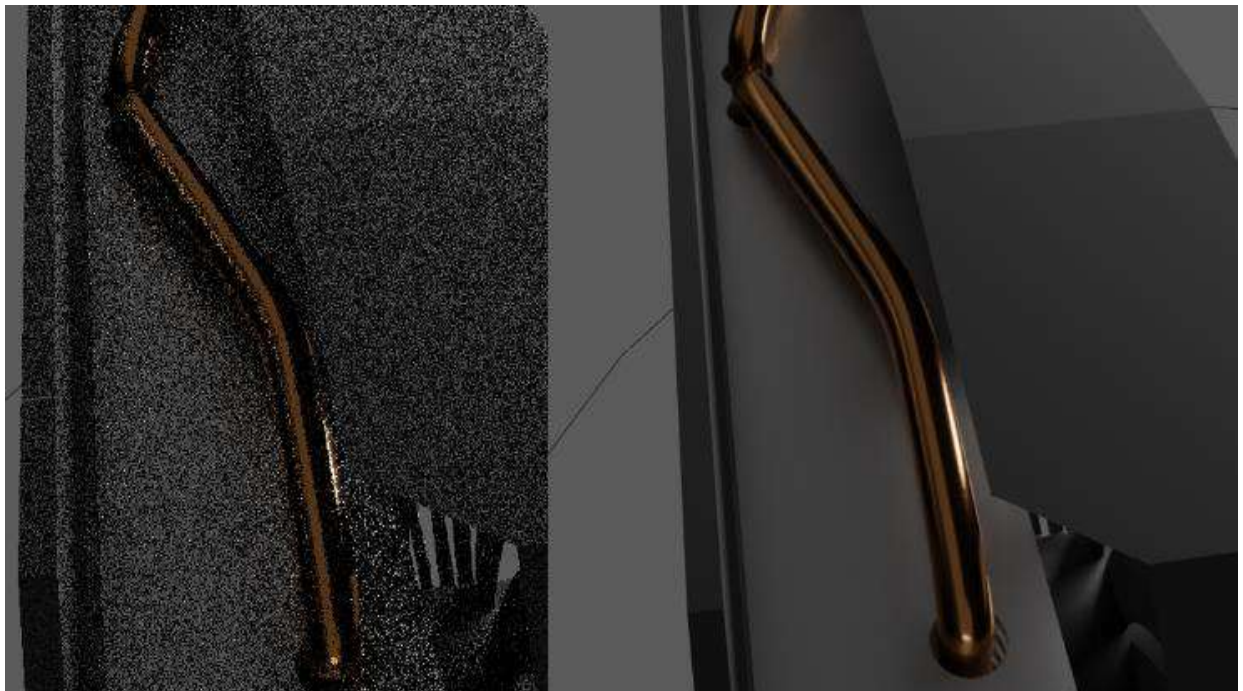


Рисунок 3.36 – Якість зображення при кількості samples 10(зліва) та 100(зправа)

Останнім з важливих для візуалізації даного проекту інструментом програми Blender є знешумлення – алгоритм, що використовує штучний інтелект для зниження шуму, що виникає через недостатню кількість променів samples. Даний алгоритм допомагає ще швидше виконувати рендер зображення та анімацій, використовуючи менші значення samples, але не втрачаючи при цьому якість.

Враховуючи комплектацію комп'ютера, на якому проводилась робота над проектом, а також те, що зображення та анімації повинні бути оптимізовані для використання на веб-сайті, для візуалізації у вигляді колекції фотографій було обрано такі налаштування рендеру Cycles:

- пристрій для рендеру: GPU;
- розмір вихідного зображення: 1920x1080 пікселів;
- кількість samples: 2048;
- алгоритм зниження шуму: OpenImageDenoise від компанії Intel.

Такі налаштування є найбільш оптимальними для швидкої візуалізації зображень високої якості.

3.2.5 Використання на web-сайті

При рекламуванні товару можна використовувати фото рендери, отримані в результаті 3D візуалізації об'єкту або вмонтувати 3D модель на сайт використовуючи Sketchfab.

Sketchfab – веб-сайт платформи 3D моделювання, на якому можна публікувати, продавати або купувати 3D моделі. Платформа дозволяє завантажити 10 моделей безкоштовно а також надає можливість легко використовувати опубліковані моделі на веб сайтах[22].

Для того щоб вмонтувати інтерактивне вікно з тривимірною моделлю на сайт за допомогою Sketchfab, потрібно спочатку експортувати проект з Blender у форматі glTF(рис. 3.37).

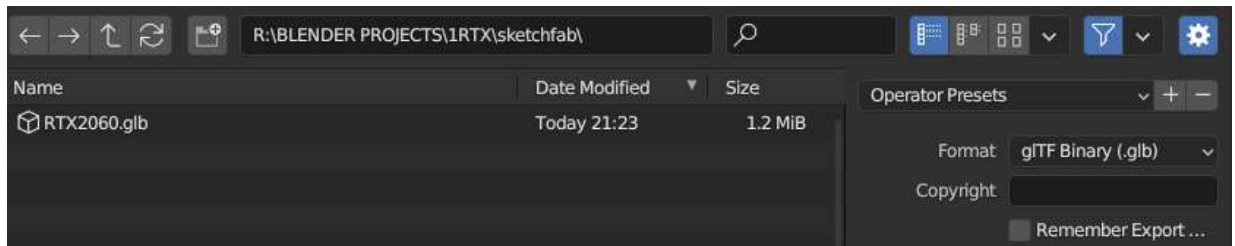


Рисунок 3.37 – Експорт моделі

Наступним кроком буде завантаження експортованої моделі на сайт Sketchfab та перевірка коректності експортованого файлу: якщо матеріали та текстури не було втрачено, експорт моделі було проведено успішно (рис. 3.38).



RTX2060
3D Model

Рисунок 3.38 – 3D модель відеокарти на Sketchfab

Розміщення вікна з 3D моделлю на сайт виконується за допомогою HTML коду, наведеного у лістингу 3.1. Цей код можна отримати у вкладниці «Embed» меню Sketchfab, на сторінці власної опублікованої моделі. Приклад того, як виглядає інтерактивне вікно 3D моделі на веб-сторінці показано на рисунку 3.39.

Лістинг 3.1 – HTML-код розміщення моделі на сторінці

```
<div class="sketchfab-embed-wrapper">
  <iframe title="RTX2060" frameborder="0" allowfullscreen
mozallowfullscreen="true"
  webkitallowfullscreen="true" allow="autoplay; fullscreen;
xr-spatial-tracking"
  xr-spatial-tracking          execution-while-out-of-viewport
execution-while-not-rendered web-share width="800" height="600"
src="https://sketchfab.com/models/5b1516a4a3314b17a717a9f5c26c0eb7/e
mbed">
  </iframe>
</div>
```

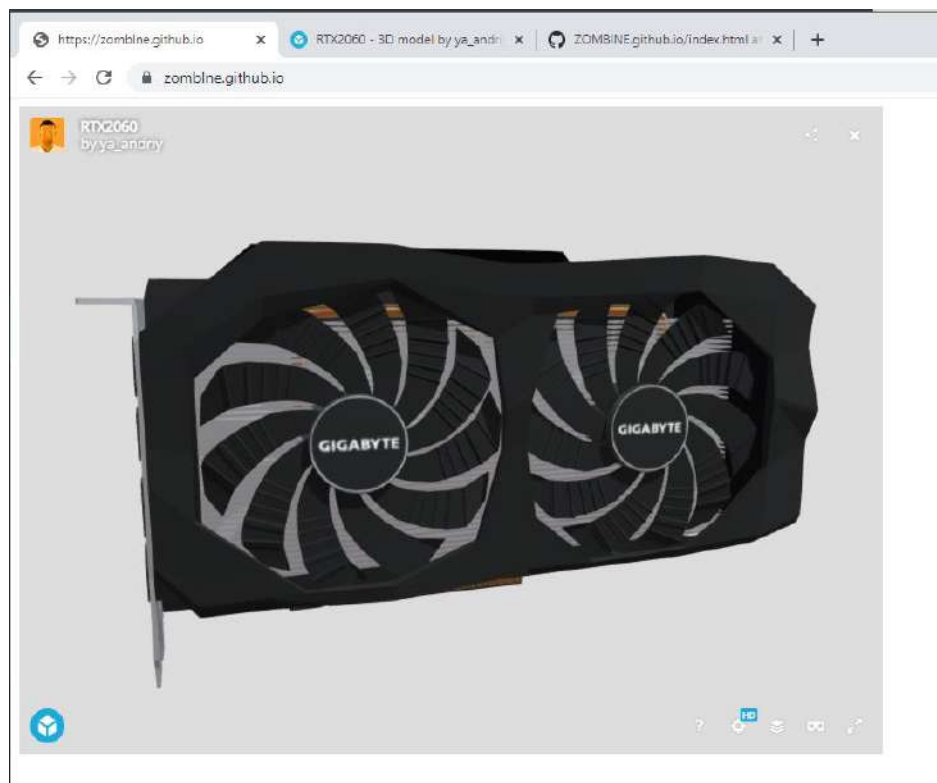


Рисунок 3.39 – Інтерактивне вікно 3D моделі, розташовані на веб сторінці

Інтерактивне вікно з тривимірною моделлю, розташоване на сайті за допомогою Sketchfab дозволяє повністю роздивитись товар під будь-яким ракурсом та не має значного впливу на швидкість роботи та завантаження сайту: модель вантажиться онлайн з серверів Sketchfab. Саме вікно є неактивним, поки користувач не натисне на кнопку в його центрі.

ВИСНОВКИ

За останні роки сфера використання галузі 3D моделювання значно розширилась, що свідчить про актуальність розробленого проекту.

3D-моделювання стало життєво важливим інструментом у різних галузях, і його значення важко переоцінити. Можливість створювати реалістичні, інтерактивні та легкі в редагуванні віртуальні представлення об'єктів, середовищ і концепцій революціонізувала спосіб візуалізації та передачі ідей. У маркетингу 3D моделювання виявилось особливо цінним, пропонуючи численні переваги, які сприяють залученню клієнтів, збільшенню продажів і покращенню взаємодії з брендом.

Завдяки 3D моделюванню, компанії можуть візуально демонструвати продукти з точністю та деталізацією, дозволяючи клієнтам роздивитись їх під будь-яким кутом та в різних конфігураціях. Використання віртуальних прототипів мінімізує витрати і прискорює процес проектування, надаючи точне уявлення про кінцевий продукт ще до початку виробництва. Інтерактивні конфігуратори дають можливість клієнтам персоналізувати та налаштувати продукти під свої вподобання, підвищуючи зацікавленість та почуття індивідуальності. Інтеграція технологій доповненої реальності (AR) і віртуальної реальності (VR) з 3D-моделюванням відкриває можливості для інтерактивного маркетингу з ефектом присутності. Анімований контент, створений на основі 3D-моделей, привертає увагу, ефективно передаючи повідомлення та демонструючи функціональність продукту. Архітектурна візуалізація за допомогою 3D-моделювання дозволяє продавцям нерухомості презентувати об'єкти ще до початку будівництва, надаючи потенційним покупцям реалістичне уявлення та покращуючи процес прийняття ними рішень.

Загалом, важливість 3D-моделювання в маркетингу полягає в його здатності покращувати візуальну комунікацію та привернути увагу клієнта. Використовуючи 3D моделювання, компанії можуть диференціювати себе, підвищити рівень

задоволеності клієнтів, стимулювати продажі та забезпечити сильну присутність бренду на висококонкурентному ринку. З розвитком технологій можна очікувати, що 3D моделювання продовжуватиме формувати ринок реклами, уможливлючи ще більш інноваційні та ефективні стратегії просування.

У рамках виконаної дипломної роботи було реалізовано головну задачу 3D моделювання – тривимірне візуальне представлення моделі комп'ютерного обладнання.

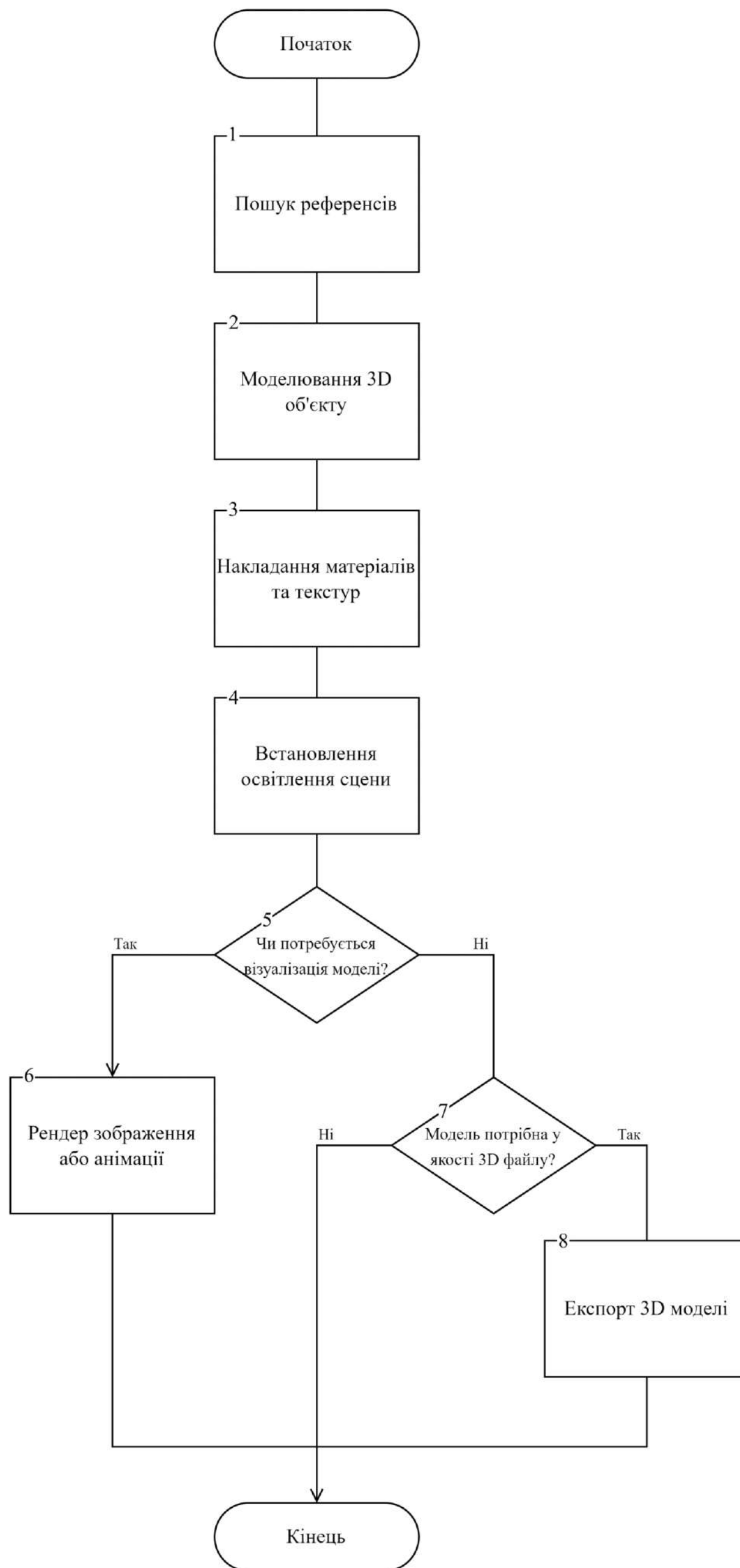
Було розглянуто повний процес розробки 3D моделі, вивчено основні методи моделювання, досліджено найпопулярніші на даний момент програми для роботи з тривимірною графікою. Серед них для роботи над проектом обрано програму Blender, за допомогою якої було створено всі моделі та накладені матеріали з текстурями, виконано композицію сцени на візуалізацію (рендер) продукту.

Отриманий результат задовольняє всім зазначеним вимогам, а саме – об'єктивність, недеструктивність, наочність та ефектна презентація моделі.

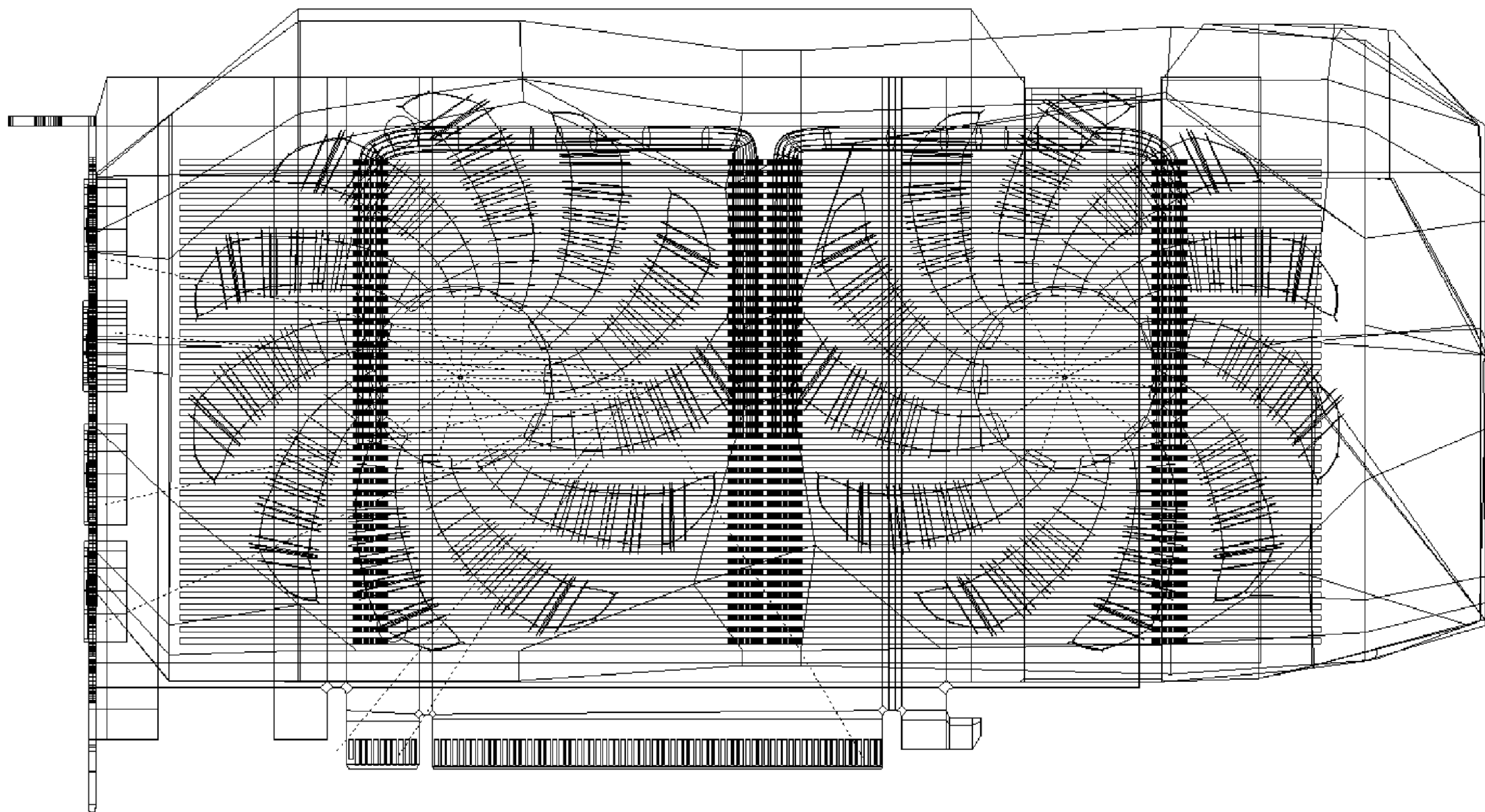
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. 3D Marketing is a new trend // ADV-in B-log. URL: <https://www.adv.ua/en/article/3d-marketing-is-a-new-marketing-trend> (дата звернення: 08.05.2023).
2. Веб-архів «Sketchpad: A man-machine graphical communication system» // Waybackmachine. URL: web.archive.org/web/20180528142321/www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-574.pdf (дата звернення: 08.05.2023).
3. Історія компанії Siemens NX // Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Siemens_NX (дата звернення: 08.05.2023).
4. «What is 3D Modeling & What's It Used For?» // Concept Art Empire. URL: <https://conceptartempire.com/what-is-3d-modeling/> (дата звернення: 11.05.2023).
5. Види 3Д МОДЕЛЮВАННЯ // KOLORO. URL: <https://koloro.ua/ua/blog/3d-tekhnologii/vidy-3d-modelirovaniya-poligonalnoe-splajnovoe-i-nurbs-odelirovanie> (дата звернення: 11.05.2023).
6. Maya corp. Polygonal Modeling. Version 6. Toronto, Canada: Alias. 76 с. (дата звернення: 11.05.2023).
7. «What are NURBS?» // Rhino 3D. URL: <https://www.rhino3d.com/features/nurbs/> (дата звернення: 11.05.2023).
8. Splines and Bézier Curves and their application in Video Games // GameLudere. URL: <https://www.gameludere.com/2021/05/13/splines-and-bezier-curves-and-their-application-in-video-games/> (дата звернення: 11.05.2023).
9. Офіційний сайт «Autodesk Maya» // AUTODESK. URL: <https://www.autodesk.com/products/maya/overview> (дата звернення: 11.05.2023).
10. «Rapid Rig: Advanced» - Auto Rig 2.3.8 for Maya // High-end 3D. URL: <https://www.highend3d.com/maya/script/rapid-rig-advanced-auto-rig-for-maya> (дата звернення: 13.05.2023).
11. Офіційний сайт «Autodesk 3Ds Max» // AUTODESK. URL: <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview> (дата звернення: 13.05.2023).

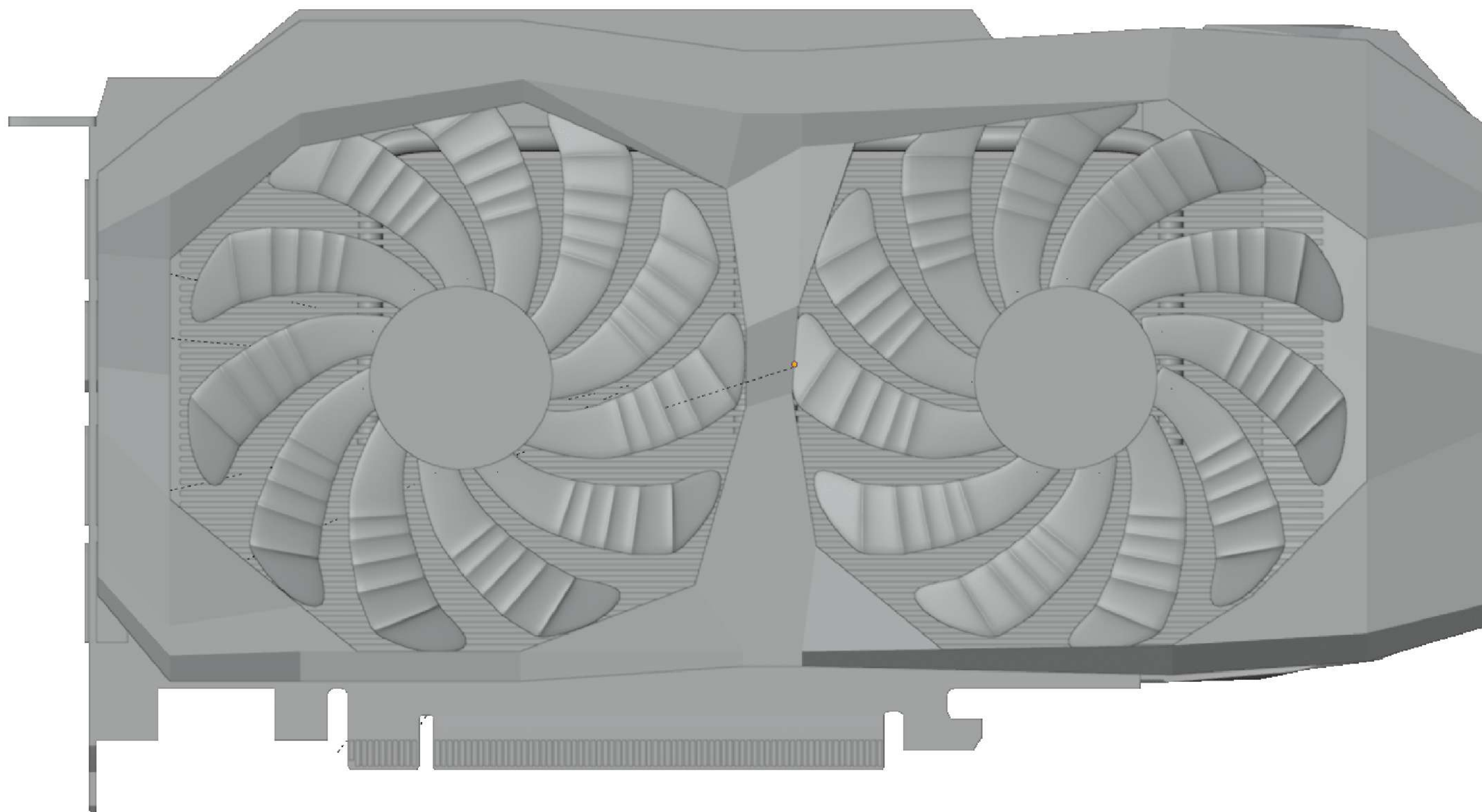
12. 3ds Max Hair and Fur Modifier // Chaos. URL: <https://docs.chaos.com/display/VMAX/3ds+Max+Hair+and+Fur+Modifier> (дата звернення: 13.05.2023).
13. Computer display of curved surfaces // Digital library of the University of Utah. URL: <https://collections.lib.utah.edu/details?id=706615> (дата звернення: 14.05.2023).
14. Blender «About» // Blender. URL: <https://www.blender.org/about/> (дата звернення: 13.05.2023).
15. 3D Modeling Image References // CGI Furniture. URL: <https://cgifurniture.com/3d-modeling-image-references/> (дата звернення: 13.05.2023).
16. Blender - Requirements // Blender. URL: <https://www.blender.org/download/requirements/> (дата звернення: 13.05.2023).
17. Blender – UV unwrapping // Blender. URL: https://docs.blender.org/manual/en/2.79/editors/uv_image/uv/editing/unwrapping/mapping_types.html#unwrap (дата звернення: 13.05.2023).
18. Difference between materials, shaders and textures // Artistic Center. URL: <https://artisticrender.com/what-is-the-difference-between-materials-shaders-and-textures-in-blender/> (дата звернення: 14.05.2023).
19. Three-point lighting // Washington school of computer science and engineering. URL: https://courses.cs.washington.edu/courses/cse458/05au/reading/3point_lighting.pdf (дата звернення: 14.05.2023).
20. Eevee vs Cycles // Blender Base Camp. URL: <https://www.blenderbasecamp.com/home/what-are-the-differences-between-eevee-and-cycles/> (дата звернення: 14.05.2023).
21. GPU vs CPU rendering // CGI Director. URL: <https://www.cgidirector.com/cpu-vs-gpu-rendering/> (дата звернення: 14.05.2023).
22. Sketchfab – About Us // Sketchfab. URL: <https://sketchfab.com/about> (дата звернення: 14.05.2023).



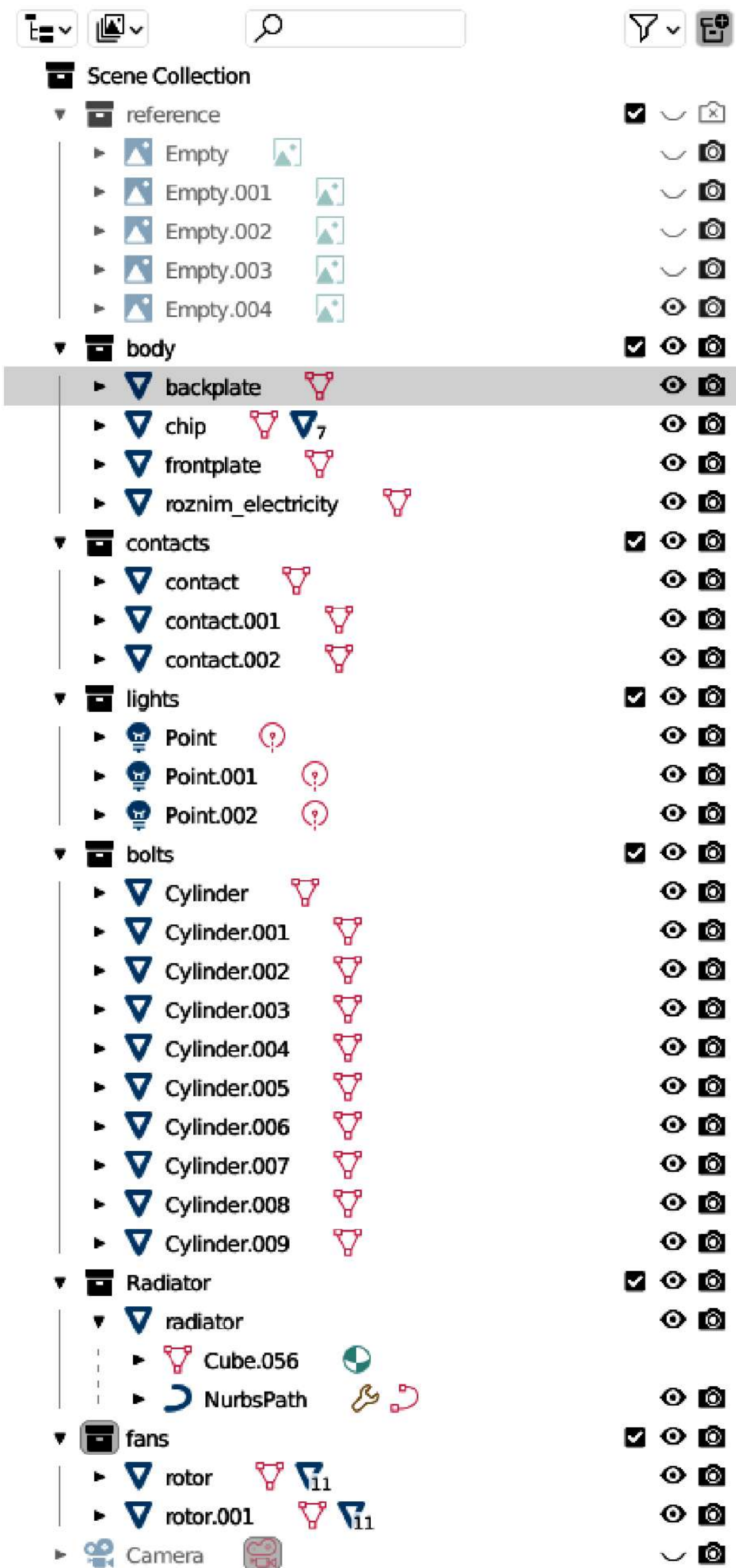
					13.02070849.51920 A1			
					Розробка комп'ютерних 3D моделей для реклами комп'ютерного обладнання	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив		Храпко А.С.	<i>[Signature]</i>		Алгоритм процесу 3D моделювання			
Перевірив		Касьян К.М.	<i>[Signature]</i>					
Т. контр.						Лист. 1	Листів 1	
Н. контр.		Щербак Н.В.	<i>[Signature]</i>			НУ «Запорізька політехніка»		
Затв.		Кудерметов Р.К.	<i>[Signature]</i>			КНТ-519		



					13.02070849.51920 ПЛ1			
					Розробка комп'ютерних 3D моделей для реклами комп'ютерного обладнання	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив		Хранко А.С.	<i>Хранко</i>		Ортографічний знімок полігональної сітки 3D моделі відеокарти			
Перевірив		Касьян К.М.	<i>Касьян</i>					
Т. контр.						Лист. 1	Листів 1	
Н. контр.		Шербак Н.В.	<i>Шербак</i>		НУ «Запорізька політехніка» КНТ-519			
Затв.		Кудерметов Р.К.	<i>Кудерметов</i>					



					13.02070849.51920 ПЛ2				
					Розробка комп'ютерних 3D моделей для реклами комп'ютерного обладнання	Літ.	Маса	Масштаб	
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					
Розробив	Храпко А.С.								
Перевірив	Касьян К.М.								
Т. контр.									
					Ортографічний знімок нетекстурованої 3D моделі відеокарти	Лист. 1	Листів 1		
Н. контр.	Шербак Н.В.					НУ «Запорізька політехніка» КНТ-519			
Затв.	Кудерметов Р.К.								



					13.02070849.51920 ПЛЗ				
					Розробка комп'ютерних 3D моделей для реклами комп'ютерного обладнання	Літ.	Маса	Масштаб	
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					
Розробив		Храпко А.С.							
Перевірив		Касьян К.М.							
Т. контр.									
					Структура колекцій розробленого проекту	Лист. 1	Листів 1		
						НУ «Запорізька політехніка» КНТ-519			
Н. контр.		Щербак Н.В.							
Затв.		Кудерметов Р.К.							