

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: “Створення 3D моделі комп'ютерної гри для Unity Asset Store засобами
Blender та Substance Painter”

Виконав: студент IV курсу, групи СНС-42

спеціальності 122 Комп'ютерні науки

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Нікітін В.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Назаревич О.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Шимчук Г.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Боднарчук І.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Тиш Є.В.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

(підпис)

Боднарчук І.О.
(прізвище та ініціали)

Титульний слайд. Процес створення високополігональної моделі. Створення низькополігональної моделі. Топологія високо і низькополігональних моделей. Поняття UV Розгортки. UV розгортка моделі. Запікання текстур. Текстурування. Текстурні карти. Результати роботи. Заключний слайд.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи хорони праці	Гурик О.Я., доцент кафедри МТ		

7. Дата видачі завдання 25 січня 2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	25.01.2021	Виконано
2.	Підбір джерел про розробку та текстування 3D моделей	26.01.2021-06.02.2021	Виконано
3.	Переклад та опрацювання джерел	07.02.2021-11.02.2021	Виконано
4.	Розробка 3D моделі засобами Blender	12.02.2021-20.02.2021	Виконано
5	Текстурування 3D моделі засобами Substance Painter	07.06.2021-12.06.2021	
5.	Оформлення першого розділу « Огляд середовищ розробки »	13.06.2021	Виконано
6.	Оформлення другого розділу « Реалізація проекту »	14.06.2021	Виконано
7.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека життєдіяльності»	15.06.2021	Виконано
8.	Виконання завдання до підрозділу «Основи хорони праці»	16.06.2021	Виконано
9.	Оформлення кваліфікаційної роботи	17.06.2021	Виконано
10.	Нормоконтроль	18.06.2021	Виконано
11.	Перевірка на плагіат	19.06.2021	Виконано
12.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	19.06.2021	Виконано
13.	Захист кваліфікаційної роботи	24.06.2021	

Студент

(підпис)

Нікітін В.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Назаревич О.Б.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Створення 3D моделі комп'ютерної гри для Unity Asset Store засобами Blender та Substance Painter // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Бакалавр» // Нікітін Владислав Андрійович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СНс-42// Тернопіль, 2021 // С. , рис. – 52, табл. – 0, кресл. – 0, додат. – 1, бібліогр. – 18 .

Ключові слова: 3D модель, текстура, полігон, моделювання, нормаль, UV-розгортка, рендер.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці 3D моделі для комп'ютерної гри з використанням Blender та Substance Painter.

Мета роботи: пройти всі етапи створення 3D моделі, яка буде готова для використання в ігрових рушіях.

В першому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто засоби, з допомогою яких відбувається створення моделі, їх інтерфейс та основні принципи роботи.

В другому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто етапи створення вискокополігональної та низькополігональної моделі, UV-розгортку та текстурування.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто питання безпеки життєдіяльності та охорони праці.

ANNOTATION

Creating a 3D model of a computer game for Unity Asset Store using Blender and Substance Painter // Qualification work of the educational level "Bachelor" // Nikitin Vladyslav Andriiovych // Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyuy, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering , Department of Computer Science, group SNS-42 // Ternopil, 2021 // C., pic. - 52, tabl. - 0, draw. - 0, add. - 1, bibliogr. - 18.

Keywords: 3D-model, texture, polygon, modeling, normal, UV-unwrap, render.

Qualification work is devoted to the development of a 3D model for a computer game using Blender and Substance Painter. Purpose: to go through all the stages of creating a 3D model that will be ready for use in game engines.

The first section of the qualification work discusses the means by which the model is created, their interface and the basic principles of work.

The second section of the qualification work considers the stages of creating a high-polygonal and low-polygonal model, UV-scanning and texturing.

In the third section of the qualification work the issues of life safety and labor protection are considered.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Низькополігональна 3D модель – 3D модель, яка має малу кількість полігонів, та на яку запікаються текстурні карти з високополігональної 3D моделі.

Високополігональна 3D модель - 3D модель, яка має велику кількість полігонів та високу деталізацію, та з якої запікаються текстурні карти на низькополігональну 3D модель.

Полігон – термін в 3D моделюванні, який описує площину з трьох і більше точок в просторі, які з'єднані ребрами.

Текстурна карта – карта, яка визначає положення текстур на UV-розгортці.

UV-розгортка – відповідність між координатами на поверхні тривимірного об'єкту і координатами на двовимірній текстурі.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД СЕРЕДОВИЩ РОЗРОБКИ	8
1.1 Огляд Blender	8
1.2 Огляд Substance Painter	12
1.3 Висновок до першого розділу	12
РОЗДІЛ 2. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ	13
2.1 Створення вискополігональної 3D моделі.....	13
2.2 Деталізація високополігональної моделі	15
2.3 Створення низькополігональної моделі та її оптимізація.....	19
2.4 Матеріали та UV-розгортка.....	23
2.5 Експорт моделей.....	31
2.6 Запікання карт.....	34
2.7 Текстурування моделі	37
2.8 Імпортування моделі в Unity Asset Store.....	45
2.9 Висновок до другого розділу	46
РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ	47
3.1 Підбирання оптимальних параметрів мікроклімату на робочих місцях	47
3.2 Вимоги до виробничого освітлення та його нормування	48
3.3 Психофізіологічне розвантаження для працівників	49
3.4 Висновок до третього розділу	50
ВИСНОВКИ.....	51
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ	52
ДОДАТКИ	

ВСТУП

З розвитком комп'ютерних технологій тривимірна графіка стала важливим аспектом життя кожної сучасної людини. Зараз тривимірна графіка використовується найчастіше в комп'ютерних іграх та фільмах, але з кожним днем все більше практичного використання для неї знаходиться і в промисловості, архітектурній візуалізації, віртуальній та доповненій реальності і навіть медицині.

Тривимірна графіка – це процес створення віртуального об'єкту шляхом моделювання його в трьох вимірах. В свою чергу 3D моделювання це безпосередній процес створення тривимірної моделі об'єкту. Задача 3D моделювання розробити об'ємний образ бажаного об'єкту. При цьому модель може як відповідати об'єктам з реального світу (будинки, автомобілі, хмари, тощо) так і бути повністю абстрактними.

Для отримання повноцінного зображення 3D моделі виконуються наступні кроки:

- Моделювання – створення тривимірної моделі сцени і об'єктів в ній;
- Текстурування – назначення поверхням моделей текстур, та налаштування властивостей матеріалів;
- Освітлення – встановлення та налаштування джерел світла;
- Анімація (в разі потреби) – надання руху об'єктам на часовому відрізку сцени;
- Рендеринг (візуалізація) – побудування проекції з певними налаштуваннями навколишнього середовища сцени.
- Композитинг – обробка зображення.

В даній дипломній роботі буде повністю описаний процес створення 3D моделі для комп'ютерної гри, від створення початкового силуету до фінальної візуалізації.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД СЕРЕДОВИЩ РОЗРОБКИ

1.1 Огляд Blender

Для виконання дипломної роботи було обрано програмне забезпечення Blender та Substance Painter.

Під час виконання дипломної роботи використовувався Blender версії 2.90. Основною, але не єдиною перевагою Blender є його безкоштовність. Коли за інші 3D редактори треба віддати сотні доларів, Blender є абсолютно безкоштовним. До недавнього часу вважалося що Blender є програмою для початківців, але за останні роки, особливо після виходу версії 2.80 думка спільноти змінилася. В цій версії значно покращили інтерфейс, зробивши його більш дружнім і інтуїтивно зрозумілим для користувачів а також багато інших функції. Порівняння інтерфейсів можна побачити на рисунках 1.1 та 1.2.

В цьому ж оновленні був доданий новий рушій для рендеру зображень Eevee. Він дозволяє рендерити зображення в реальному часі, жертвуючи якістю і реалістичністю зображення на відміну від старого рушія Cycles, який для рендерингу використовує трасування променів.

Особливістю також є малий розмір, швидкий час увімкнення і наявність версій для багатьох операційних систем. Blender є універсальним пакетом для створення комп'ютерної графіки і крім моделювання має функції текстурування, UV-розгортки, скульптингу, анімації та рігінгу, рушій симуляції твердих тіл, рідин та м'яких тіл. Крім того має функцію відстеження камери, що дозволяє використовувати його для створення візуальних ефектів в кіно і не тільки. Тобто, Blender вмістив в собі функції великої кількості редакторів комп'ютерної графіки і зробив їх доступними та безкоштовними.

Також роботу можуть значно полегшити доповнення до програмного забезпечення (від англ. add-ons), які є як платні так і безкоштовні.

Крім того з Blender співпрацюють такі корпорації світового рівня, як Microsoft, Amazon, Nvidia, AMD, Intel та багато інших.

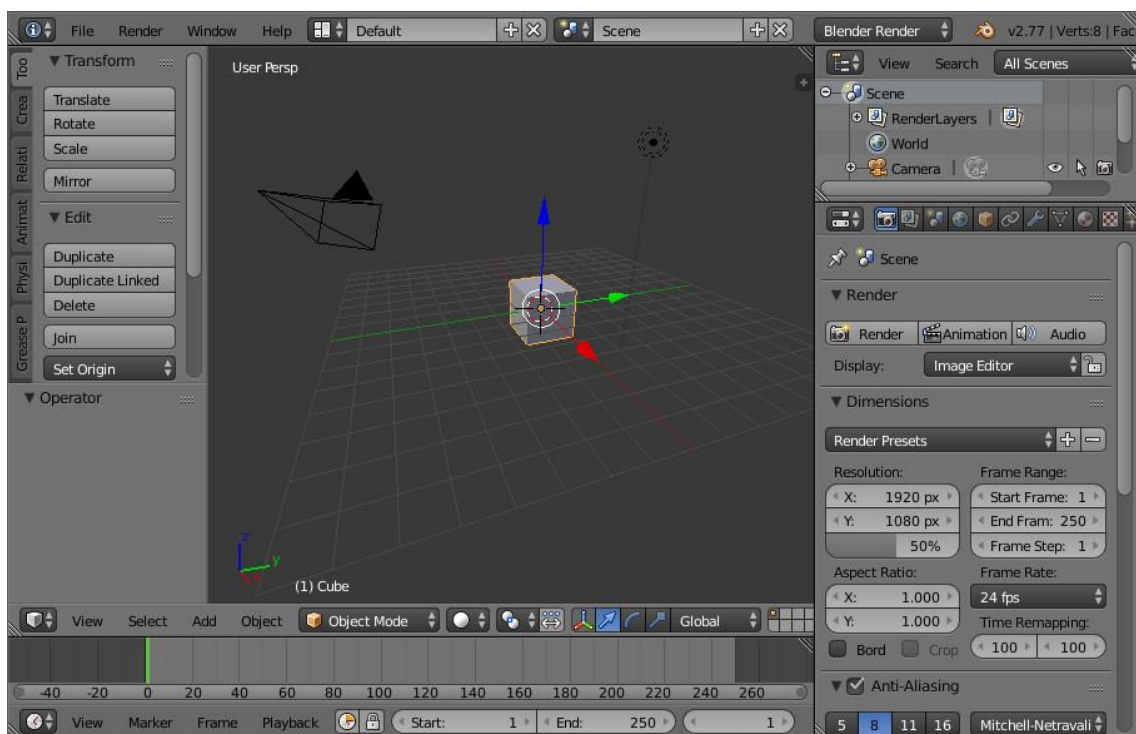


Рисунок 1.1 – Інтерфейс Blender версії 2.77

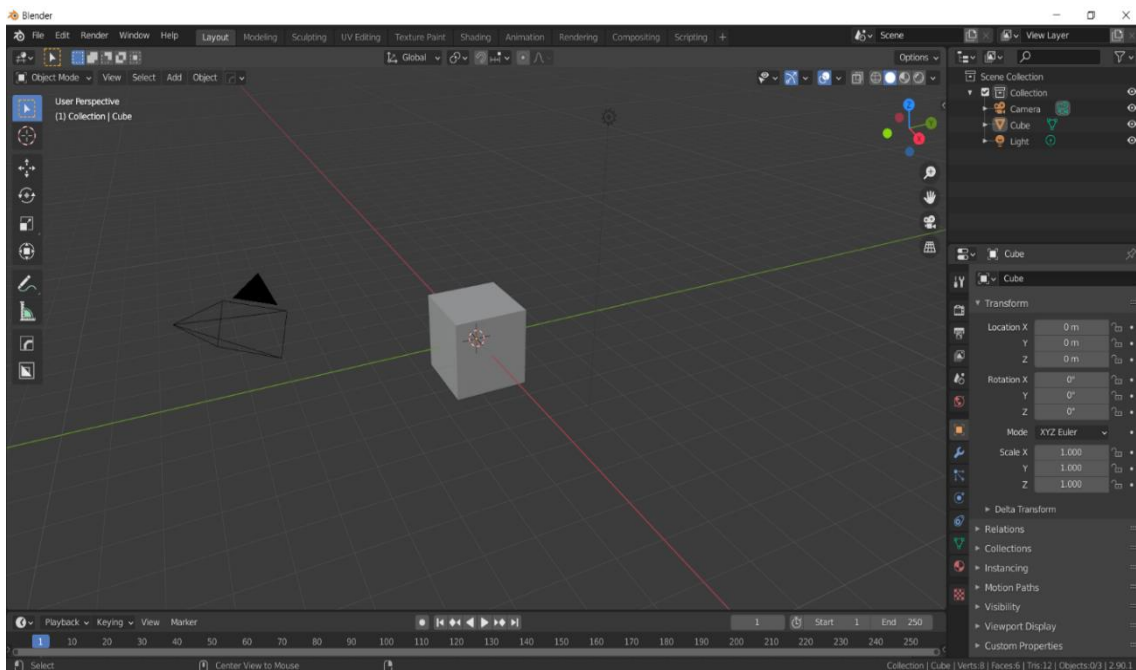


Рисунок 1.2 – Інтерфейс Blender версії 2.8+

Призначення основних вкладок інтерфейсу:

- 3D Viewport - головна вкладка, в якій відбувається моделювання об'єктів;
- Outliner (права верхня частина) – зображує ієрархію всіх сцен, колекцій і об'єктів в них.
- Properties – показує конфігурації сцени, об'єкту, модифікаторів, матеріалів та іншого.
- Timeline (нижня частина) – дозволяє працювати з анімацією об'єктів;
- Workspace (верхня частина) – дозволяє перемикатися між різними робочими просторами;

Також натиснувши на зображення кожного вікна можна змінити його на будь яке інше, зображене на рисунку 1.3.

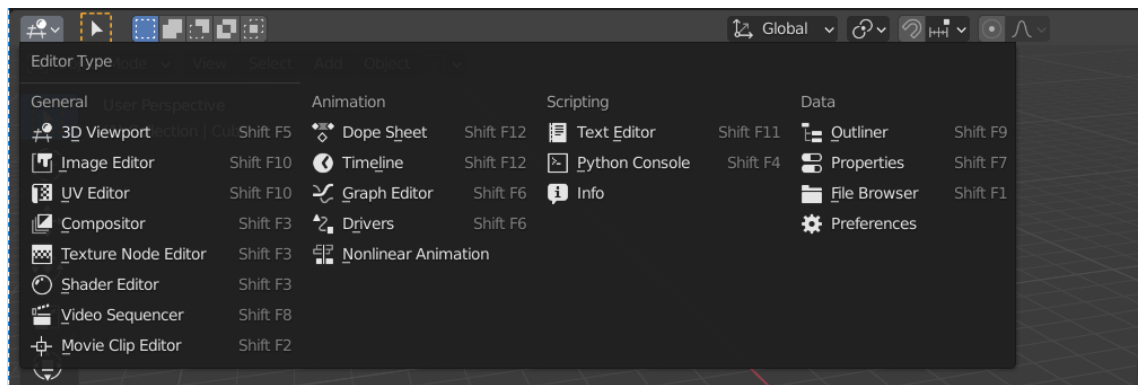


Рисунок 1.3 – Зміна активного вікна

Моделювання відбувається шляхом додавання об'єктів з допомогою гарячих клавіш Shift+A, цей процес зображено на рисунку 1.4, і подальшого їх редагування в Edit Mode (режим який дозволяє проводити маніпуляції з вершинами, ребрами та полігонами) з допомогою гарячих клавіш G (переміщення), R(поворот), S(зміна розміру), додавання модифікаторів, які

тим чи іншим чином змінюють чи додають нову геометрію. Приклад зображено на рисунку 1.5.

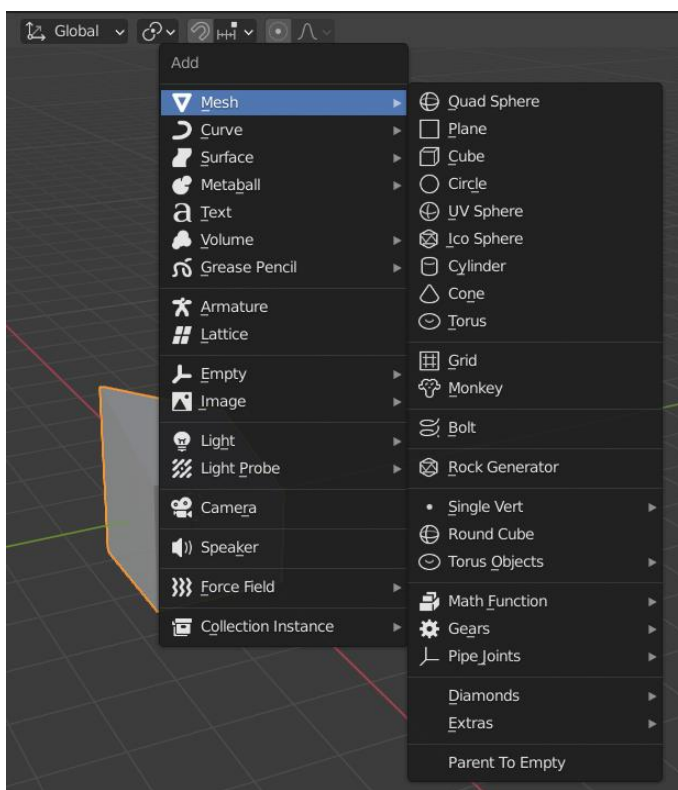


Рисунок 1.4 – додавання нових об'єктів

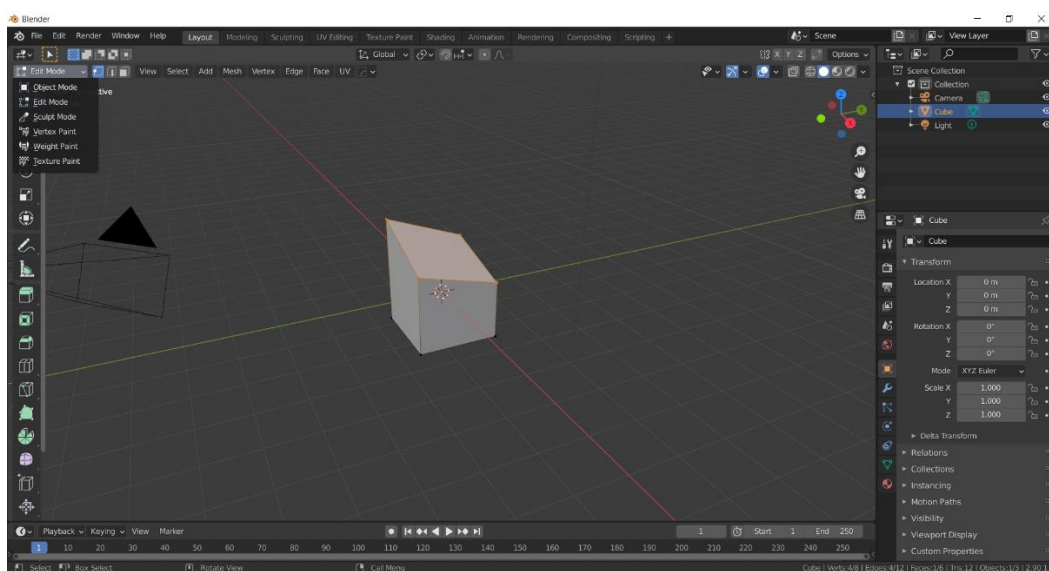


Рисунок 1.5 – Маніпуляції над об'єктами в Edit Mode

1.2 Огляд Substance Painter

Substance Painter – програмне забезпечення призначене спеціально для текстурювання 3D моделей та запікання текстурних карт. Особливостями є малювання текстур з використанням “розумних” кистей, створення розумних матеріалів та масок, мультиплатформенність.

Substance Painter є індустріальним стандартом і використовується для текстурювання моделей в комп’ютерних іграх такими відомими компаніями, як Ubisoft, Remedy, Respawn Entertainment та іншими. Крім того широко використовується в фільмах, дизайні, архітектурній візуалізації. Має зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача зображений на рисунку 1.6.

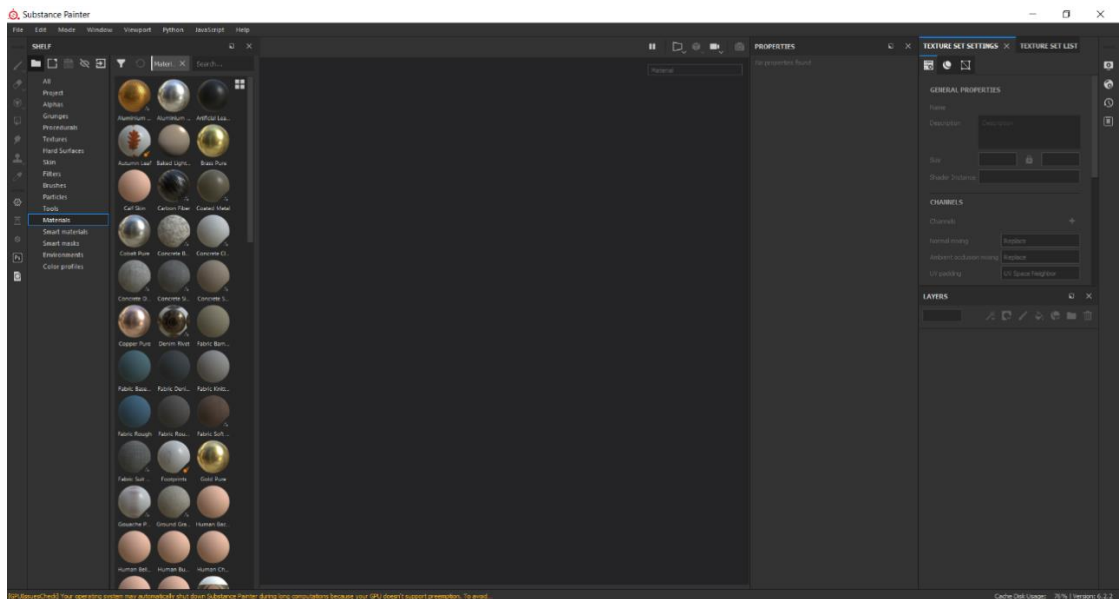


Рисунок 1.6 – Інтерфейс Substance Painter

1.3 Висновок до першого розділу

В першому розділі роботи описано утиліти Blender, та Substance Painter з допомогою яких відбувалася розробка 3D моделі, показано їх інтерфейс та основні функції.

РОЗДІЛ 2. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ

2.1 Створення високополігональної 3D моделі

Моделі для комп'ютерних ігор можна розробляти двома шляхами. Перший шлях – спочатку створити низькополігональну модель а потім високополігональну, а другий – навпаки, спочатку високополігональну а потім низькополігональну. В обох варіантах є свої плюси і мінуси а також умови за яких використовується той чи інший варіант. Під час розробки проекту було обрано другий варіант.

Створення будь-якої 3D моделі зазвичай починається з драфту. Драфт – це спрощена версія всієї моделі, яка дозволяє побачити основну форму і силует моделі. Драфт розпочинається з блокауту. Блокаут – це нечерк моделі з примітивів, тобто найпростіших форм (кубів, циліндрів, тощо). На цьому етапі на моделі не повинно бути маленьких деталей, а лише великі та середні форми. Приклади блокауту можна побачити на рисунках 2.1 та 2.2.

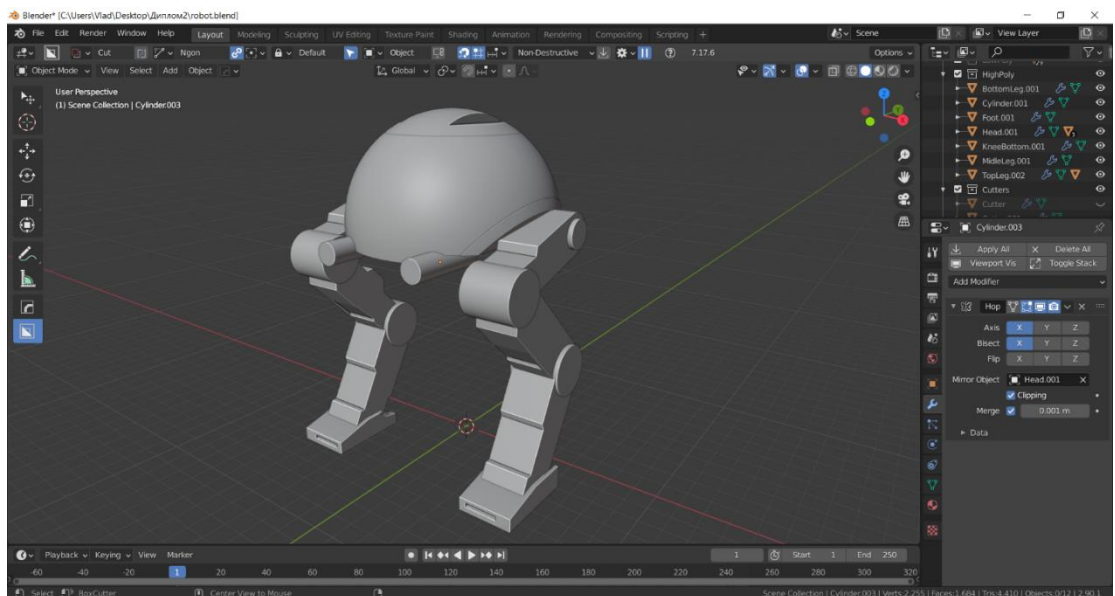


Рисунок 2.1 – Процес блокауту

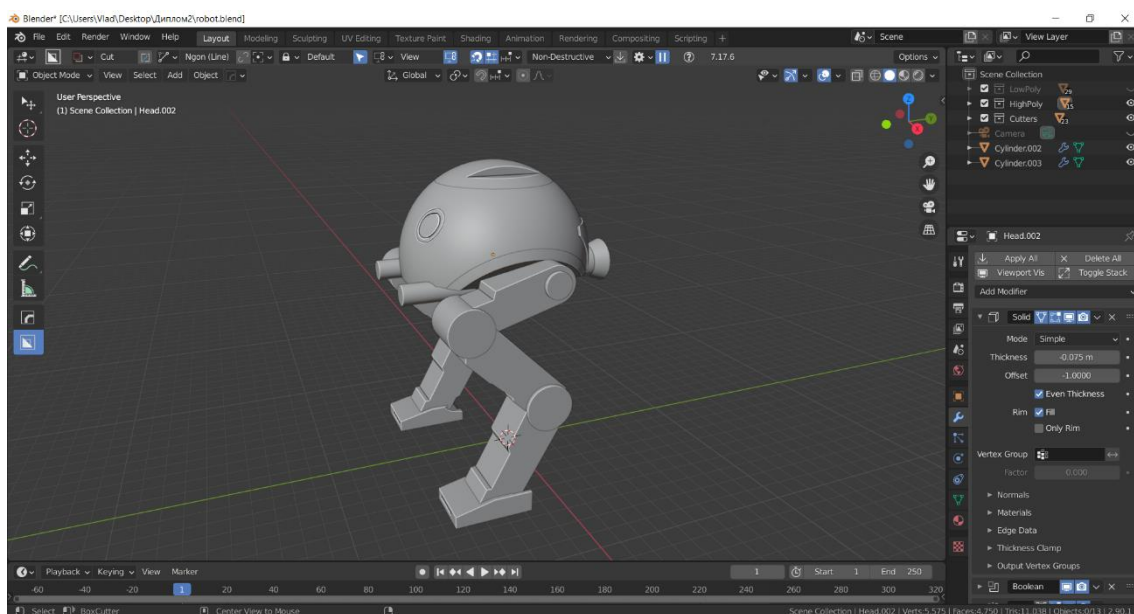


Рисунок 2.2 – Блокаут

Наступним етапом є деталізація чорнового варіанту моделі. На даному етапі важливо розібратися з механікою моделі, зобразити її функціональність. Варто продумати переходи між компонентами геометрії і продумати важливі смислові деталі. На цьому етапі вирішується як буде виглядати модель. Форми зроблені під час етапу створення чорнового варіанту буде важко переробити пізніше. Чорновий варіант зображено на рисунку 2.3.

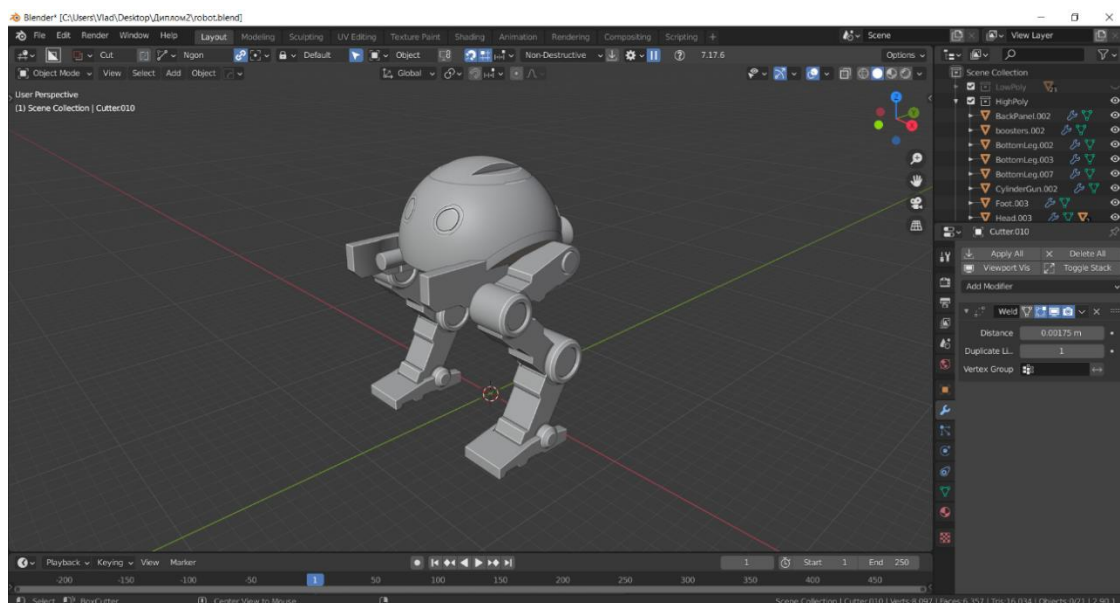


Рисунок 2.3 – Чорновий варіант

Якщо на даному етапі: зрозуміло який перед нами об'єкт, читається силует моделі, спостерігаються хороші пропорції, зрозуміло як працює модель і є всі ключові об'єкти можна переходити до наступного етапу.

2.2 Деталізація високополігональної моделі

Деталізація високополігональної моделі як і будь якої іншої може відбуватися деструктивно, коли внесені в сітку моделі зміни важко чи взагалі не можливо виправити, або не деструктивно, коли внесені в сітку зміни можна легко відмінити чи виправити (наприклад використовувати модифікатори).

Модифікатор – це функція яка дозволяє процедурно і не деструктивно вносити певні зміни в сітку об'єкта чи додавати йому певних ефектів. Ефективність модифікаторів можна побачити на прикладі елементу розроблюваної моделі. Вони дозволяють перетворити найпростіший об'єкт з мінімальною кількістю полігонів, зображений на рисунку 2.4 в високополігональний, зображений на рисунку 2.5 без внесення невідворотних змін.

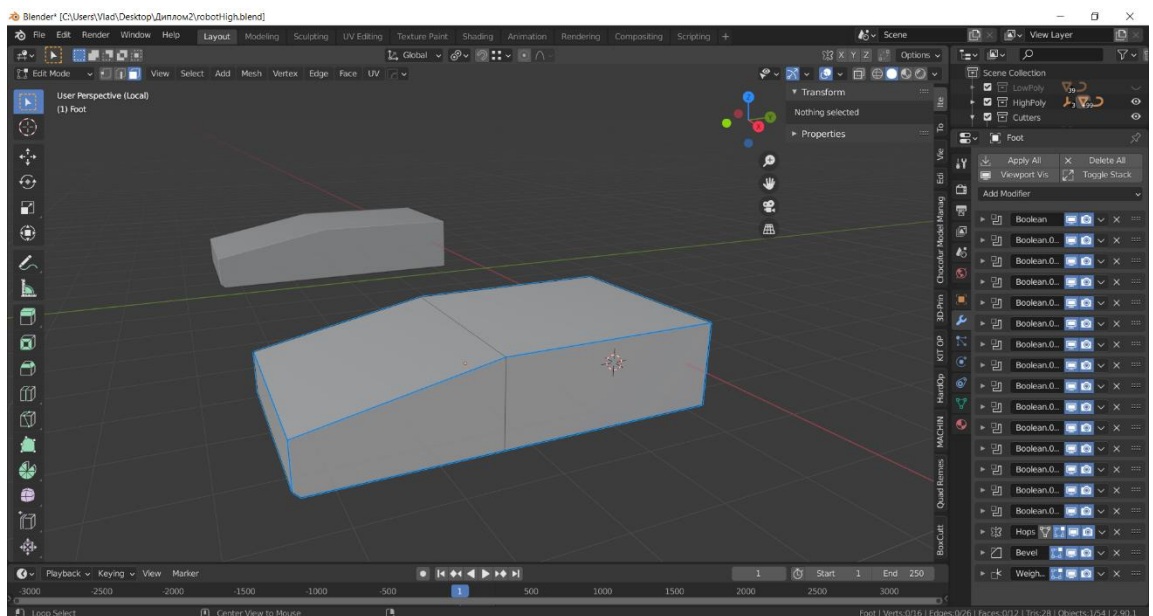


Рисунок 2.4 – об'єкт без діючих модифікаторів

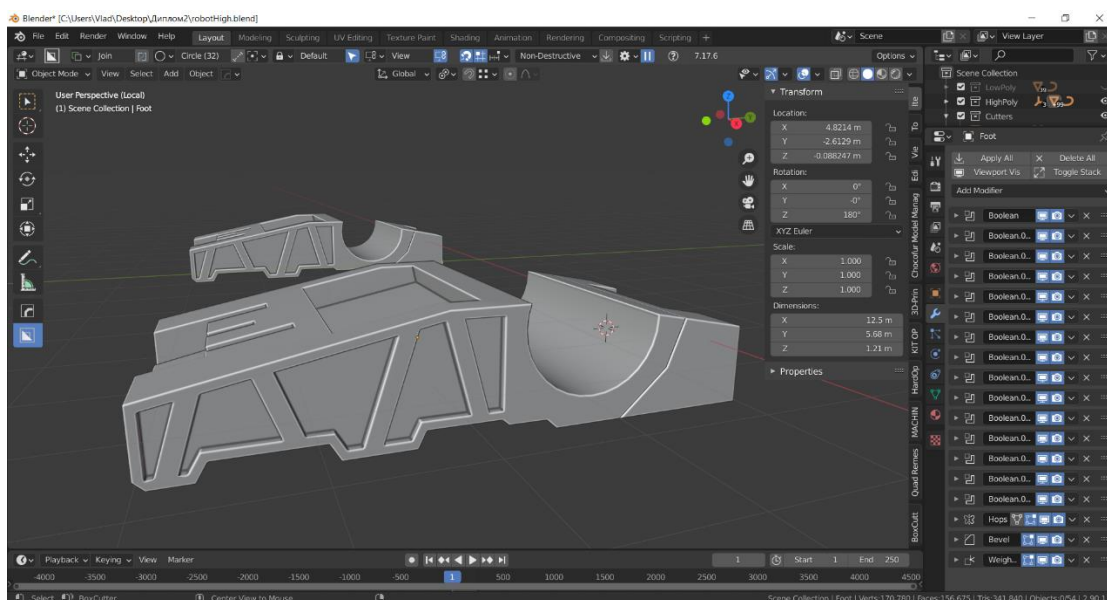


Рисунок 2.5 – Об’єкт з діючими модифікаторами

Перелік використовуваних модифікаторів кожного об’єкта можна побачити в правій нижній вкладці інтерфейсу (в кожного об’єкта перелік модифікаторів різний). Позиція модифікатора в стекові інколи має значення і при неправильному позиціонуванні може давати хибний результат. Кожен модифікатор можна видалити, або просто вимкнути щоб побачити які зміни він вносить в об’єкт. На рисунку 2.6 можна побачити цей самий об’єкт з виключеними модифікаторами: Boolean, Mirror, Bevel, Weighted Normals.

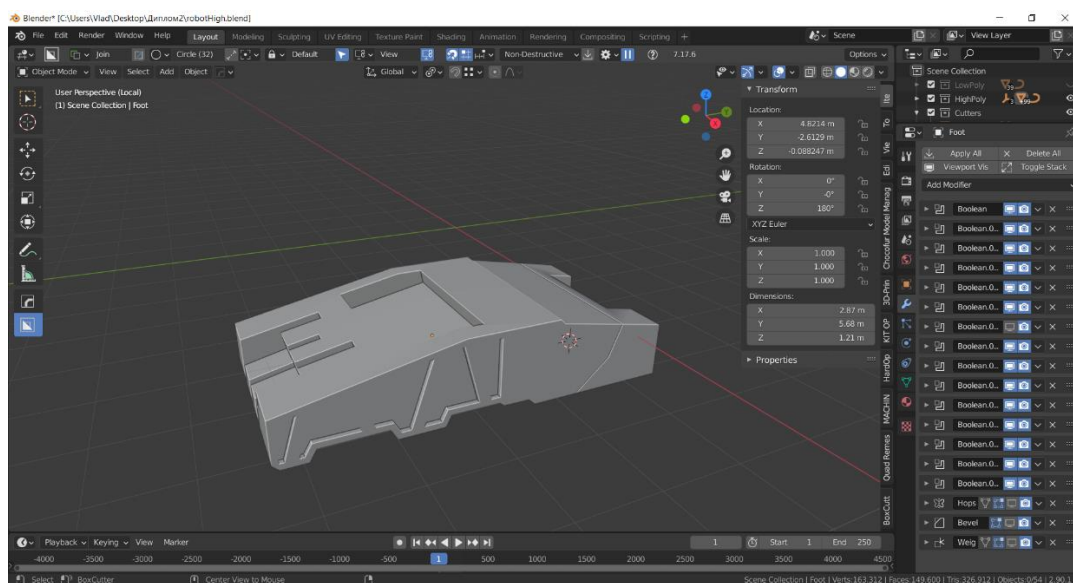


Рисунок 2.6 – об’єкт з декількома вимкненими модифікаторами

В Blender є велика кількість модифікаторів, їх можна побачити на рисунку 2.7. Розберемо лише ті, що були використані під час виконання роботи:

- Array – створює певну кількість копій об'єкта на певній відстані.
- Bevel – дозволяє створити скіс на місці ребер чи вершин об'єкта, також дозволяє контролювати в яких місцях і на скільки сильною буде дія;
- Boolean – використовує інший об'єкт для виконання розрізу, об'єднання чи диференціації;
- Mirror – віддзеркалює об'єкт відносно самого себе або іншого об'єкта;
- Solidify – надає об'єкту певну товщину;
- Subdivision Surface – розділяє полігони на менші частини, та за потреби надає їм згладженого вигляду (потребує квадратичну геометрію);
- Triangulate – розбиває всі полігони об'єкта на трикутні полігони;
- Weld – дозволяє з'єднувати вершини мешу які знаходяться надто близько одна до одної;
- Data transfer – передає деякі види інформації (групи вершин, розгортку, нормалі) з одного меша на інший;
- Weighted Normal – модифікує напрямок погляду нормалі.

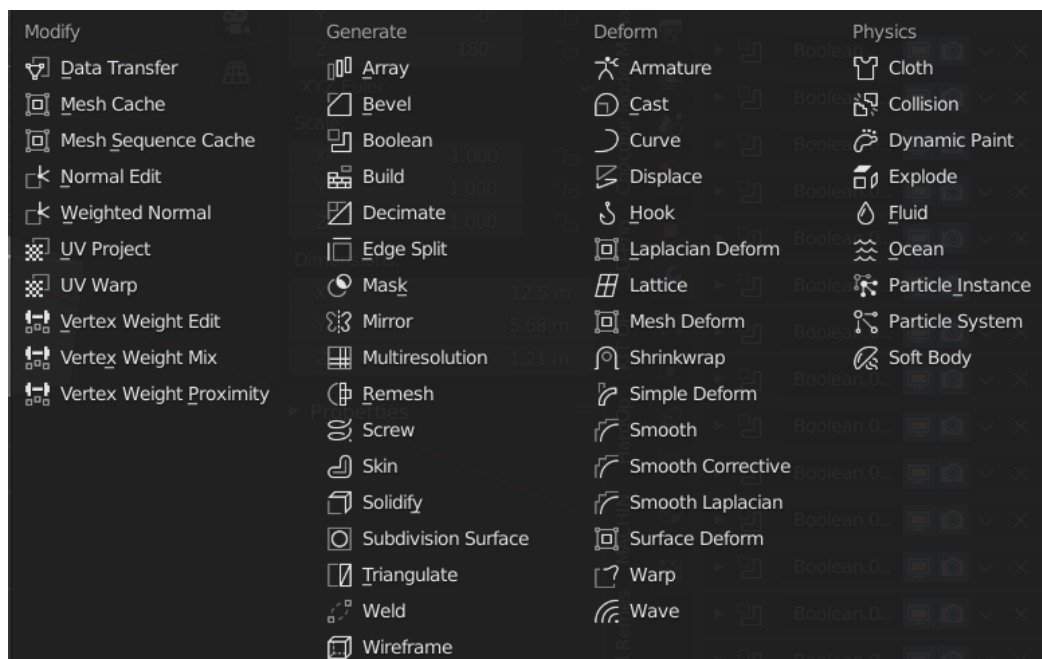


Рисунок 2.7 – Перелік всіх модифікаторів

Подібні дії необхідно провести над всіма об'єктами драфту, додаючи нові деталі доки не буде досягнуто бажаного результату. Кінцевий вигляд високополігональної моделі можна побачити на рисунку 2.8. Кількість полігонів склала 757880, що в даному випадку не є важливим.

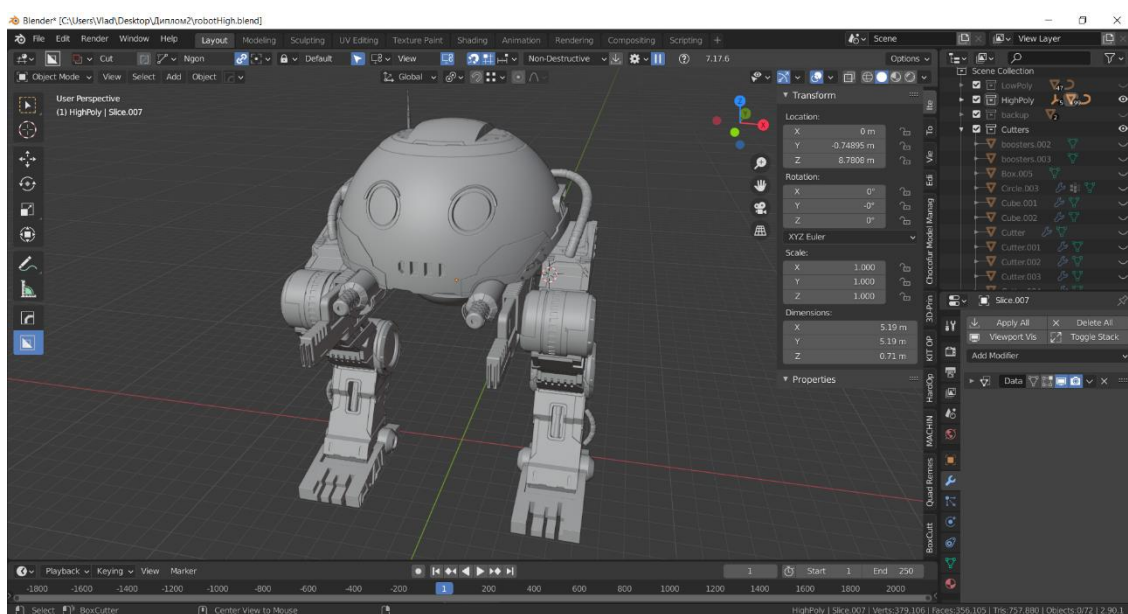


Рисунок 2.8 – Кінцевий вигляд високополігональної моделі

2.3 Створення низькополігональної моделі та її оптимізація

Коли високополігональна модель зі всіма деталями, які ми хочемо бачити на ній готова, можна приступати до створення низькополігональної моделі.

Задача на даному етапі як можна більше зменшити кількість геометрії моделі, не змінюючи силуету об'єктів, при цьому можна жертвувати деякими деталями, які потім можна буде запекти з високополігонального об'єкту. На рисунку 2.9 зображено низькополігональний варіант моделі а на рисунку 2.10 ту ж саму модель тільки високополігональний варіант з деталями.

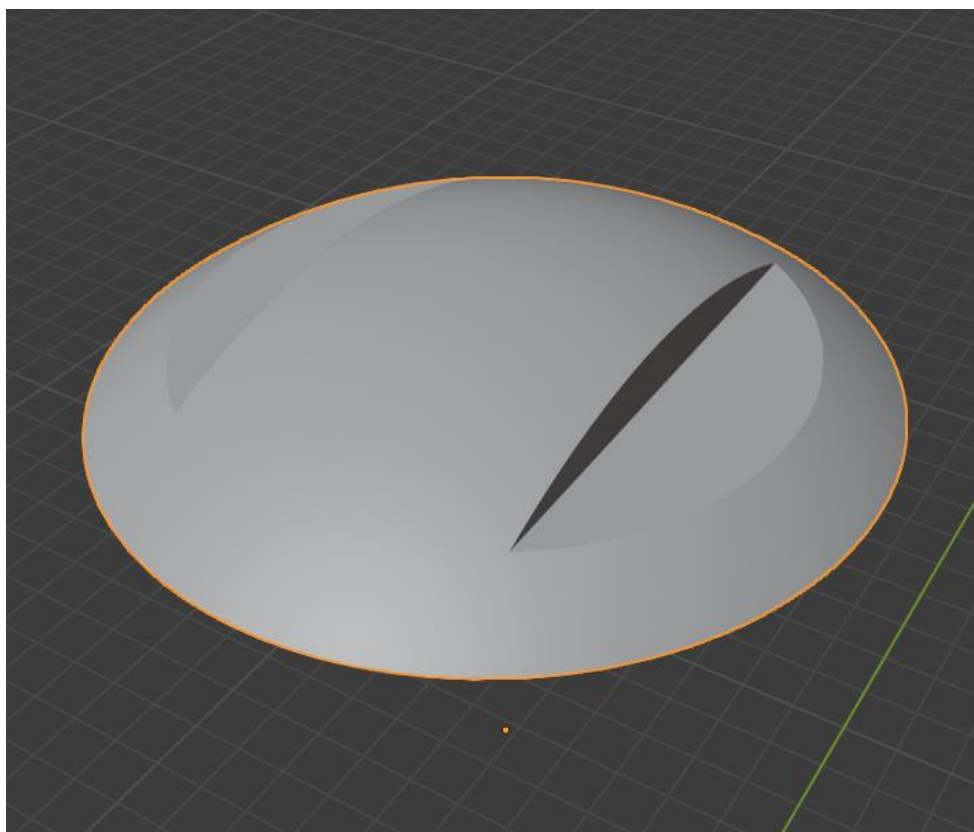


Рисунок 2.9 – Низькополігональний об'єкт без деталей

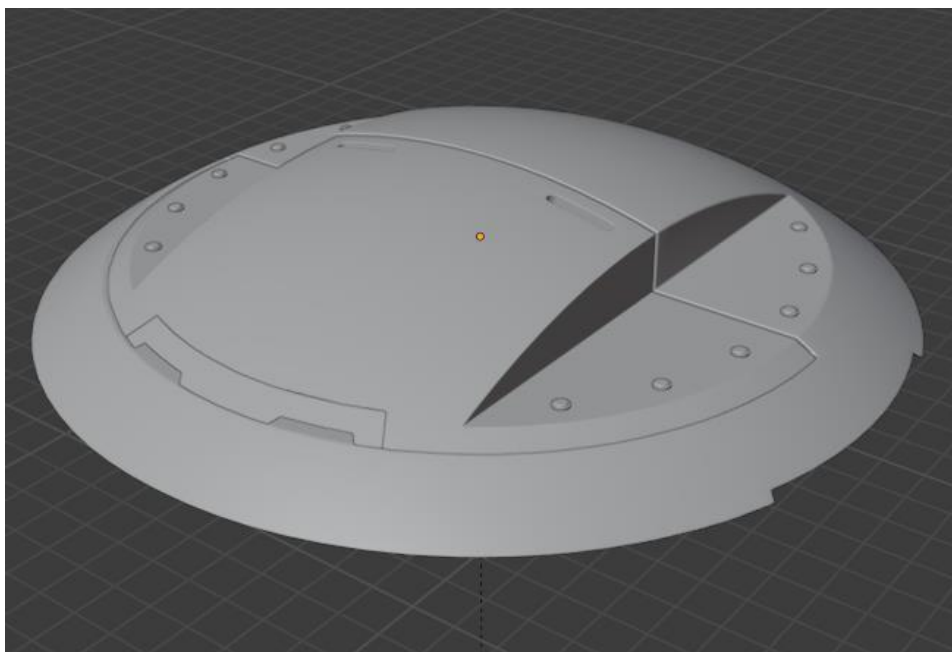


Рисунок 2.10 – Високополігональний об’єкт з деталями

Для цього необхідно виконати декілька кроків: для початку видалимо зі всіх об’єктів модифікатор Bevel. З ним всі гострі кути та краї виглядають краще, але додає всім гострим кутам багато геометрії, що показано рисунку 2.11, тож його видалення позбавить нас великої кількості геометрії, що відображено на рисунку 2.12, а його ефект потім можна буде запекти на стадії запікання карт.

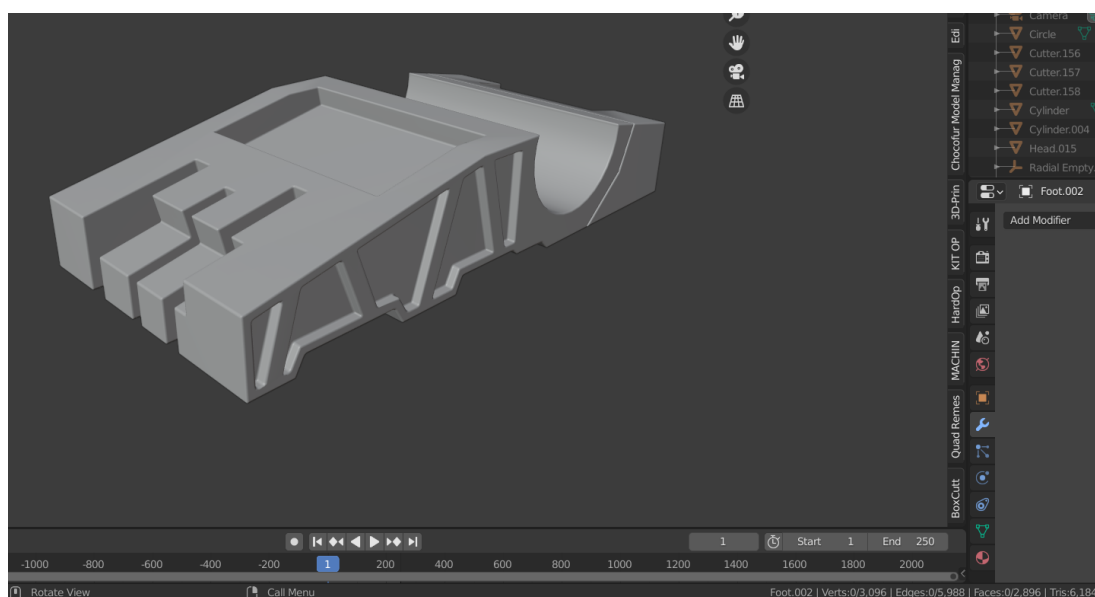


Рисунок 2.11 – Об’єкт з застосованим модифікатором Bevel

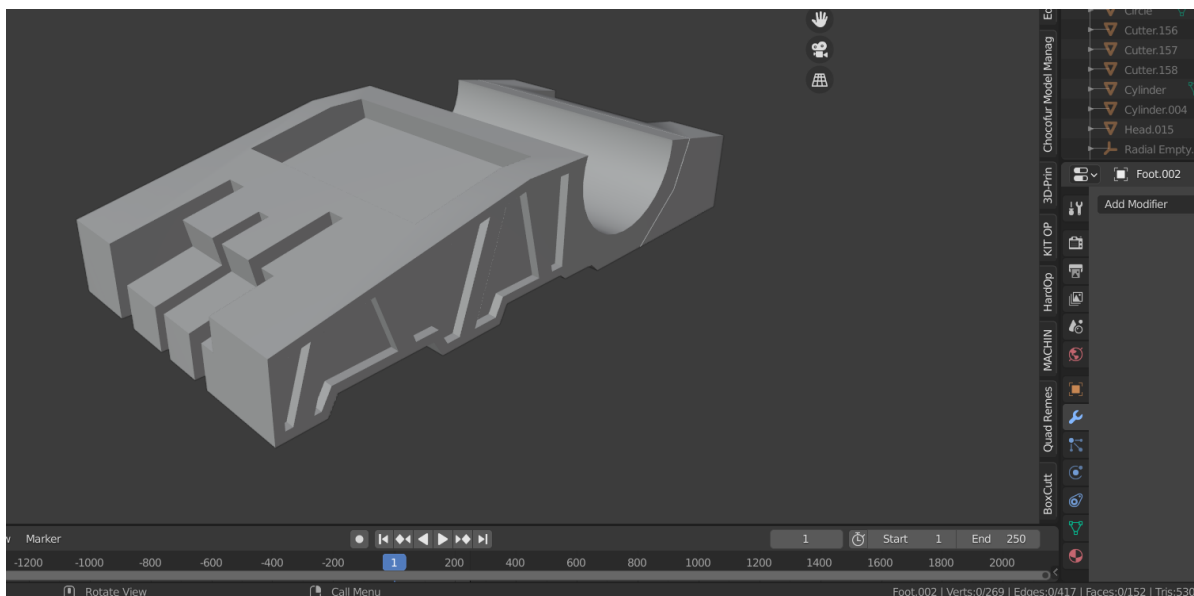


Рисунок 2.12 – Об'єкт з відсутнім модифікатором Bevel

Об'єкт, де модифікатор Bevel застосований має 6184 полігонів, а там де відсутній – всього 530 (можна побачити в правому нижньому куті рисунка).

Наступним кроком є розчинення непотрібних ребер на заокругленнях, приклад показано на рисунку 2.13.

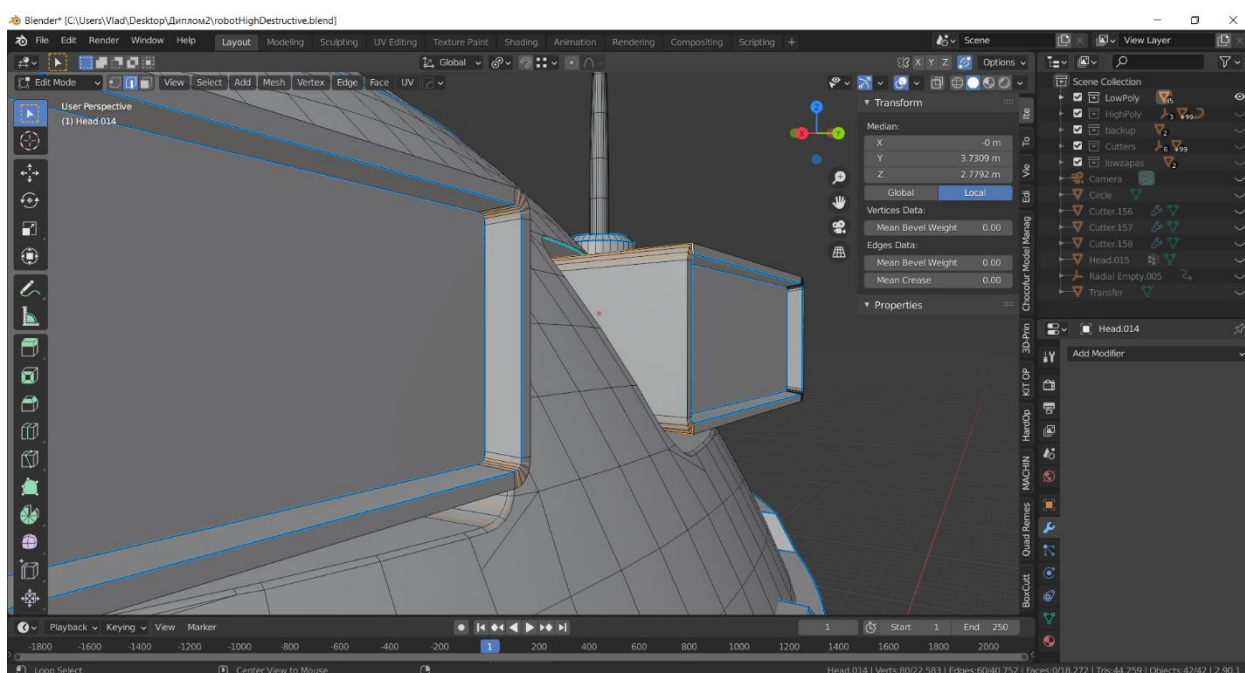


Рисунок 2.13 – Розчинення ребер

Є об'єкти, геометрії на заокругленнях яких забагато для низькополігональної моделі, порівняно з високополігональною, тож ребра в таких об'єктах можна виділяти та розчиняти за допомогою гарячої клавіші Ctrl+x – Dissolve Edges. При створенні подібних заокруглень необхідно заздалегідь прораховувати кількість ребер які буде створено, щоб потім їх була парна кількість, інакше подібна операція порушить кривизну геометрії, що може негативно сказатися при запіканні. Зовні різниця буде мінімальною, але кількість полігонів зменшиться.

Наступний крок – видалення геометрії, яку ніколи не буде видно. Приклад зображено на рисунку 2.14.

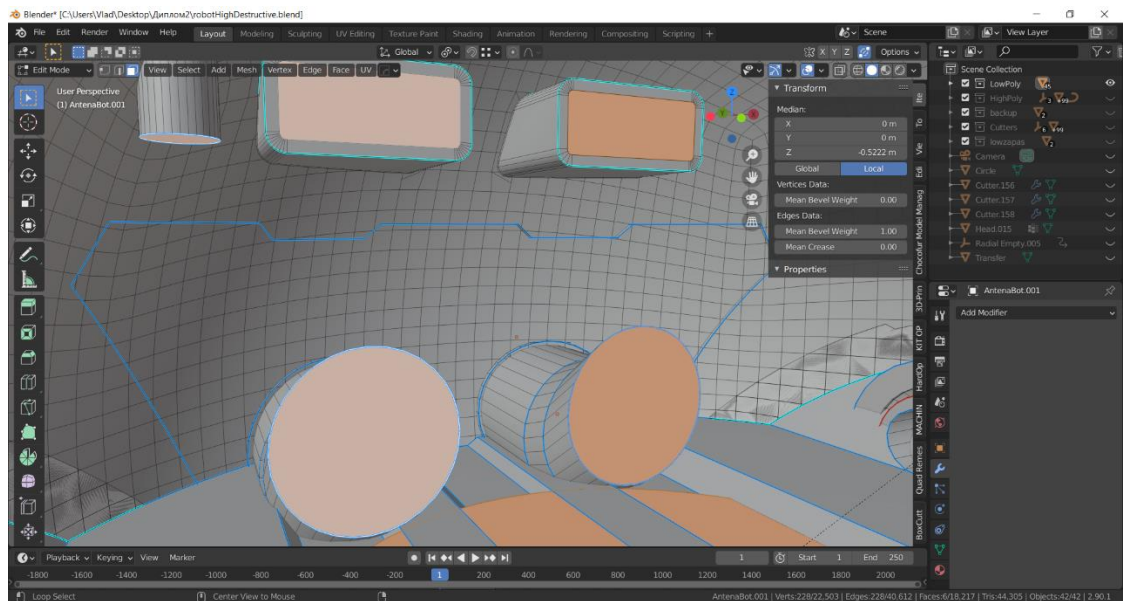


Рисунок 2.14 – Видалення непотрібної геометрії

Це допоможе нам заощадити не лише велику кількість полігонів, а й простір для UV-розгортки та текстур.

Всі ці, або тільки певні дії необхідно провести з кожним об'єктом високополігональної моделі, щоб створити низькополігональну, а коли її буде створено та оптимізовано можна перейти до UV-розгортки. Кінцевий вигляд низькополігональної моделі можна побачити на рисунку 2.15. Кількість

полігонів склала 49497, що є хорошим результатом, який менший, в майже, десять разів за кількість полігонів високополігональної моделі.

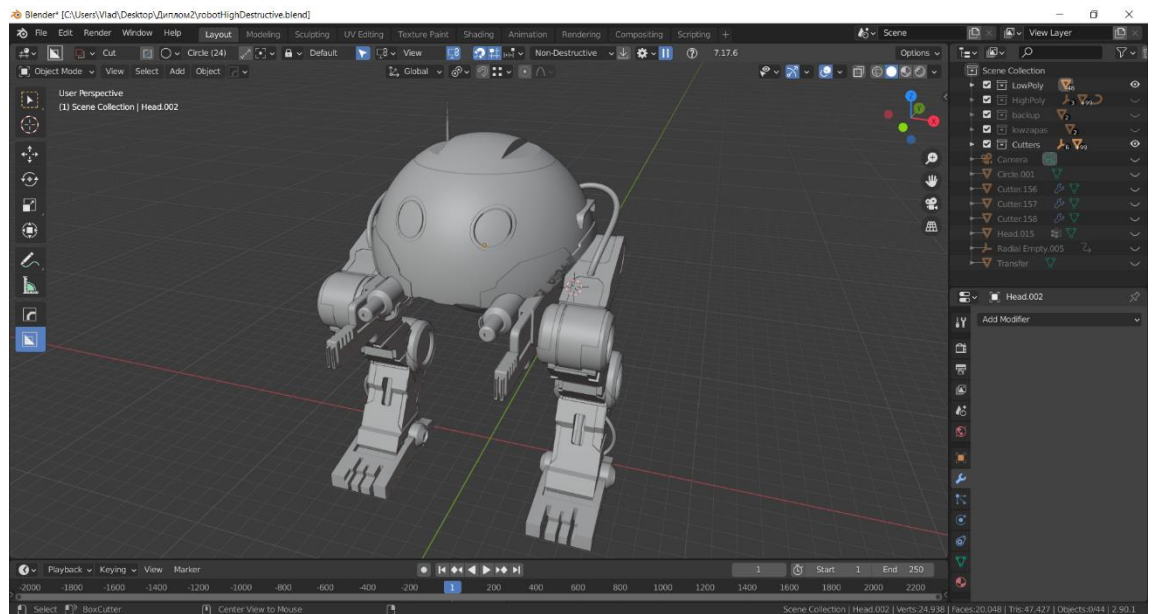


Рисунок 2.15 - Кінцевий вигляд низькополігональної моделі

2.4 Матеріали та UV-розгортка

Перед початком виконання розгортки частинам моделі треба назначити матеріали, які пізніше будуть використані для автоматичного створення текстурних наборів в Substance Painter. Вони дозволять зробити текстури більш якісними. Для цього вибираємо потрібну частину моделі, натискаємо на режим відображення матеріалів, його показано на рисунку 2.16.

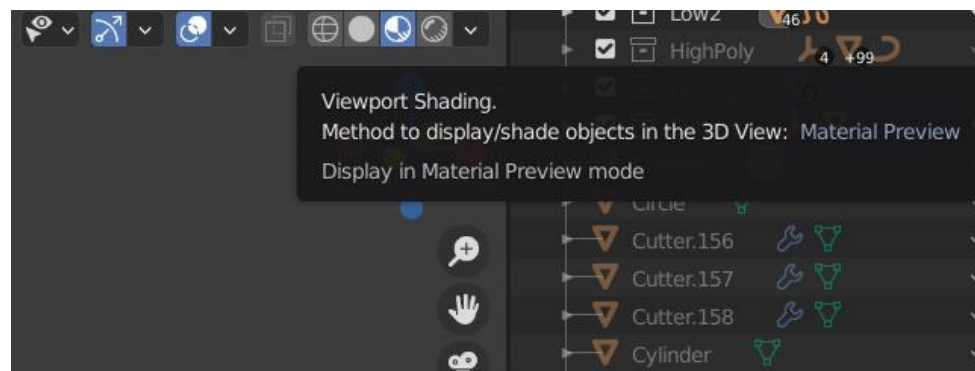


Рисунок 2.16 – Режим відображення матеріалів

Після цього в вкладці Properties натискаємо на Material Properties. Там, натиснувши на значок + можна створити новий матеріал, або вибрати вже раніше створений. Меню вибору матеріалів зображено на рисунку 2.17. Нижче можна буде побачити основні властивості матеріалу і редагувати їх, а для більш розширеного редагування можна увімкнути вкладку Shader Editor.

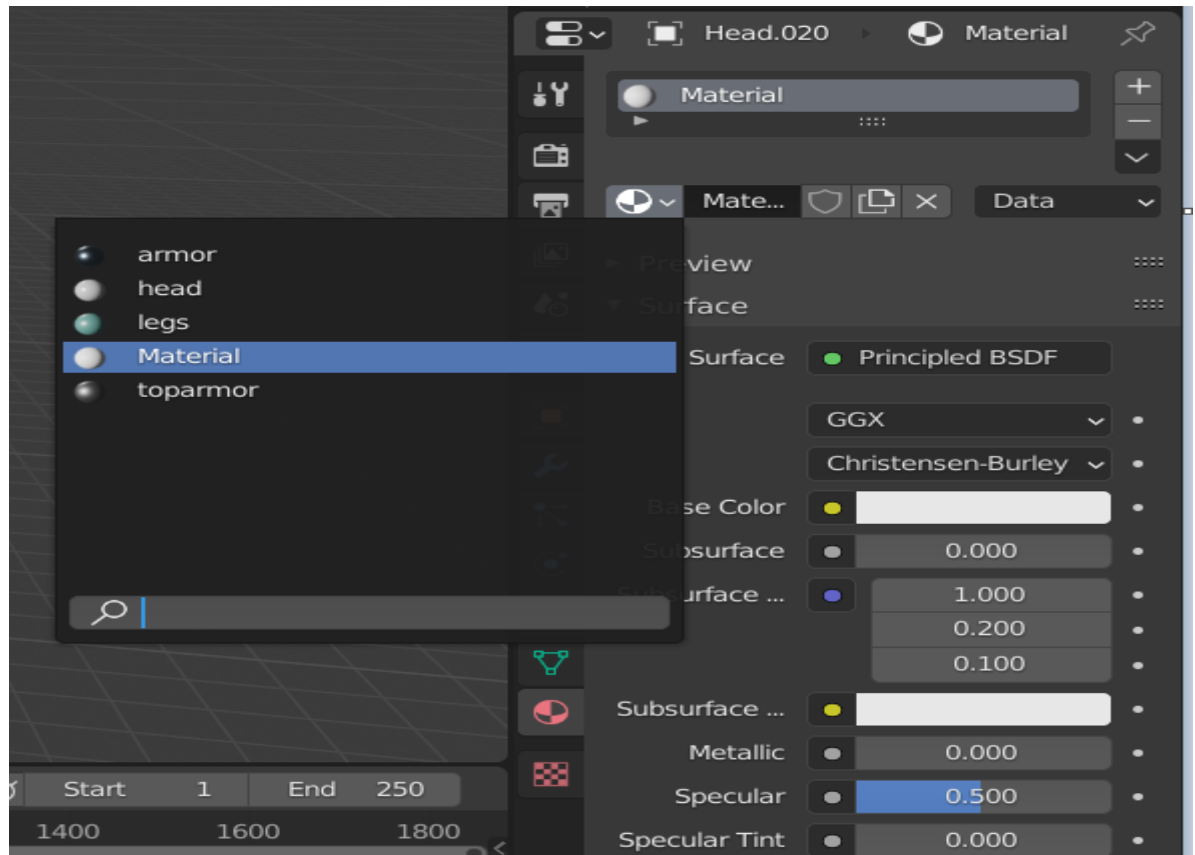


Рисунок 2.17 – Вкладка властивостей матеріалу

Для розроблюваної моделі було створено чотири матеріали, їх можна побачити на рисунку 2.18.

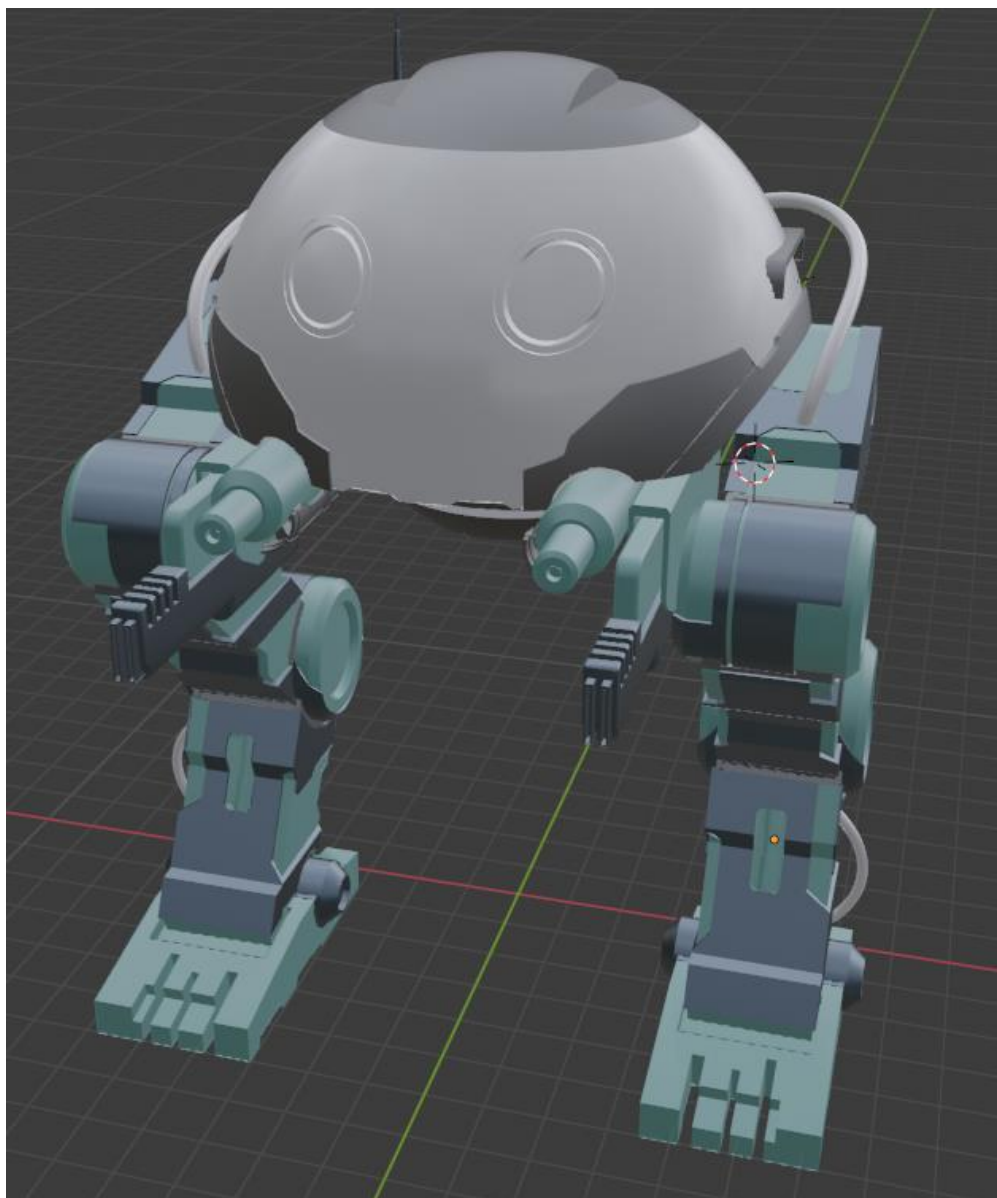


Рисунок 2.18 – Накладені на модель матеріали

UV-розгортка — процес в 3D моделюванні, який полягає в накладанні двовимірного зображення на тривимірну модель. Літерами U і V позначають осі координат площини розгортки, оскільки літери X, Y і Z використовуються для позначення просторових координат. Вона допомагає правильно накласти текстуру на модель. Різницю накладання текстури з розгорткою та без неї можна побачити на рисунку 2.19.



Рисунок 2.19 – Приклад накладання текстури з UV-розгорткою та без неї

Більш детальний приклад накладання текстури на модель з використанням розгортки можна побачити на рисунку 2.20.

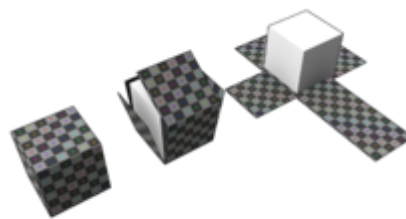


Рисунок 2.20 – Приклад накладання текстури з використанням розгортки

Розгортку можна проводити в ручну, але цей процес займе дуже багато час, тож його можна частково чи повністю автоматизувати. Перед початком розгортки для комфортної роботи і видимості результату необхідно розділити вікно 3D Viewport на три частини, в двох нових вкладках вибрати UV editor і Shader Editor, та вибрати один з назначених раніше матеріалів. В вікні UV editor створити нове зображення, натиснувши на відповідний значок і змінивши поле Generated Type на UV Grid, а в Shader Editor натиснути на вільному просторі Shift+A та створити компонент Image Texture, в ньому вибрати щойно створене зображення та підключити в компонент Principled BsdF в комірку Base Color. Ці дії відображено на рисунку 2.21. Після цього на

матеріалі можна побачити як на об'єкти лягає текстура відповідно до їх розгортки. Все це також можна побачити на рисунку. Також видно що текстура є потягнутою та нерівномірною, це відбувається саме через відсутність розгортки.

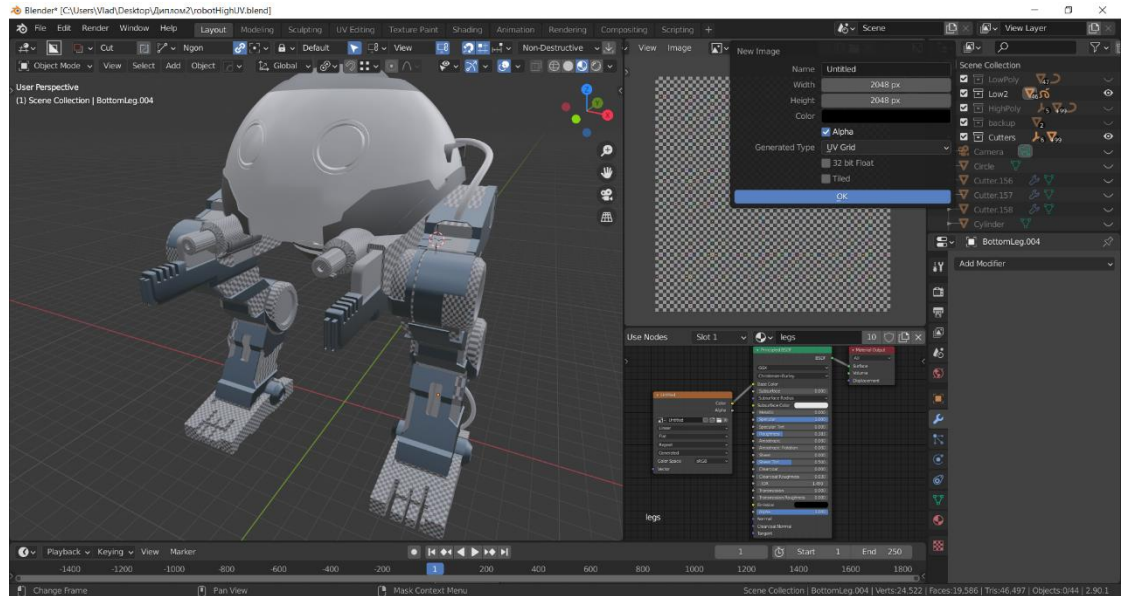


Рисунок 2.21 – Підготовка до розгортання

Подивимося, який результат дасть нам автоматична розгортка. Для цього треба перейти в режим редагування, вибрати всі об'єкти натиснувши **A** та натиснувши **U** - вибрати **Smart UV Project**. Після цього відкриється меню, де варто збільшити параметр **Island Margin** до 0.03, як показано на рисунку 2.22, для того, щоб між елементами розгортки була певна відстань і вони не накладалися один на одного.

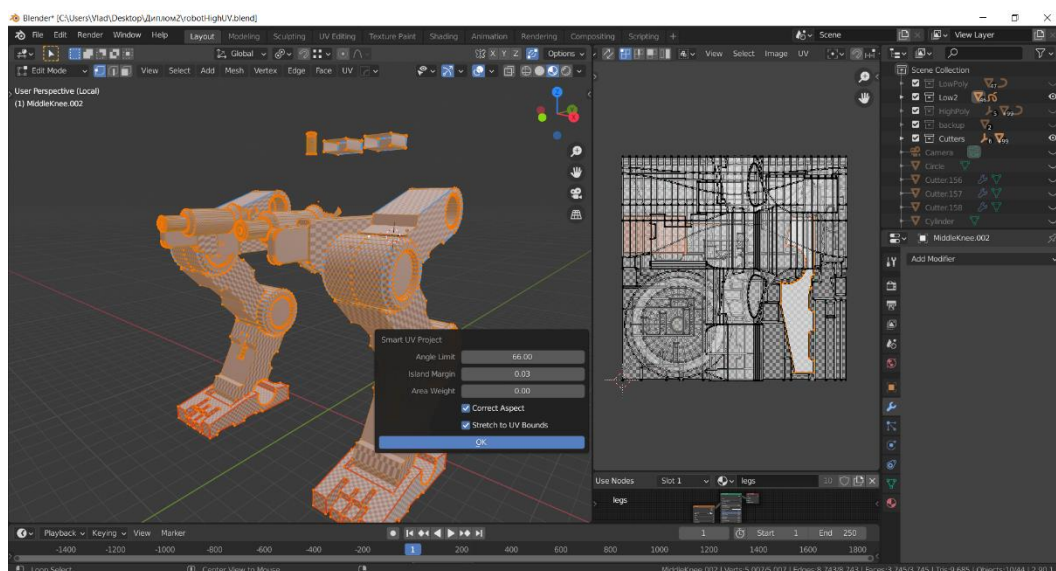


Рисунок 2.22 – Функція Smart UV Project

Результат можна бачити на рисунку 2.23 Він є задовільним, але позначивши потрібні для розгортки ребра можна досягнути кращого результату.

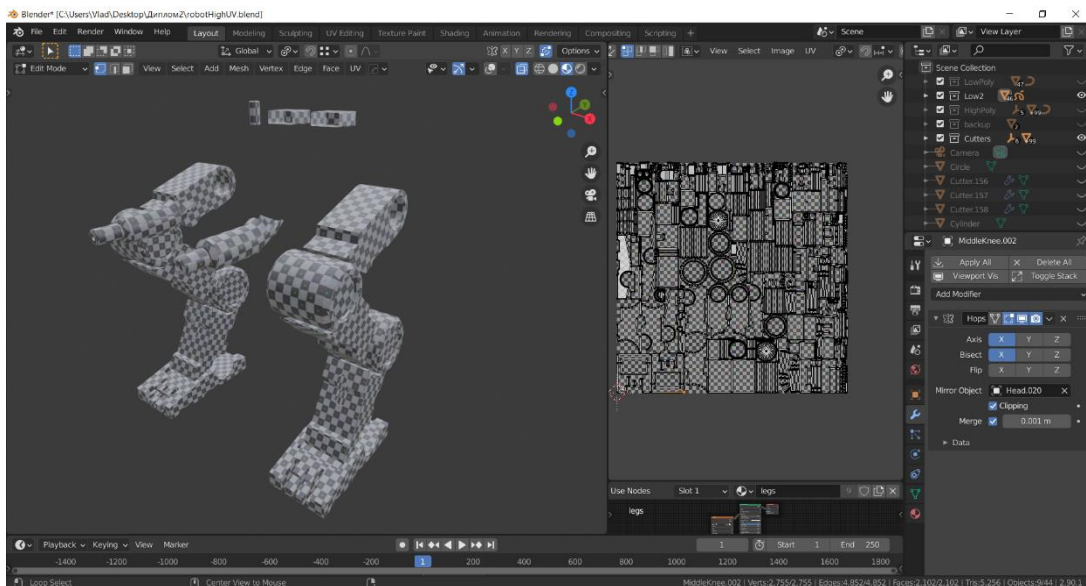


Рисунок 2.23 – Результат автоматичної розгортки

Для коректної розгортки варто назначити шви всім гострим краям. Їх можна виділити в ручну вибравши необхідний в об'єкт та перейшовши в режим редагування вибрати необхідні ребра натиснути U – Mark Seam. Після

цього виділене ребро буде позначене червоним кольором, як показано на рисунку 2.24.

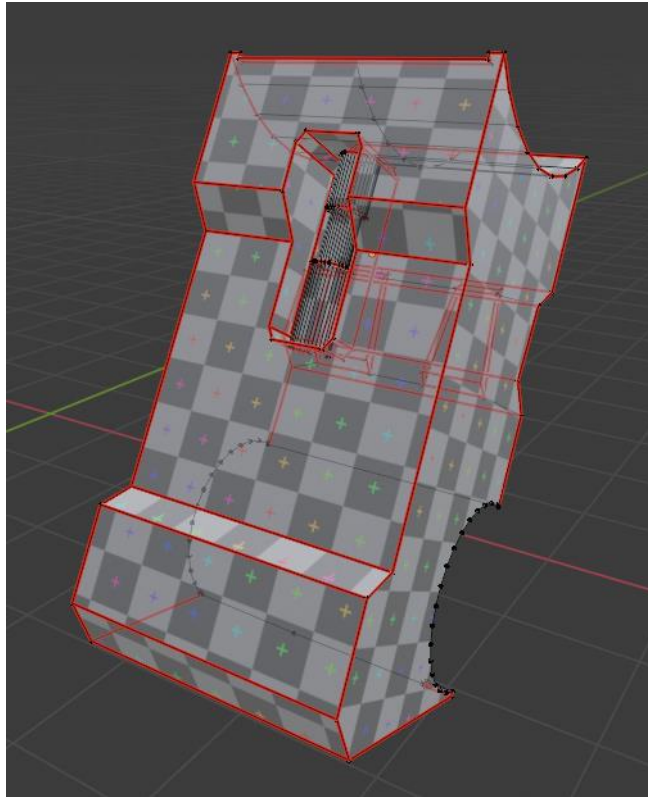


Рисунок 2.24 – Маркування ребер швами

Після цього треба натиснути **U – Unwrap**. На частині об'єкта циліндричної форми добре видно розтягнення текстури для того щоб його виправити необхідно виділити одне з вертикальних ребер, як показано на рисунку 2.25. Найкраще позначити те ребро, яке знаходиться в зоні яку не буде видно, для того щоб не було помітно шва текстури.

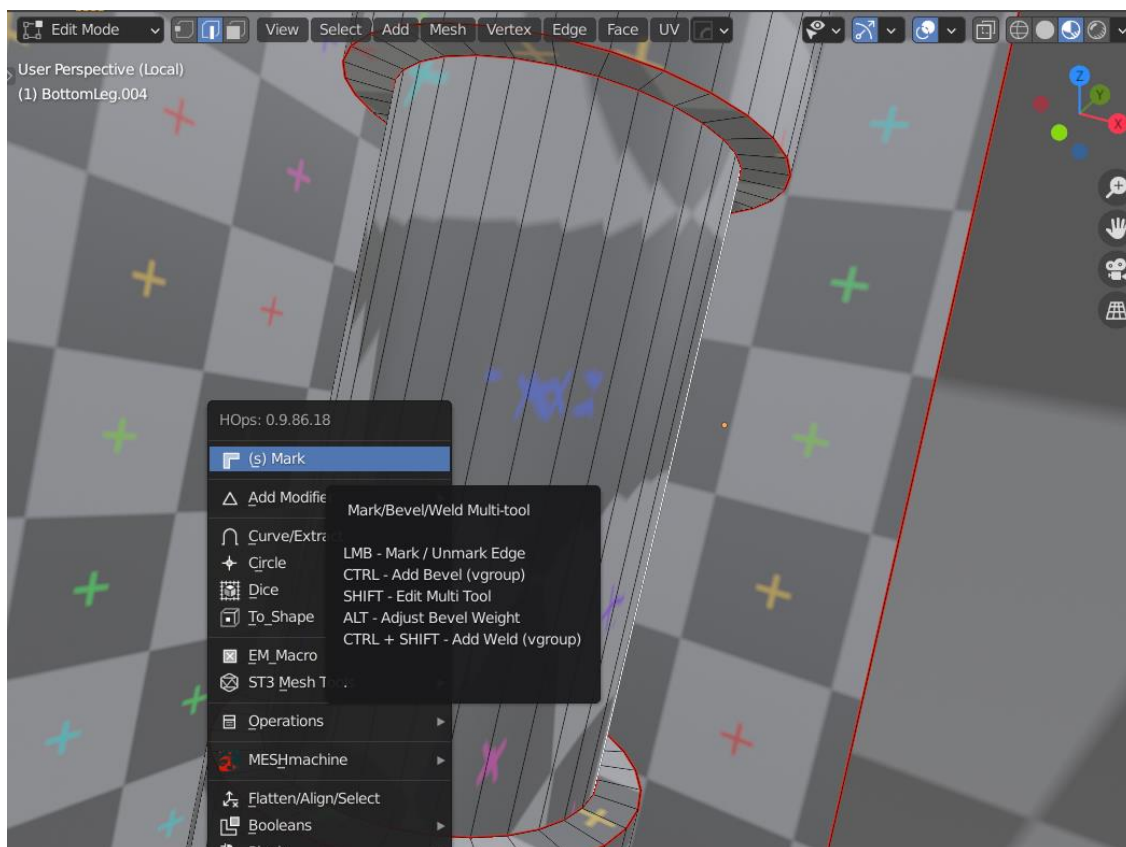


Рисунок 2.25 – Виправлення потягнутості текстури

Результат розгортки можна бачити на рисунку 2.26 Він є кращим ніж результат автоматичної.

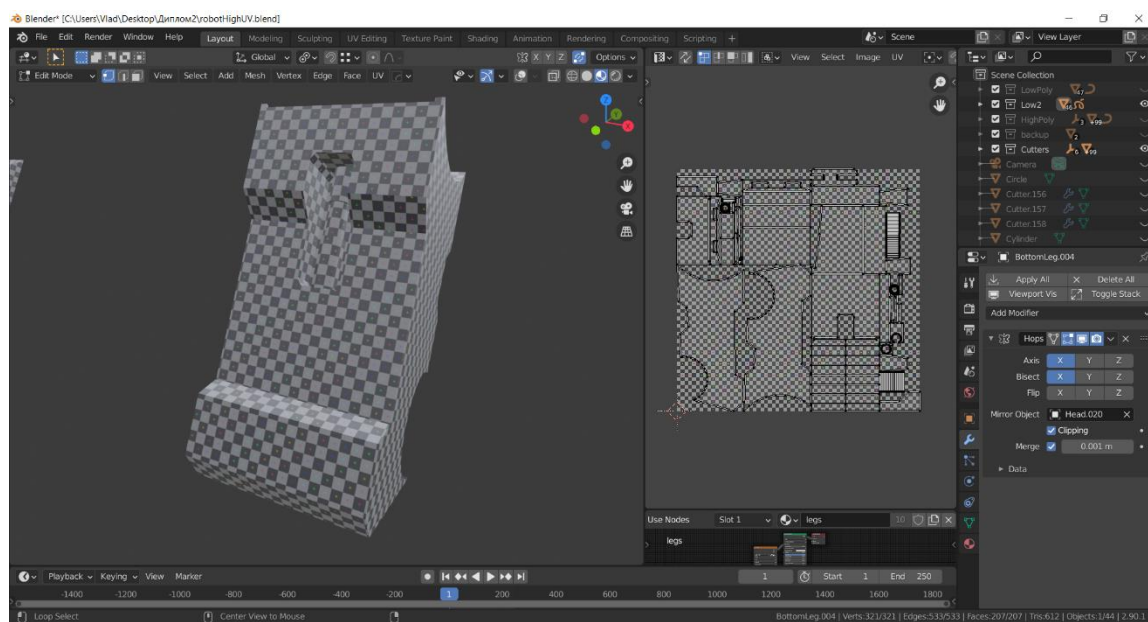


Рисунок 2.26 – Результат розгортки

Подібні дії необхідно виконати з кожним об'єктом в кожному матеріалі. Потягнутості та артефакти відсутні, а текстура розподілена рівномірно, тобто розгортка виконана добре, що видно на рисунку 2.27. Після цього можна перейти до наступного кроку – експорту моделі.

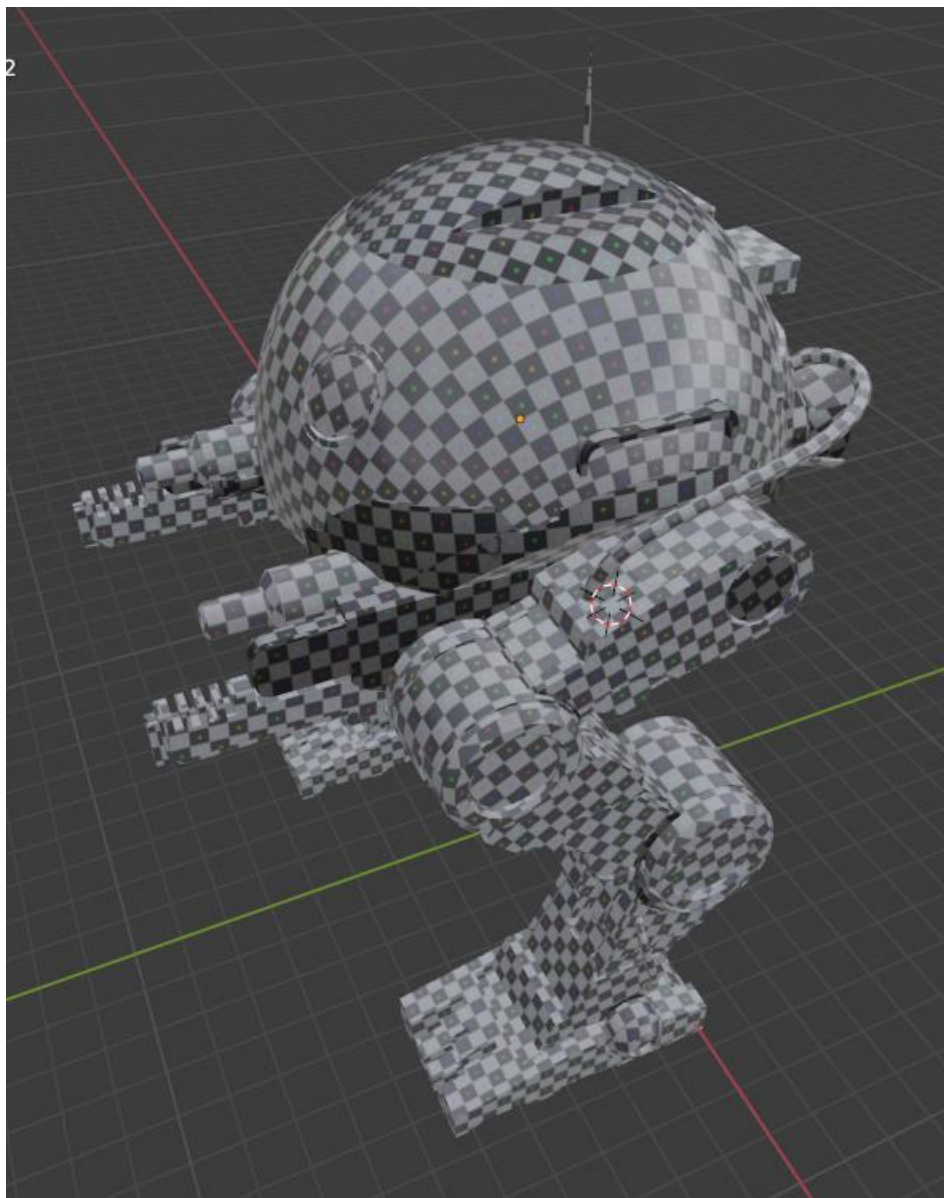


Рисунок 2.27 – Розгортка всієї моделі

2.5 Експорт моделей

Переконавшись що на моделі відсутні артефакти та помилок в затіненні та виконавши розгортку можна переходити до експорту моделей. Для

коректного відображення моделі перед експортом її необхідно триангулювати. Триангуляція – це розбиття кожної площини моделі на трикутники для того, щоб інші програми та ігрові рушії змогли бачити модель без помилок. Якщо перед експортом не провести триангуляцію, це може привести до читання моделі в інших 3d пакетах та рушіях з помилками. Триангуляцію можна провести з допомогою модифікатора Triangulate, або вибравши об'єкт та натиснувши Ctrl+t. Геометрію об'єкта до та після триангуляції можна побачити на рисунках 2.28 та 2.29.

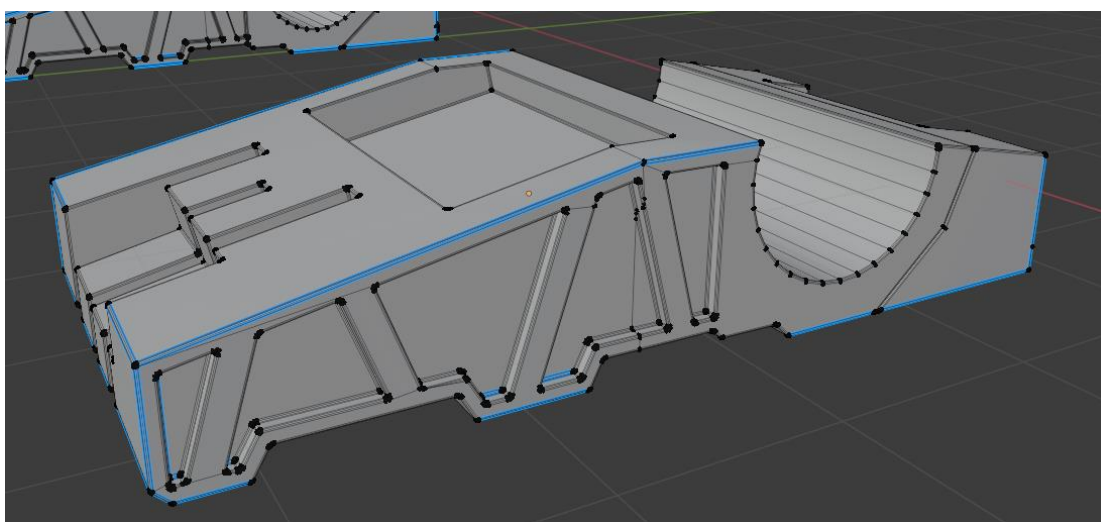


Рисунок 2.28 – Геометрія об'єкта до триангуляції

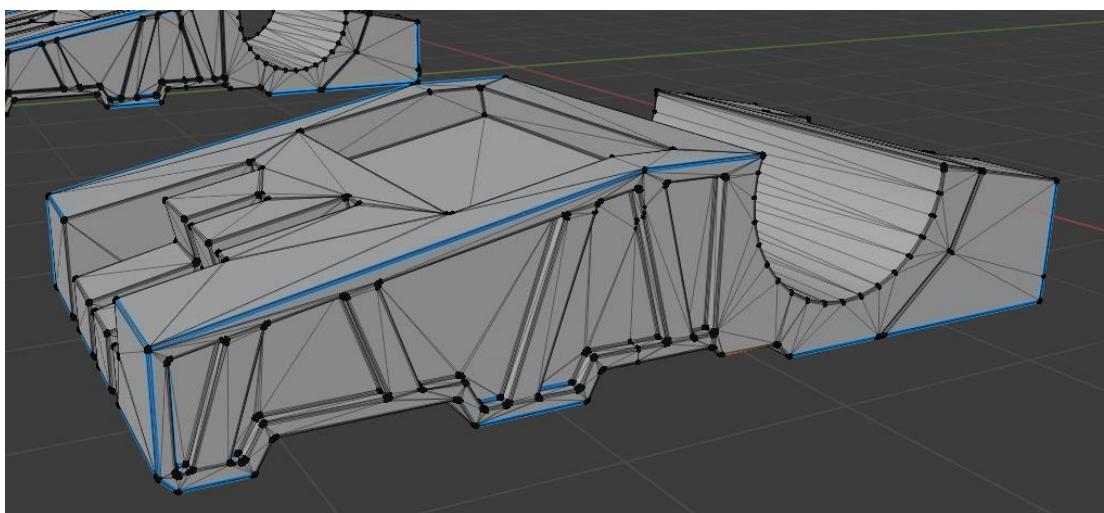


Рисунок 2.29 – Геометрія об'єкта після триангуляції

Після проведення триангуляції кожного об'єкта, він готовий до експорту. Для проведення експорту необхідно виділити всі об'єкти натиснувши А. Далі в контекстному меню вибрати File – Export. Відкриється контекстне меню, яке дозволяє вибрати нам один з можливих, зображених на рисунку 2.30 форматів для експорту. Для коректного запікання важливо правильно назвати об'єкти. В кінці назви кожного низькополігонального об'єкта треба додати суфікс `_low`, а в кінці кожного високополігонального `_high`, також власне назви до суфіксу також повинні бути однакові. В випадку, якщо на один низькополігональний об'єкт повинно запікатися декілька високополігональних об'єднуємо їх в один з допомогою гарячих клавіш `ctrl+j`.

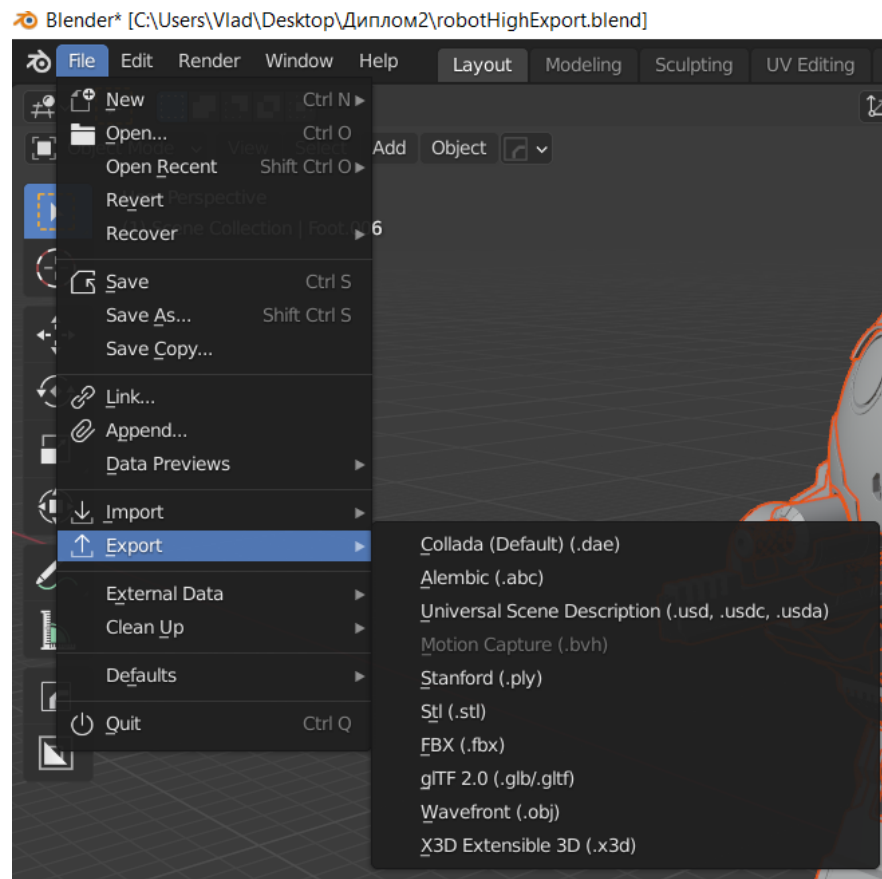


Рисунок 2.30 – Експорт моделі

В випадку моделі для комп'ютерної гри підходять формати `fbx`, та `obj`, тож було обрано останній. Відкриється вікно де можна провести налаштування експорту, та вибрати папку де збережеться модель, як показано

на рисунку 2.31. Подібні дії необхідно повторити з високополігональною та низькополігональними моделями і відповідно для кожної має бути окремий файл.

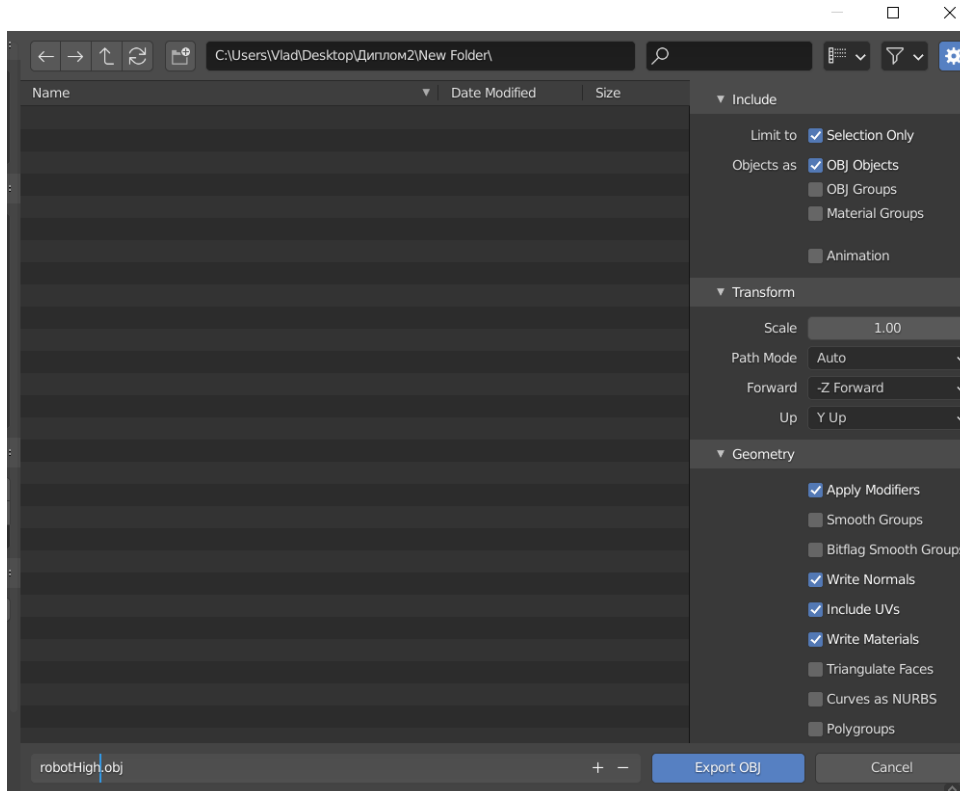


Рисунок 2.31 – параметри експорту .obj формату

2.6 Запікання карт

Запікання карт як і текстурування проводиться в Substance Painter. Для початку роботи необхідно створити новий проект (File – New Project). Далі, в вікні що з'явиться, яке показано на рисунку 2.32 провести налаштування та вибрати експортований раніше obj файл.

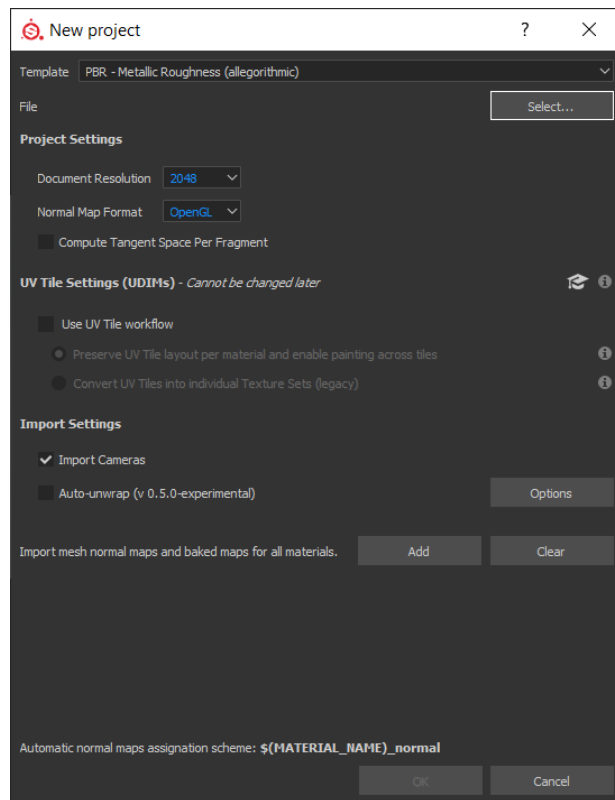


Рисунок 2.32 – Створення нового проекту в Substance Painter

Коли файл завантажиться, в вікні Texture Set Settings треба натиснути Bake Mesh Maps і в вікні що з'явиться провести наступні налаштування: змінити Output Size (його також можна змінити пізніше), в полі High Definition Meshes вибрати високополігональну модель, та в полі Match поставити By Mesh Name. Ці налаштування зображені на рисунку 2.33 Якщо всі об'єкти названі правильно, запікання пройде успішно, а на моделі не буде артефактів та помилок.

Подібну операцію необхідно повторити з всіма частинами моделі розбитої раніше на матеріали. Результат можна побачити на рисунку 2.35. Після запечення карт можна перейти до текстурзування.

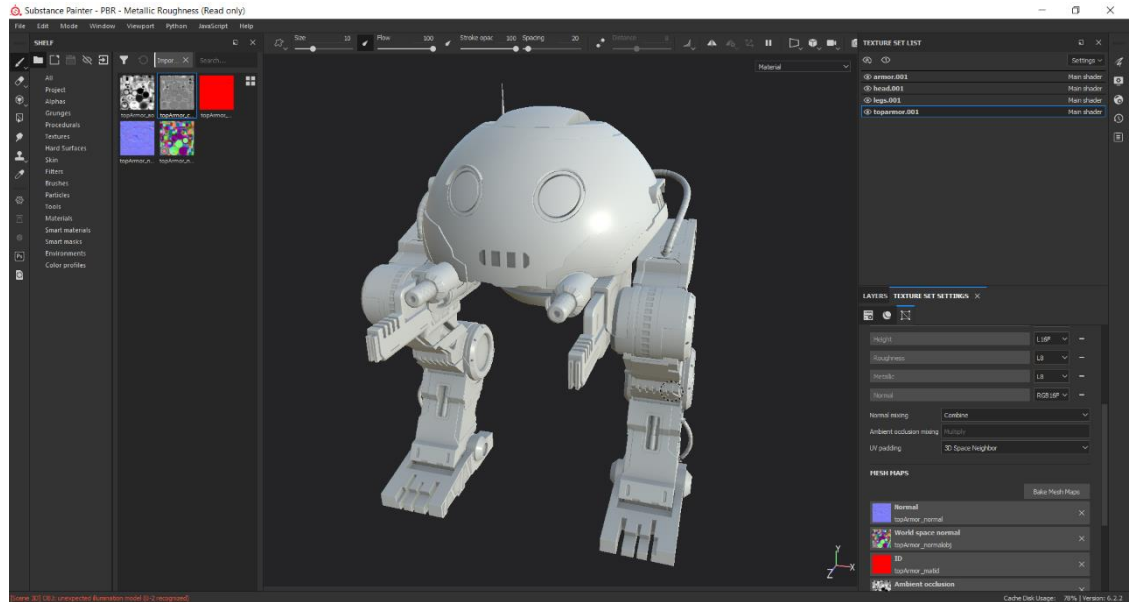


Рисунок 2.35 – Результат запечення карт всієї моделі

2.7 Текстурзування моделі

Перед початком текстурзування необхідно обрати шейдер, який буде використовуватися в текстурзуванні. Шейдер – це програма яка використовується в тривимірній графіці для визначення кінцевих параметрів об’єкту чи зображення, може включати в себе опис поглинання та розсіювання світла, накладення текстури, відображення, переломлення та інше. Для цього необхідно зайти в Shader Settings та обрати один з можливих варіантів, відображених на рисунку 2.36. Цих варіантів є декілька, та використовувати будемо один з найбільш популярних в ігрових рушіях – PBR Metallic-Roughness.

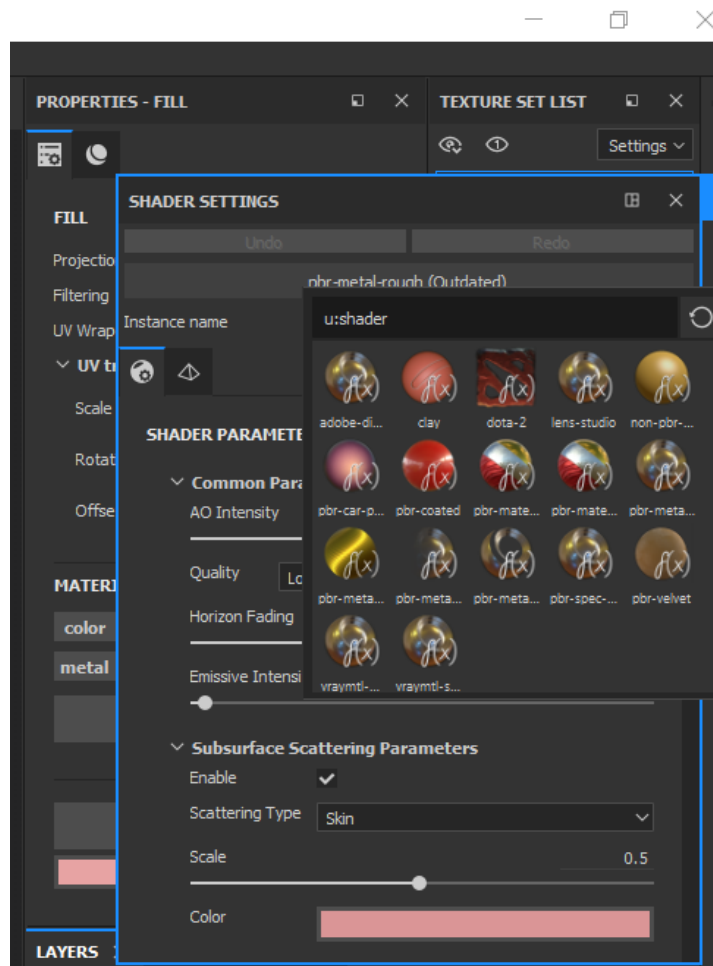


Рисунок 2.36 – Вікно вибору шейдера

Абревіатура PBR (Physically Based Rendering) означає базований на фізиці рендер. Ми не могли б бачити об'єктів в реальному світі, якби вони не відбивали світло, яке на них падає. В реальному світі так і в рушіях світло падає на об'єкт, та відбивається на сітківку ока, а в рушіях для рендеру відбувається подібна симуляція. Тож, в залежності від поверхні та її стану (відображає вона як дзеркало чи є шершавою, чи є на ній крапля бруду або рідини) відбивається вже видозмінене світло. Тобто, те як ми бачимо об'єкти будується на основі того, як світло відображається від поверхні, а стандарт PBR описує те, які параметри мають враховуватися, щоб відбивання світла відбувалося максимально реалістично.

PBR створюється через додавання таких параметрів, як:

- Color – відповідає за базовий колір текстури;

- Metallic – вказує є текстура металом чи не металом;
- Roughness – відповідає за здатність матеріалу до відображення світла;
- Ambient Occlusion – відповідає за затінені області текстури;
- Height – вказує на висоти поверхні;
- Normal Map – імітує нахили поверхні.

Ці параметри також називаються каналами, та на їх основі можна створювати базові матеріали. На рисунку 2.37 можна побачити базовий матеріал текстурного набору для голови розроблюваної моделі.

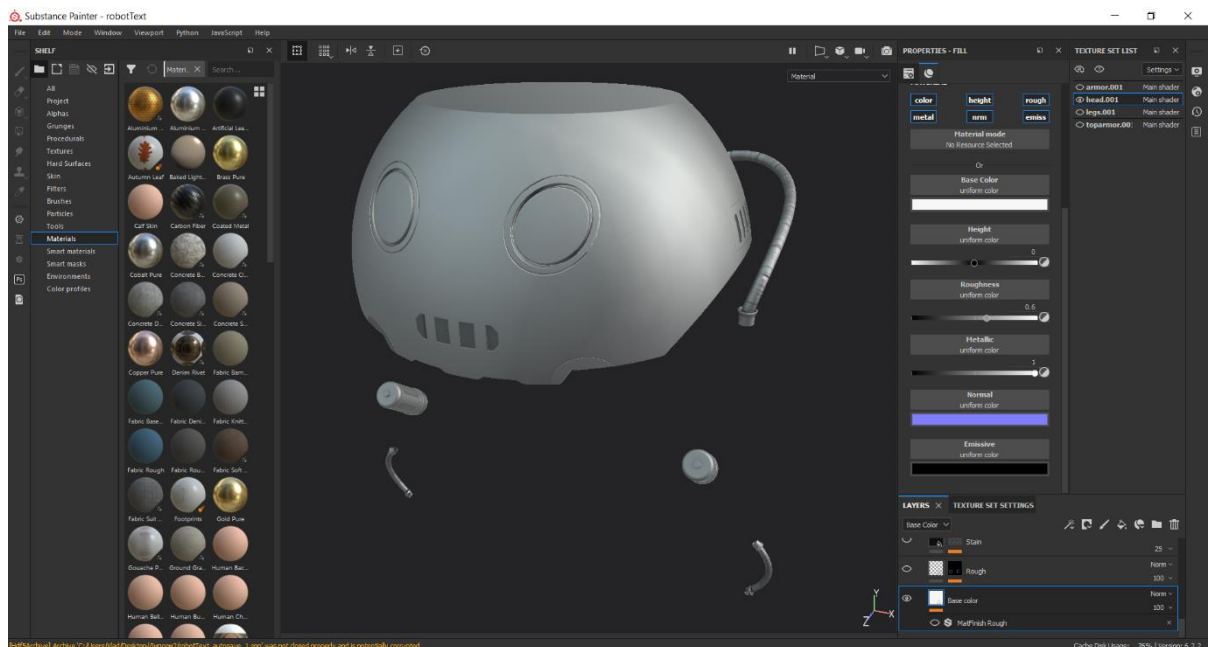


Рисунок 2.37 – Базовий матеріал та його параметри

Також можна використовувати вже готовий матеріал, який заздалегідь має певні налаштування для всіх чи тільки деяких каналів.

Почати текстурвання варто з вибору базових кольорів для всіх текстурних наборів. Результат підбору показано на рисунку 2.38.

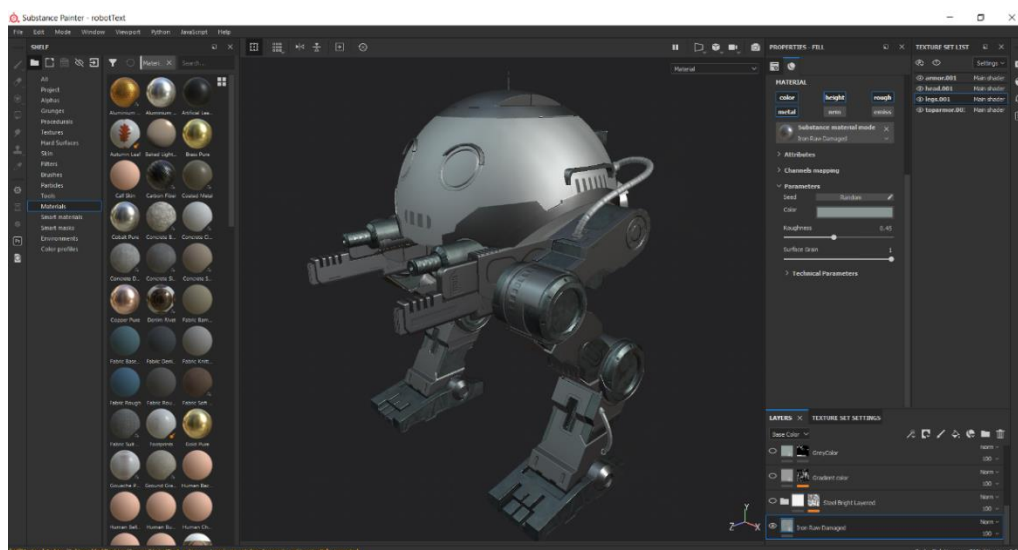


Рисунок 2.38 – Базові кольори всіх текстурних наборів

На один текстурний набір можна додавати безліч матеріалів у вигляді шарів, які будуть накладатися один на одного. Накладання може відбуватися на допомогою різних методів змішування матеріалів, які можна обрати в меню шарів, крім того можна задавати прозорість кожного шару. Це показано на рисунку 2.39. Декілька матеріалів також можна об'єднати в папку.

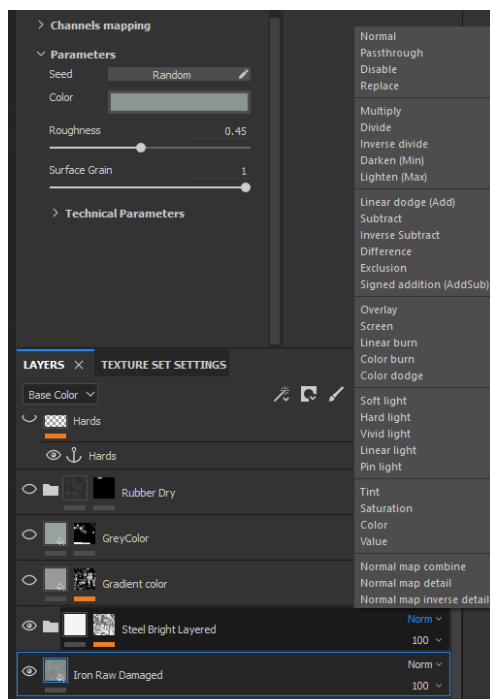


Рисунок 2.39 – Меню шарів та способи накладання

В разі використання декількох матеріалів Substance Painter дозволяє контролювати місця в яких будуть чи не будуть проявлятися певні матеріали. Для цього використовуються маски, які бувають чорними, або білими. Чорні маски повністю ховають матеріал, а білі навпаки повністю проявляють. Для додавання маски треба натиснути правою кнопкою по певному матеріалу, а потім натиснути Add Black/White Mask. Маски можна розбавляти з допомогою фільтрів та генераторів, тобто додавати на них білі або чорні області, наприклад, для створення ефектів потертості, бруду і подібного. На рисунку 2.40 зображено накладення матеріалу сталі на матеріал заліза з використанням маски в якій було застосовано генератор Mask Builder. На рисунку також можна побачити його налаштування.

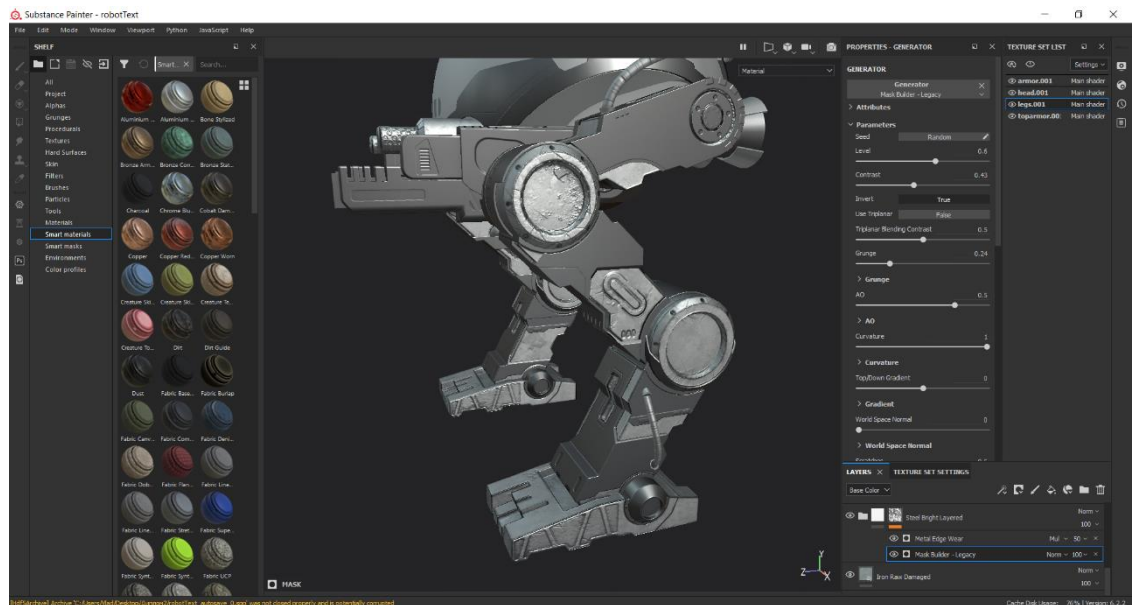


Рисунок 2.40 – Результат накладення матеріалів з використанням масок

Цей генератор дозволяє згенерувати області в яких накладений вище матеріал буде відсутнім, тобто буде проявлятися лежачий нижче матеріал, на основі запечених раніше карт таких як: World Space Normal, Position, Curvature, Ambient Occlusion.

Крім базових та звичайних матеріалів в процесі текстурування можна застосовувати заздалегідь налаштовані в Substance Painter Розумні Матеріали (Smart Materials). На рисунку 2.41 зображено розумний матеріал, який складається з семи окремих матеріалів на яких є маски та генератори, та які змішані з допомогою різних режимів накладення.

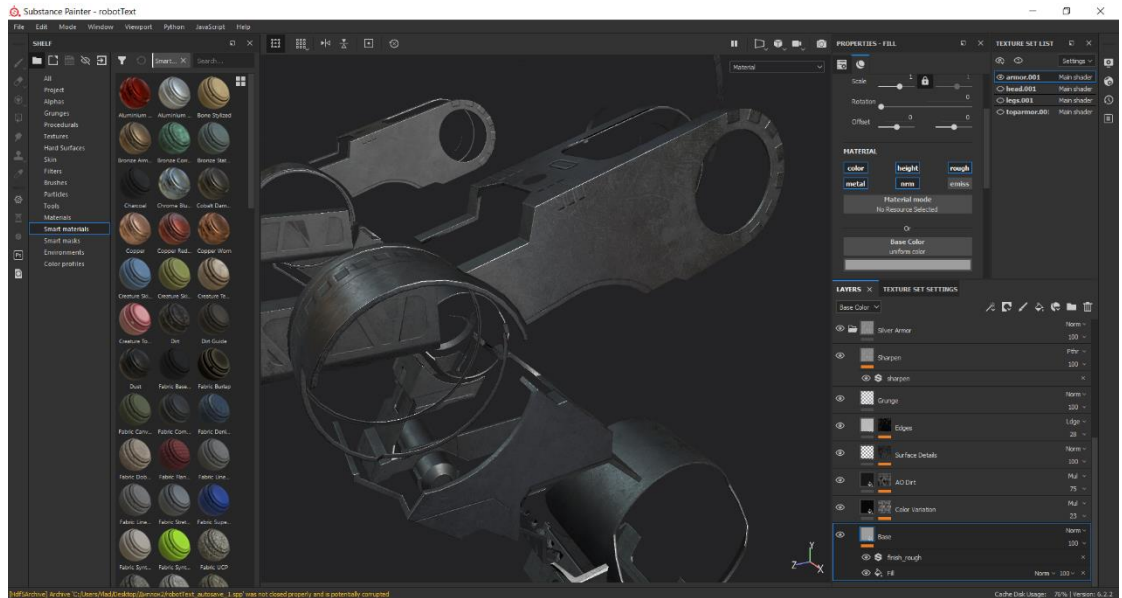


Рисунок 2.41 – Розумний матеріал

Розумні матеріали також можна доповнювати, або створювати власні додаючи нові шари матеріалів. Для текстурування всіх наборів текстур моделі було обрано наступні шари: метал, покриття, пил, бруд, пошкодження, тверді поверхні, емісія. З використанням цих шарів, модель набуває реалістичного вигляду.

Пил, бруд та пошкодження створюються з допомогою описаних раніше фільтрів та генераторів. Тверді поверхні - це ще один інструмент Substance Painter, який дозволяє домогтися ефекту подібного до запікання текстур з високополігональної моделі. Для їх створення необхідно додати новий шар і викнути всі канали крім Normal, і вибравши потрібну деталь нанести її на область моделі чи UV-мапу. Таким чином, на текстуру можна додати болти та

гайки, які будуть фізично коректно відображати світло і здаватися, ніби вони є елементами геометрії. Тверді поверхні можна побачити на рисунку 2.42.

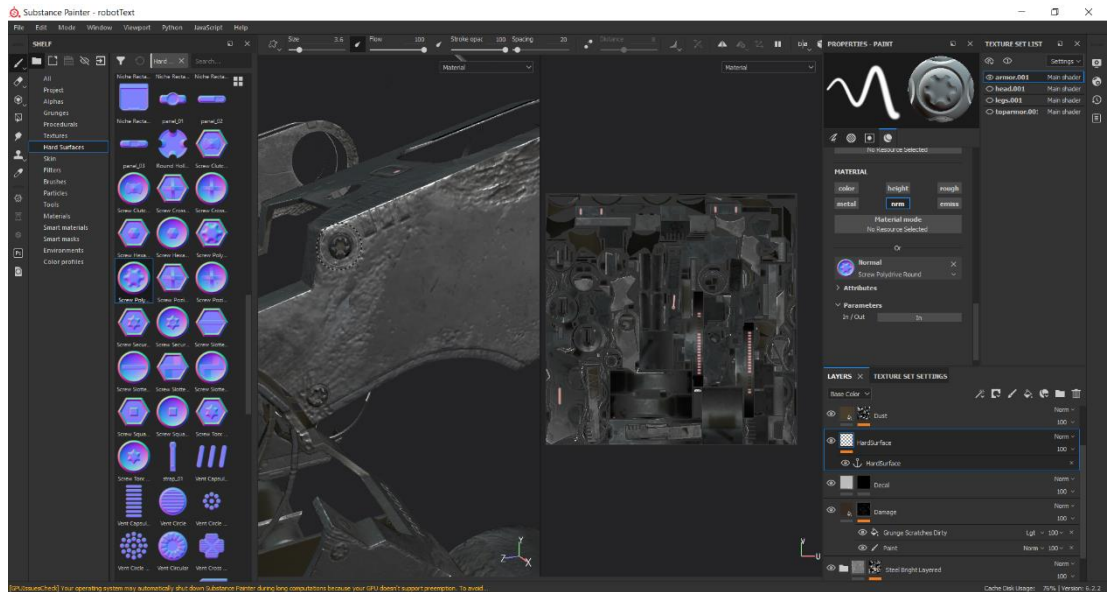


Рисунок 2.42 – Тверді поверхні на моделі та UV-мапі, їх приклади

Емісія – це шар на моделі, який випромінює світло. Для того щоб її додати, на відміну від інших каналів, необхідно додати канал емісії перейшовши в меню Texture Set Settings – Channels. Після цього канал з’явиться в списку. Тепер можна створювати новий шар, в якому треба вимкнути всі шари крім емісії, та подібно як і для будь-якого іншого шару додати чорну маску, та за допомогою інструмента Polygon Fill вибрати полігони які треба залити даним матеріалом, як видно на рисунку 2.43.

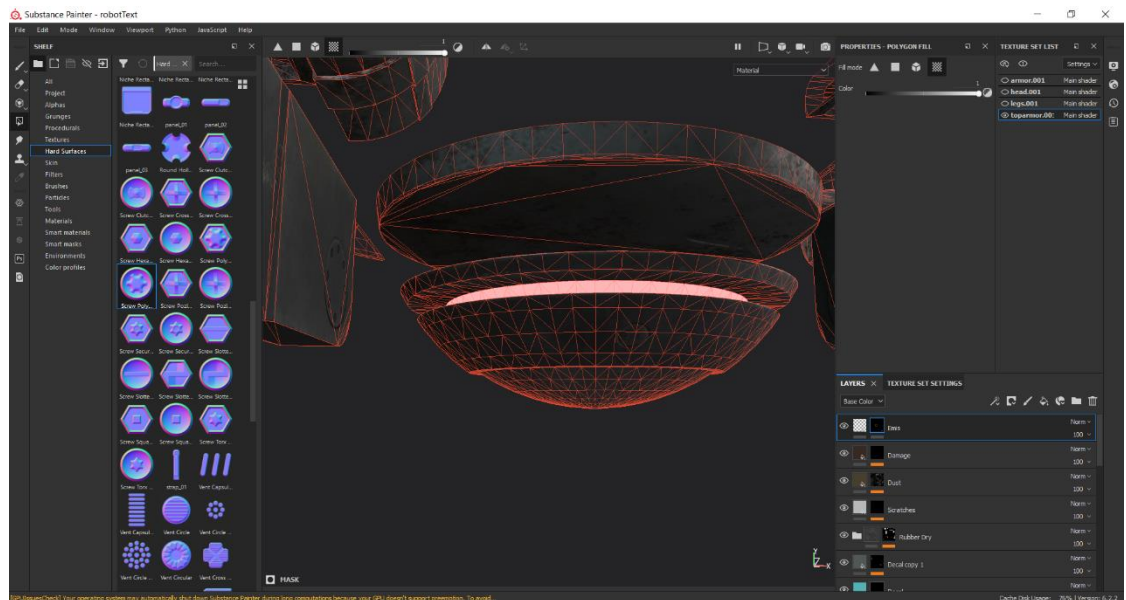


Рисунок 2.43 – Полігони залиті матеріалом емісії

Крім наведеного вище інструменту для малювання текстури можна використовувати також різні вбудовані кисті. Подібні дії необхідно виконати з всіма іншими текстурними наборами. Результат зображено на рисунку 2.44.

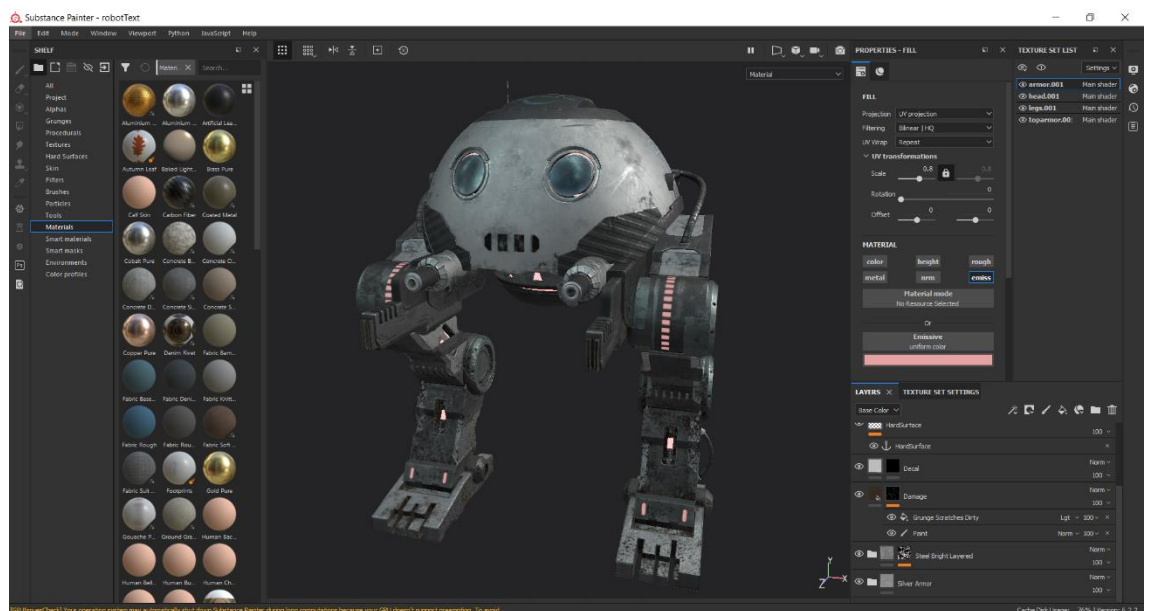


Рисунок 2.44 – Результат текстурювання

Для нанесення зображення на текстуру необхідно завантажити потрібне зображення в Substance Painter, створити новий шар та перетягнути

зображення в Base Color. Після цього змінити параметр UV Wrap на None, та розмістити його в потрібному місці на UV-розгортці, як показано на рисунку 2.45.

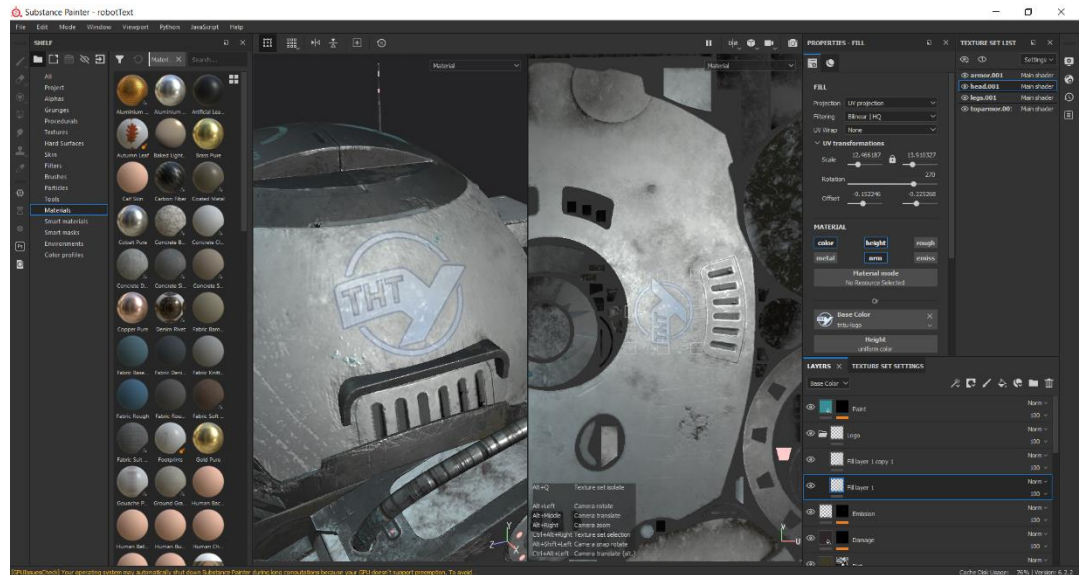


Рисунок 2.45 – Розміщення зображення на текстурі

Коли текстури будуть готові їх потрібно імпортувати для подальшого використання в інших програмах. Для цього треба натиснути File – Export Textures та вибрати папку в яку будуть імпортовані текстури. Фінальну візуалізацію моделі разом з текстурами можна побачити в Додатку А.

2.8 Імпортування моделі в Unity Asset Store

Для завантаження моделі в Unity Asset Store, треба перейти на сторінку Asset Store Publisher, та в разі відсутності створити новий обліковий запис. Після цього створюємо новий пакет, як показано на рисунку 2.46. В вікні що з'явиться необхідно ввести назву, категорію та іншу інформацію про модель. Після цього треба імпортувати модель зі всіма текстурами. Модель має пройти перевірку, та після цього буде доступною для завантаження всім користувачам.

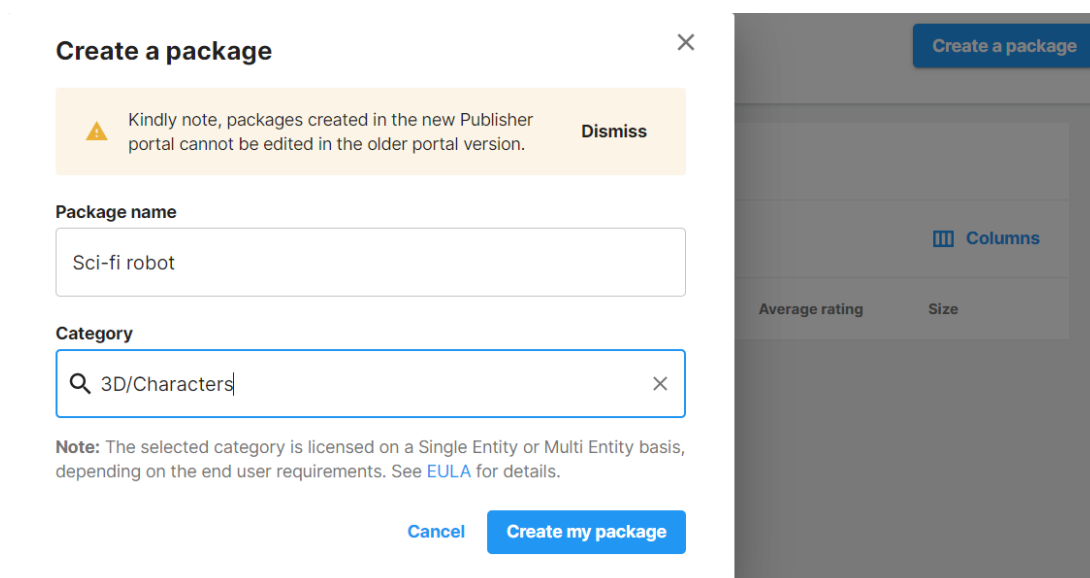


Рисунок 2.46 – Створення нового пакета

2.9 Висновок до другого розділу

В другому розділі роботи було описані основні етапи створення 3D моделі, а саме: створення високополігональної та низькополігональної моделей, UV-розгортка, запікання карт і створення текстур. Після цього модель була завантажена до Unity Asset Store.

РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Підбирання оптимальних параметрів мікроклімату на робочих місцях

Протягом робочого дня працівники знаходячись у виробничому приміщенні, здійснюючи свою трудову діяльність піддаються впливу мікроклімату робочої зони, тобто умовам внутрішнього середовища приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) випромінювання.

Для робочої зони виробничих приміщень встановлюються оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови з урахуванням важкості виконуваної роботи та періоду року.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції.

В залежності від пори року та категорії робіт показники мікроклімату коливаються в таких межах: температура повітря – в холодну пору року – від 16⁰С до 24⁰С, в теплу пору року від 18⁰С до 25⁰С, відносна вологість – від 40 до 60 відсотків, незалежно від пори року та категорії робіт. Швидкість руху повітря – в холодну пору року від 0,1 до 0,3 м/с; в теплу пору року від 0,2 до 0,4 м/с.

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля), технологічного обладнання, зовнішніх поверхонь технологічного

устаткування, огорожуючих конструкцій не повинна виходити більш ніж на 2 градуси за межі оптимальних величин температури повітря для даної категорії робіт.

3.2 Вимоги до виробничого освітлення та його нормування

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути: природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу; штучним, що створюється електричними джерелами світла, та суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно - або двостороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє - через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване - поєднання верхнього та бокового освітлення.

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим. Загальним називають освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з урахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення).

Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний в процесі роботи напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

Для створення сприятливих умов для здорової роботи, які б запобігали швидкій втомлюваності очей, виникненню професійних захворювань,

нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення повинно відповідати наступним вимогам:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частоті переадаптації органів зору;
- не створювати засліплювальної дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- не створювати на робочій поверхні різних та глибоких тіней (особливо рухомих);
- повинен бути достатній для розрізнення деталей контраст поверхонь, що освітлюються;
- не створювати небезпечних та шкідливих виробничих чинників (шум, теплові випромінювання, небезпека уражений струмом, пожежо- та вибухонебезпека світильників):
- повинно бути надійним і простим у експлуатації, економічним та естетичним.

3.3 Психофізіологічне розвантаження для працівників

При проведенні сеансів психофізіологічного розвантаження рекомендується використовувати деякі елементи методу аутогенного тренування, який ґрунтується на свідомому застосуванні комплексу взаємопов'язаних прийомів психічної саморегуляції й виконанні нескладних фізичних вправ з словесним самонавіюванням. Головна увага при цьому приділяється набуванню й закріпленню навичок м'язевого розслаблення (релаксації).

У рекомендованому сеансі, який має проводитися в кімнаті психофізіологічного розвантаження з відповідним інтер'єром та кольоровим оформленням, відділяються три періоди, що відповідають фазам відновлювального процесу.

Перший період - абстрагування працівників від виробничої обстановки відповідає фазі залишкового збудження. Лунають повільна мелодійна музика, пташиний спів. Обравши зручну позу, працівники адаптуються і психологічно готуються до наступних періодів.

Другий - заспокоєння - відповідає фазі відновлювального гальмування. Пропонується показ фотослайдів із зображеннями квітучого луку, березового гаю, гладенької поверхні ставка тощо. Через навушники транслюється спокійна музика, а на її фоні негучно, повільно висловлюються заспокійливі формули аутогенного тренування.

Як функціональне освітлення застосовують зелене світло. Яскравість світла має поступово знижуватись протягом періоду, а наприкінці його світло вимикається зовсім на одну - дві хвилини. Екран теж гасне.

Третій період - активізація - відповідає фазі підвищеної збудженості. На початку періоду світло вимкнене, через певний час на екрані з'являється червона пряма, розміри і яскравість якої поступово збільшуються.

Наприкінці періоду лунає бадьора музика. Вимовляються тричі мобілізуючі формули аутогенного тренування, яким мають передувати глибоке вдихання та довге глибоке видихання.

3.4 Висновок до третього розділу

Безпека життєдіяльності та охорона праці відіграють важливу роль для кожного працівника та роботодавця, бо вони забезпечують кожному працівнику комфортні і безпечні умови праці в разі їх дотримання.

ВИСНОВКИ

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр»: розглянуті програмні засоби Blender, та Substance Painter, які використовувались для виконання практичної частини роботи, описані основні елементи їхніх інтерфейсів.

В другому розділі кваліфікаційної роботи було розглянуто етапи створення та розроблено 3D модель, накладено матеріали, проведено UV-розгортку моделі, та розроблено набір текстур. Кількість полігонів низькополігональної моделі склала 49497, що є задовільним результатом. Текстури для моделі було створено в Substance Painter. Набір текстур містить в собі: Base Color, Metallic, Roughness, Emissive, Normal, та Height карти. Модель, разом з текстурами готові до використання в будь якому 3D редакторі або ігровому рушії. Після створення, модель була завантажена до Unity Asset Store, та є доступною для використання.

У розділі «Безпека життєдіяльності, основи хорони праці» - висвітлено вимоги для виробничого освітлення та описано його нормування, описані оптимальні умови мікроклімату на робочих місцях працівників, та як правильно їх підібрати. Також, розповідається про проведення сеансів психофізіологічного розвантаження для працівників.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1. Опис Blender. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу : <https://uk.wikipedia.org/wiki/Blender>
2. Substance Painter. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.substance3d.com/products/substance-painter/>
3. Blender офіційна сторінка. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.blender.org>
4. Модифікатори Blender. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://blender3d.com.ua/tag/modifiers/>
5. Етапи розробки 3D моделі. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.school-xyz.com/kak_delayutsya_modeli_dlya_aaa_igr_polny_j_gajd_po_aaa_pajplajnu
6. Топологія. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу : <https://blender3d.com.ua/rukovodstva-po-topologii/>
7. Матеріали в Blender. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.school-xyz.com/rabota-s-materialami-v-blender>
8. UV - розгортка. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://render.ru/ru/XYZ/post/16838>
9. UV - розгортка. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/UV_mapping
10. Карти нормалі. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Normal_mapping
11. Процедурні матеріали. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://academy.substance3d.com/courses/the-pbr-guide-part-1>
12. Процедурні матеріали. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://academy.substance3d.com/courses/the-pbr-guide-part-2>

13. Розумні матеріали. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.substance3d.com/spdoc/smart-materials-and-masks-109609006.html>

14. Робота з матеріалами. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.substance3d.com/spdoc/unity-5-130842630.html>

15. Імпорт в Unity Asset Store. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://unity3d.com/ru/quick-guide-to-unity-asset-store>

16. Мікроклімат виробничої зони. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://dspif.gov.ua/news/239-mkroklmat-virobnichoyi-zoni.html>

17. Вимоги виробничого освітлення. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://pidru4niki.com/1754011438285/bzhd/osnovni_vimogi_virobnichogo_osvitlennya

18. Психофізіологічне розвантаження. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/2430071/page:9/>

ДОДАТКИ

Фінальна візуалізація моделі

