

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК
СЕКЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЕКТУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Візуалізація 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки»

за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»,
освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

Виконавець роботи: студент групи ІТ-72-8 Семенчук Юрій Володимирович

**Кваліфікаційну роботу бакалавра
захищено на засіданні ЕК
з оцінкою**

_____ «__» _____ 2021 р.

Науковий керівник

(підпис)

к.т.н., Антипенко В.П.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Голова комісії

(підпис)

Шифрін Д. М.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

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

Студент _____
(підпис)

Суми-2021

Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук
Секція інформаційних технологій проектування
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. секцією ІТП

_____ В. В. Шендрик

«__» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Семенчук Юрій Володимирович

1 Тема проекту Візуалізація 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки

керівник роботи Антипенко Вікторія Петрівна ,к.т.н. _____,

затверджені наказом по університету від «14» квітня 2021 р. №0181-VI

2 Строк подання студентом роботи «7» червня 2021 р.

3 Вхідні дані до роботи технічне завдання на розробку 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити) Аналіз предметної області, моделювання та проектування, розробка 3D моделі пристрою для нанесення дорожньої розмітки, висновки

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Актуальність розробки, мета роботи, порівняння 3D моделей, засоби реалізації, етапи розробки, демонстрація 3d моделі, відео анімації

6. Консультанти випускної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 01.10.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Визначення мети проекту	Пн18.01.21 - Пн18.01.21	
2	Пошук та аналіз аналогів	Вт19.01.21- Ср20.01.21	
3	Визначення та аналіз вимог	Чт 21.01.21 -Пт 22.01.21	
4	WBS структура	Пн 25.01.21 -Пн 25.01.21	
5	OBS структура	Вт 26.01.21-Ср 27.01.21	
6	Створення календарного плану	Чт 28.01.21-Пт 29.01.21	
7	Матриця відповідності	Пн 01.02.21-Пн 01.02.21	
8	Управління ресурсами	Вт 02.02.21-Ср 03.02.21	
9	Управління ризиками	Чт 04.02.21-Пт 05.02.21	
10	Модель пристрою	Пн 08.02.21-Чт 25.02.21	
11	Модель ділянки	Пт 26.02.21-Ср 17.03.21	
12	Налаштування матеріалів	Чт 18.03.21-Ср 24.03.21	
13	Налаштування камери	Чт 25.03.21-Вт 30.03.21	
14	Розробка документації	Ср 31.03.21-Вт 11.05.21	
15	Візуалізація	Ср 12.05.21-Ср 19.05.21	

Студент

(підпис)

Семенчук Ю.В.

Керівник роботи

(підпис)

к.т.н., Антипенко В.П.

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра «Візуалізація 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки».

Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновку, списку літератури та додатків.

Пояснювальна записка містить 66 сторінок, 72 рисунка, 6 таблиць, 2 додатка, 20 джерел.

У першому розділі розглянуто актуальність 3D моделювання, виконано огляд аналогів, визначено мету, задачі та методи дослідження, вибрано засоби реалізації.

У другому розділі представлено структурно-функціональне моделювання візуалізації 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки.

Третій розділ присвячений проектуванню 3D моделі, її текстуруванню встановленню камер, створенню анімації і візуалізації сцени.

Результатом кваліфікаційної роботи бакалавра є візуалізація 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки.

Ключові слова: 3D МОДЕЛЬ, CORONA RENDERER, 3DS MAX, ВІЗУАЛІЗАЦІЯ, РЕНДЕРИНГ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	7
1.1 Актуальність 3D моделювання.....	7
1.2 Огляд аналогів	7
1.3 Постановка задачі.....	10
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ.....	16
2.1 Структурно-функціональне моделювання візуалізації 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки.....	16
2.2 Моделювання варіантів використання 3D моделі пристрою	18
3 РОЗРОБКА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ 3D МОДЕЛІ ПРИСТРОЮ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ДОРОЖНЬОЇ РОЗМІТКИ	20
3.1 Проектування 3d моделі	20
3.2 Текстурування 3D моделі	29
3.3 Встановлення камер	39
3.4 Створення анімації	42
3.5 Візуалізація сцени	47
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53
ДОДАТОК А.....	55
ДОДАТОК Б.....	59

ВСТУП

На даному етапі життя неможливо уявити будь-яку важливу сферу діяльності без використання сучасної об'ємної графіки.

Завдяки 3D моделюванню не потрібно створювати макета. Дана перевага є досить великою. Коли застосовуємо звичайні ескізи, то доводиться виготовляти пробну 3D-модель для того, щоб наочно дослідити всі особливості проекту. Використання тривимірної графіки набагато спрощує даний процес. Можливості 3D-моделювання дозволяють оглянути кожен деталь із потрібного ракурсу, як виглядатиме в реальності. Усі помилки можна виправити до випуску першого пробного зразка. Дана функція дозволяє досягти великої економії часу та зменшити кількість ресурсів на розробку необхідного об'єкту.

3D-моделювання дозволяє використовувати всі потрібні фони. Дає можливість поєднувати різні зображення, отримуючи максимально подібну до реальності картинку. Деколи тривимірні об'єкти вбудовуються в реальний фон.

3D-моделювання – це розробка будь-якої тривимірної моделі об'єкта за допомогою програмного забезпечення, яке слугує для даної задачі. 3D-модель – це продукт моделювання. Дана модель може бути відображена за допомогою процесу рендерингу, яке створить двовимірне зображення.

Тому, метою дипломної роботи є створення візуалізації 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:

- провести аналіз предметної області та визначити актуальність;
- вибрати програмне забезпечення для реалізації проекту та методи моделювання;
- створити текстури, налаштувати їх та застосувати до розробленої 3D моделі;
- провести візуалізацію створеної 3D моделі.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Актуальність 3D моделювання

Правильна дорожня розмітка – один із найважливіших факторів дорожньої безпеки. Однак її нанесення є досить нелегким завданням, якщо, звичайно, це не виконує робот, створений спеціально для даної мети. На сьогодні актуальним є задача автоматизувати даний процес і не виконувати його вручну, щоб уникнути криву або нечітку розмітку на дорогах. А, отже, оптимальним рішенням є використання робототехніки для цього.

Незамінним для презентації майбутнього виробу є тривимірна графіка. Першим пунктом для початку виробництва необхідно намалювати, а потім створити 3D-модель об'єкту [1]. Тому, використовувати тривимірну графіку є важливим і головним пріоритетом для розробки пристрою, який буде використовуватися для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки. Створення 3D-моделі є необхідною умовою для реалізації цього проекту. Потім уже за допомогою технологій швидкого прототипування (3D-друк, фрезерування, лиття силіконових форм та інш.) складається реалістичний прототип майбутнього пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки.

1.2 Огляд аналогів

Перед тим, як починати розробляти 3D модель пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки було розглянуто та проаналізовано аналоги даного проекту.

Першим аналогом є 3D модель Road Line Marking Machine Rigged, яку представлено на рисунках 1.1-1.3.

Дана модель є високо-полігональною та має велику деталізацію пристрою. Вона має повністю текстурований, детальний дизайн, що дозволяє робити візуалізації крупним планом та має освітлення. Представлена модель була змодельована в середовищі 3ds Max 2014 і відтворена за допомогою V-Ray [2].



Рисунок 1.1 – Road Line Marking Machine Rigged



Рисунок 1.2 – Road Line Marking Machine Rigged вигляд з боку

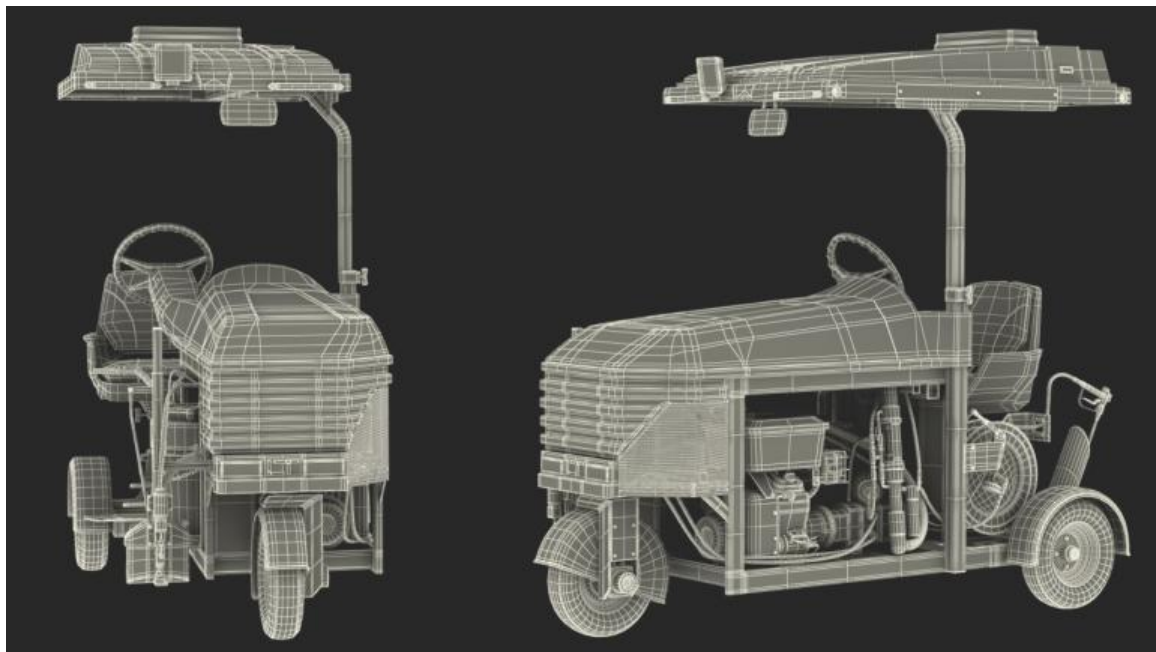


Рисунок 1.3 – Road Line Marking Machine Rigged режим полігонів

Наступним аналогом є модель робота Road Printer [3], яка зображена на рисунку 1.4.

Дана модель є менш полігональною від попередньої, але також має якісно налаштований матеріал та освітлення. Вона була змодельована в 3ds Max та відтворена за допомогою V-Ray.

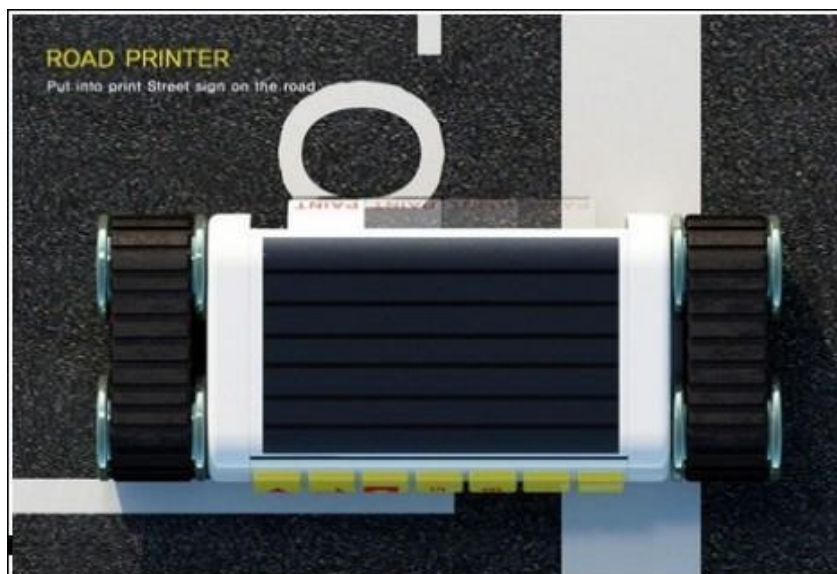


Рисунок 1.4 – Модель Road Printer

Отже, проаналізувавши представлені аналоги 3D моделі пристрою для нанесення розмітки, можна скласти актуальність даних моделей. Завдяки 3D моделям можливо детально розглянути дані пристрої та зрозуміти як вони будуть виглядати в реальності. Серед плюсів у другій моделі якісно змодельовані гумова гусениця, завдяки якій у майбутньому буде рухатися пристрій, та сонячна батарея, яка дає змогу заряджатися від сонячних променів. Серед мінусів можна виділити те, що сам пристрій нанесення фарби змодельований не високо-полігональним який знаходиться знизу моделі. Перша модель не має таких мінусів як у другій тому, що вся модель є високо-полігональною, тобто має велику якість всіх деталей моделі. Тому взявши до уваги виявлений недолік, було вирішено подолати його при реалізації даного проекту.

1.3 Постановка задачі

1.3.1 Мета та задачі дослідження.

Метою даної роботи є створення візуалізації 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

- провести аналіз предметної області та визначити актуальність застосування візуалізації;
- вибрати програмне забезпечення для реалізації проекту та методи моделювання;
- створити текстури, налаштувати їх та застосувати до розробленої 3D моделі;
- провести візуалізацію створеної 3D моделі та створити відео руху пристрою за допомогою вибраного програмного продукту.

Кінцевий продукт даного проекту повинен представляти собою 3D модель, яка правильно функціонує з реалістичним матеріалом [4].

1.3.2 Методи дослідження.

3Ds Max пропонує наступні типи проектування тривимірних об'єктів [5]:

– полігональне моделювання – це найрозповсюдженіший вид 3D-моделювання, який зустрічається у багатьох пакетах тривимірної графіки та може використовуватися для розробки моделей різної складності. Приклад полігонального моделювання зображений на рисунку 1.5;

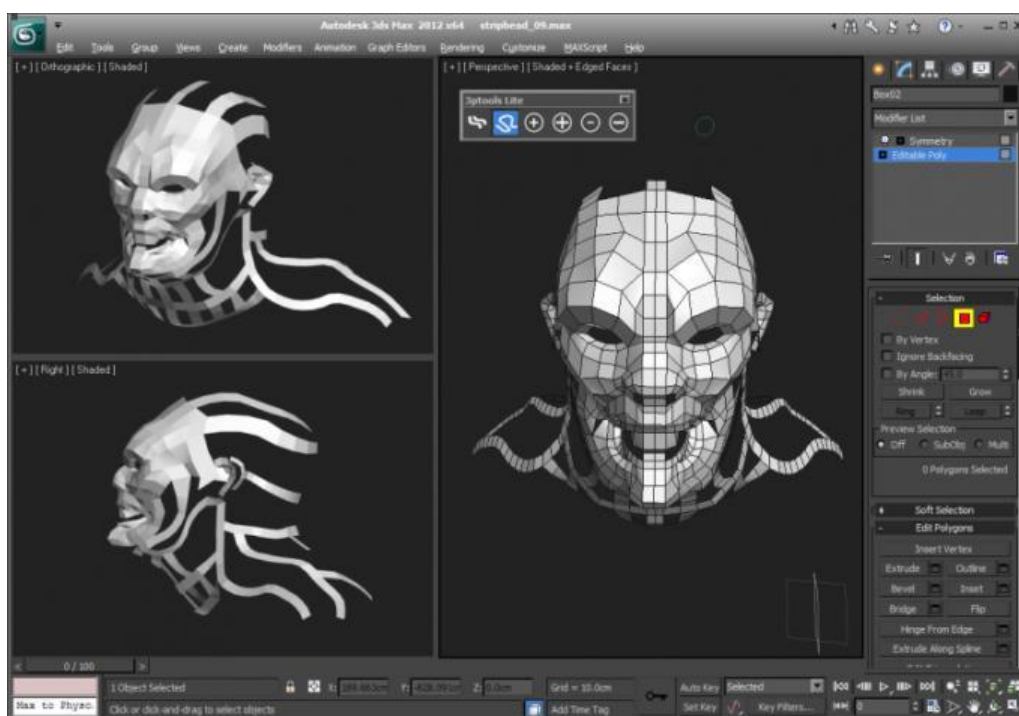


Рисунок 1.5 – Приклад полігонального моделювання

– моделювання на основі примітивів; 3Ds Max містить вбудовану бібліотеку стандартних об'єктів, так званих примітивів. У багатьох випадках створення моделей починається саме з них, адже до таких примітивів застосовні різноманітні модифікатори. Приклад моделювання на основі примітивів зображений на рисунку 1.6;

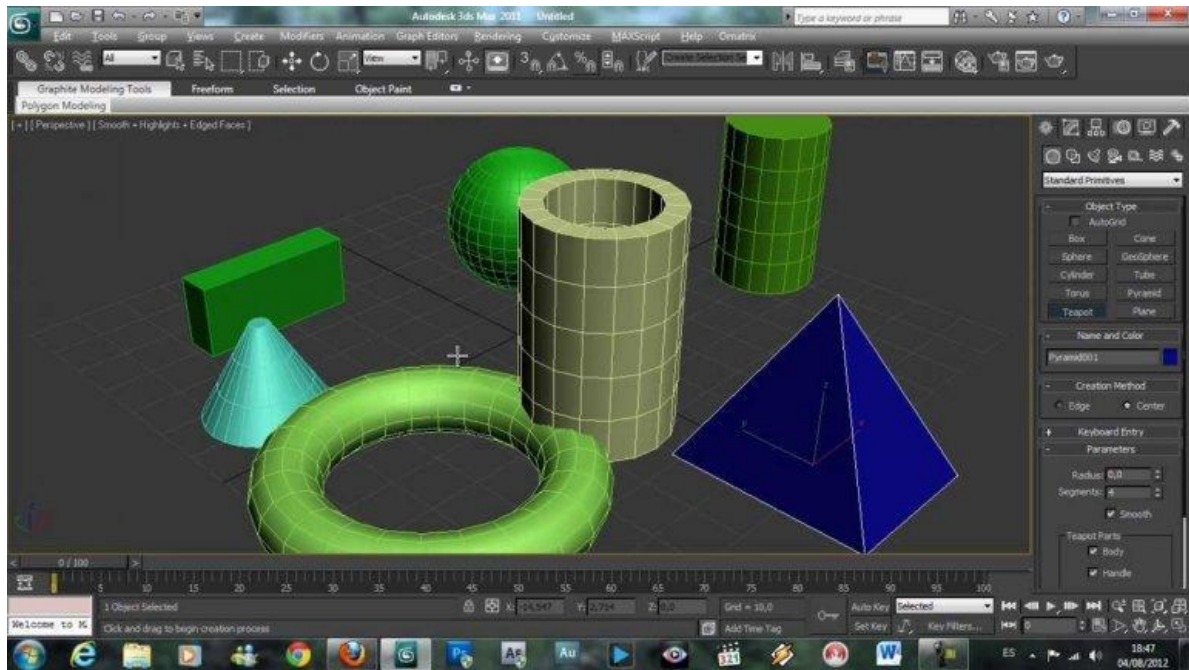


Рисунок 1.6 – Приклад моделювання на основі примітивів

– на основі сплайнів є також один з базових способів моделювання. Він полягає в побудові каркаса виробу з тривимірних кривих (сплайнів). На його основі генерується сам 3D-об'єкт. Приклад моделювання на основі сплайнів зображений на рисунку 1.7;

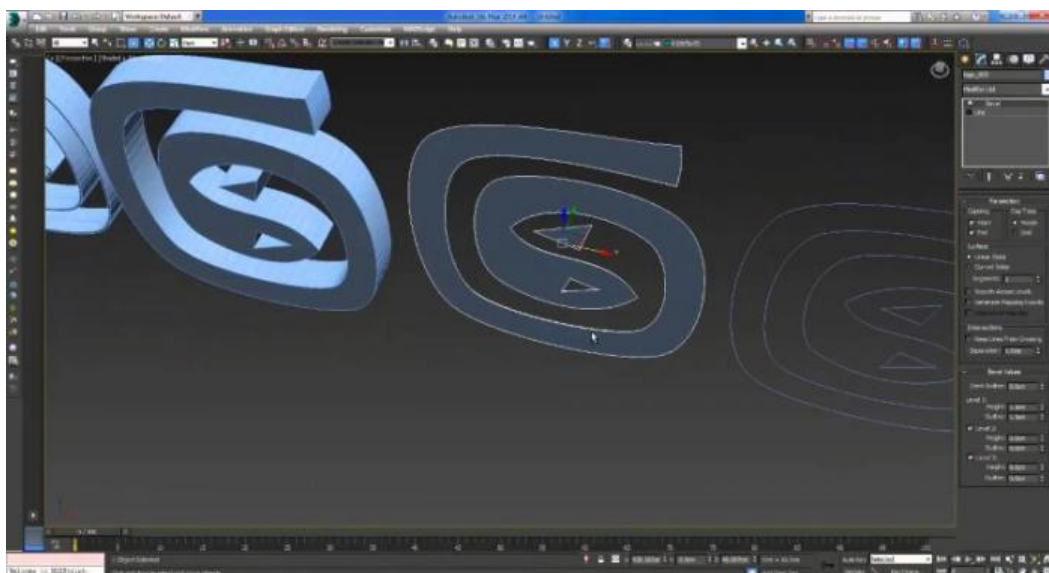


Рисунок 1.7 – Приклад моделювання на основі сплайнів

– на основі NURBS-кривих. NURBS, або неоднорідний раціональний В-сплайн є особливу технологію розробки 3D-моделей. Ідеальний варіант для моделювання органіки й об'єктів, які мають гладку поверхню. Приклад моделювання на основі NURBS-кривих зображений на рисунку 1.8;

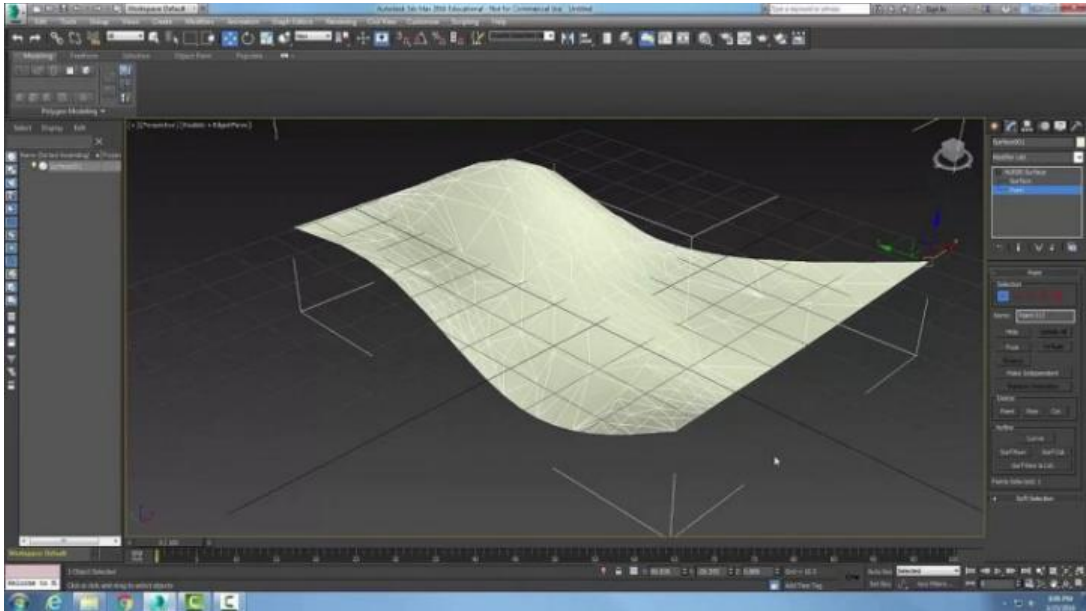


Рисунок 1.8 – Приклад моделювання на основі NURBS-кривих

– на основі поверхонь Без'є є особливим способом 3D моделювання. Найчастіше він застосовується до окремих частин 3D моделі, для яких створюється мережа контрольних точок. Із їх допомогою поверхню можна розтягувати в будь-якому напрямку. Приклад моделювання на основі поверхонь Без'є зображений на рисунку 1.9.

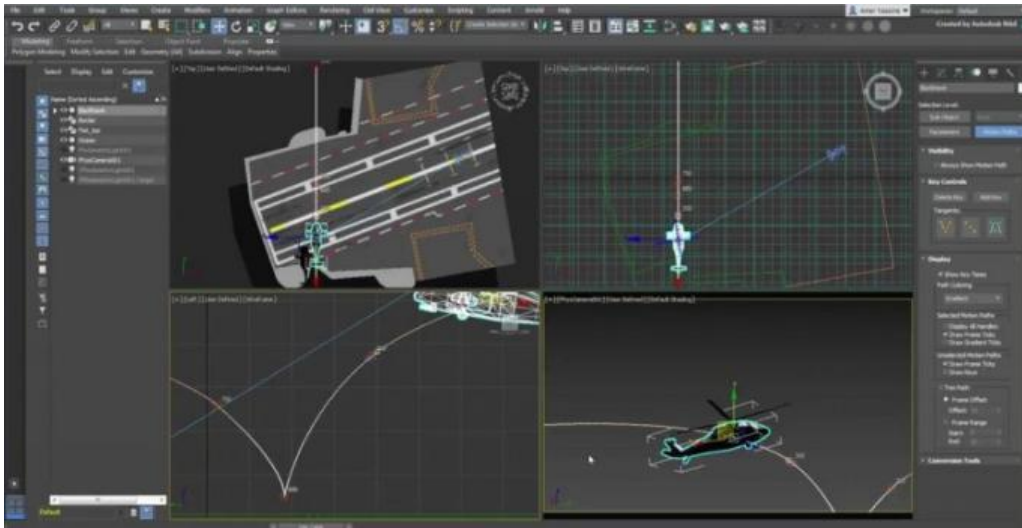


Рисунок 1.9 – Приклад моделювання на основі поверхонь Без'є

У результаті проведеного аналізу існуючих методів моделювання було прийнято рішення для реалізації даного проекту використовувати полігональне моделювання, моделювання на основі примітивів та на основі сплайнів, оскільки дані методи є найбільш розповсюдженими та зрозумілими у використанні та їх функціонал є достатнім для виконання поставленого завдання.

1.3.3 Вибір засобів реалізації.

3Ds Max – це програмне забезпечення для 3D-моделювання, анімації і рендеринга, головною метою створення даного ПЗ було для ігор і візуалізації дизайну.

3Ds Max використовують як і художники так і професіонали в області візуальних ефектів в кіно і телеіндустрії, а також розробники і дизайнери ігор для створення ігор віртуальної реальності. Програмне забезпечення є важливим для проектування будівель, створення інфраструктури, а також для розробки продуктів [6].

Дане програмне забезпечення (ПЗ) також має функції 3D-рендеринга, такі як можливість імітації реальних налаштувань камери. Крім того, він пропонує бібліотеку ресурсів, яка надає користувачам легкий пошук 3D-контенту. 3Ds Max

також містить функції для 3D моделювання, текстурування й створення ефектів. Завдяки цьому, користувачі зможуть розробляти й анімувати геометрію різними способами, а також застосовувати моделювання поверхонь і сіток.

Більшість рушіїв візуалізації можуть працювати тільки разом із програмами для моделювання. До таких вбудованих рушіїв відносяться V-Ray і Corona Renderer. Але є і рушії, які працюють окремо – наприклад, Octane Render.

Налаштування фізично коректного відображення об'єктів в Corona не вимагає додаткового часу – навіть світло в сцені для рендеринга можна виставити автоматично. Хоча ці параметри можна переналаштувати, велика ймовірність, що при внесенні змін до стандартні настройки візуалізація буде виглядати неприродно – програма обов'язково попередить про це.

Редактор матеріалів V-Ray має більш широкий спектр можливостей: процедурні карти й велика кількість гнучких налаштувань дозволяють візуалізувати будь-які матеріали та створити власні. Однак без досвіду роботи з настройками в V-Ray є ризик припуститися помилки та зіпсувати візуалізацію. Для досягнення фотореалістичності потрібно достатній досвід роботи в даній програмі [7].

У результаті було прийнято використовувати 3Ds Max, оскільки даний програмний продукт має достатній функціонал для реалізації поставленої мети та рушії візуалізації Corona Renderer, який повністю підходить для виконання поставлених задач і має безкоштовну пробну версію.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Структурно-функціональне моделювання візуалізації 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки

Функціональна модель слугує для того, щоб описати всі існуючі процеси.

Контекстна діаграма – це вершина деревної структури діаграм. Вона є найбільш загальним описом системи та взаємодіє з зовнішнім середовищем. Наступним етапом є її розбиття на крупні фрагменти. Цей процес має назву функціональна декомпозиція. Діаграми, які описують фрагменти і їх взаємодію, називаються діаграмами декомпозиції [8].

Методологія IDEF0 має велике визнання та застосування, завдяки простим графічним позначенням, необхідним для побудови моделі [9].

Основу методології IDEF0 складає графічна мова для опису бізнес-процесів. Модель у нотації IDEF0 – це набір ієрархічно впорядкованих та взаємопов'язаних діаграм. Кожна діаграма – це одиниця опису системи [10].

Контекстна діаграма зображується прямокутником з вхідними й вихідними величинами. Входи й виходи контекстної діаграми розподілені не по двох, а по чотирьох сторонах прямокутника.

Контекстна діаграма даного проекту була створена за допомогою сервісу Draw.io та зображена на рисунку 2.1



Рисунок 2.1 – Контекстна діаграма проекту

Описавши систему за допомогою IDEF0, отримаємо функціональну модель. Остання застосовується для опису всіх існуючих бізнес-процесів, в якому використовуються як природня, так і графічна мови. Для передачі інформації про конкретну систему джерелом графічної мови є методологія IDEF0.

Методологія IDEF0 забезпечує побудову ієрархічної системи діаграм, яка є одиничним описом фрагментів системи. Спочатку йде опис системи в цілому та її взаємодії із зовнішнім світом (контекстна діаграма). Потім проводиться функціональна декомпозиція, тобто система поділяється на підсистеми й кожна з них описується окремо (діаграми декомпозиції). Наступним є те, що кожна підсистема поділяється на менші й так до досягнення потрібного ступеня деталізації.

Кожна IDEF0-діаграма містить блоки та дуги. Блоками зображуються функції модельованої системи. Дуги пов'язують блоки між собою та відображають їх взаємодії та взаємозв'язки між ними.

Функціональні блоки на діаграмах представлені прямокутниками, які дають змогу зрозуміти зазначені процеси та функції або завдання, які відбуваються протягом певного періоду та мають розпізнавані результати.

На першому рівні діаграма декомпозиції створюється із:

- створення 3D моделі;
- візуалізація сцени.

Дана діаграма була створена за допомогою сервісу Draw.io та зображена на рисунку 2.2

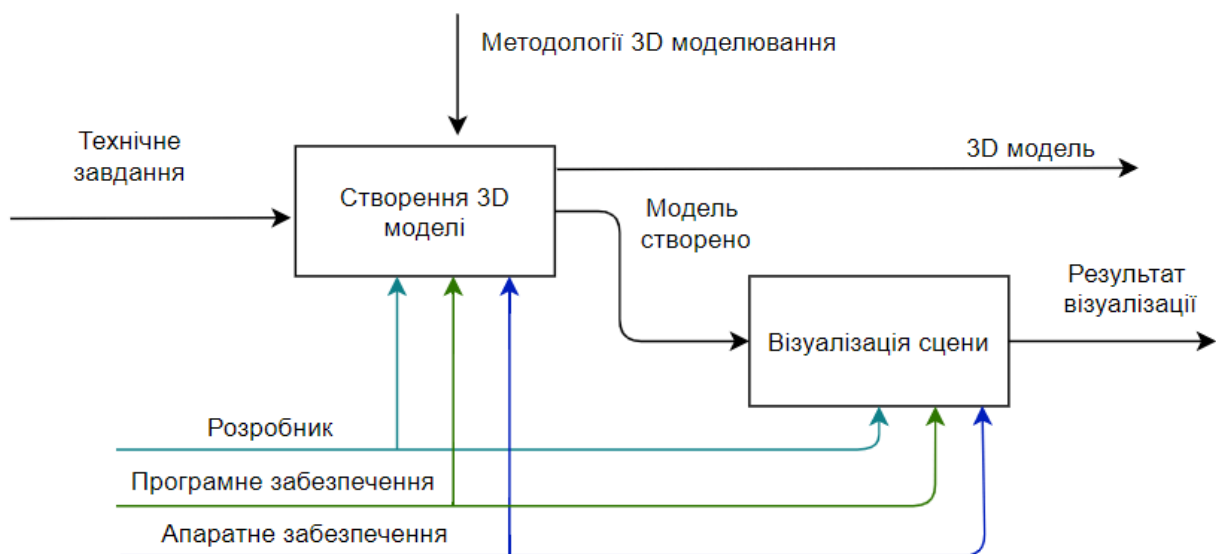


Рисунок 2.2 – Діаграма декомпозиції IDEF0

2.2 Моделювання варіантів використання 3D моделі пристрою

Діаграми варіантів використання (usecase diagrams) призначені для того, щоб відобразити сценарії використання системи (usecases) та користувачів цієї системи (actors), які використовують її функції [11].

Актори на даних діаграмах позначаються символом людини, а варіанти використання в діаграмі – еліпсом. Актори та варіанти використання (еліпси)

поєднуються односпрямованим об'єднанням (unidirectional association) – стрілкою, що має напрямлення від актора до варіанта використання.

Для даної розробки Акторами є наступні:

- Розробник;
- Замовник.

Діаграму було створено за допомогою сервісу Draw.io та зображено на рисунку 2.3

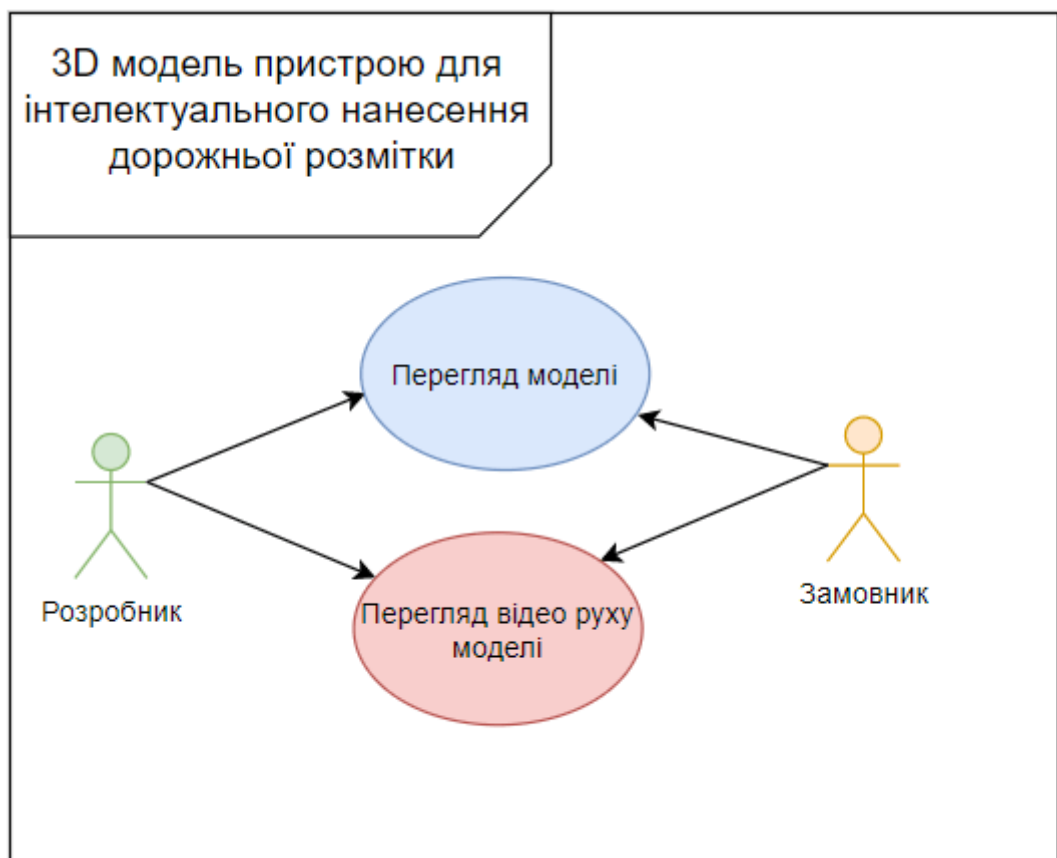


Рисунок 2.3 – USE Case Diagram

3 РОЗРОБКА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ 3D МОДЕЛІ ПРИСТРОЮ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ДОРОЖНЬОЇ РОЗМІТКИ

3.1 Проектування 3d моделі

Після обрання програмного забезпечення 3Ds Max, настав етап створення сцени.

Спочатку було створено колесо, основа яка складалася із двох циліндрів (рис. 3.1-3.3).

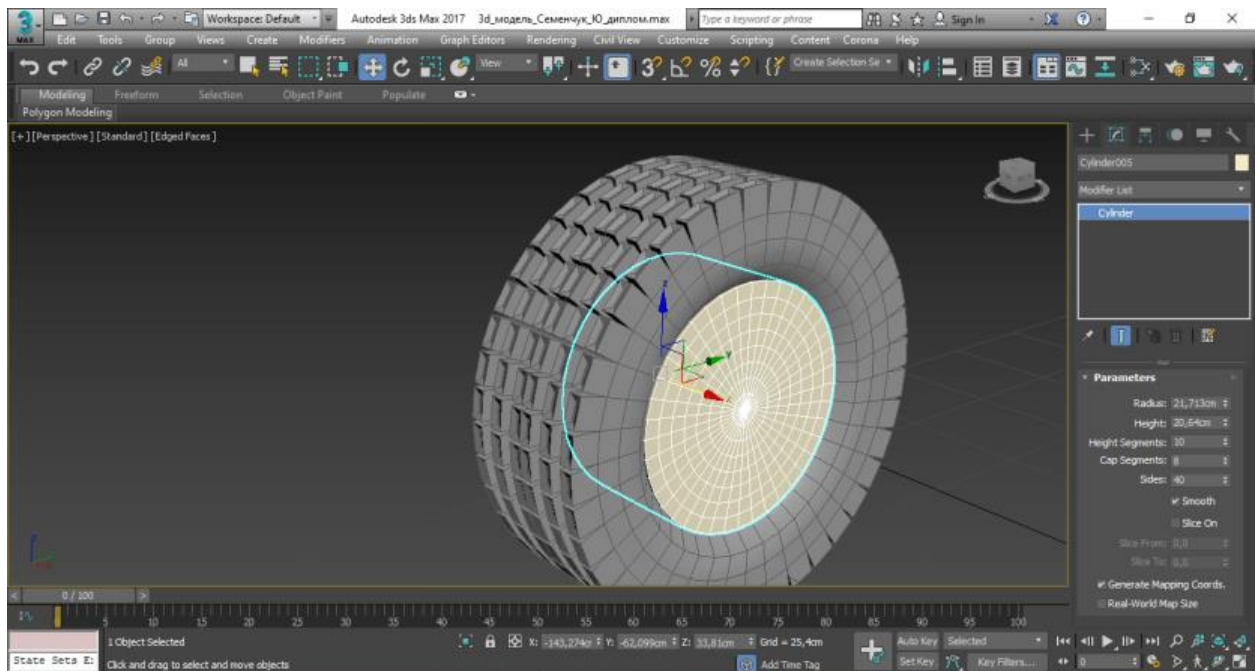


Рисунок 3.1 – Створення колеса. Початок

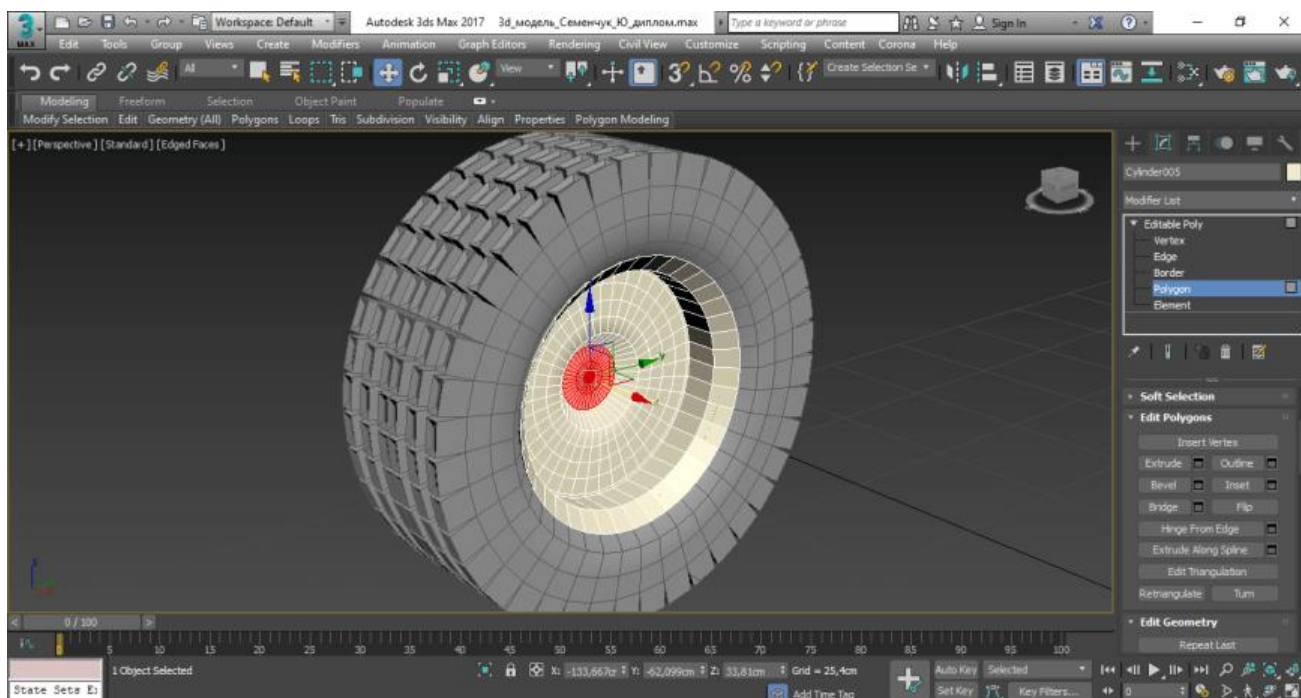


Рисунок 3.2 – Продовження моделювання колеса

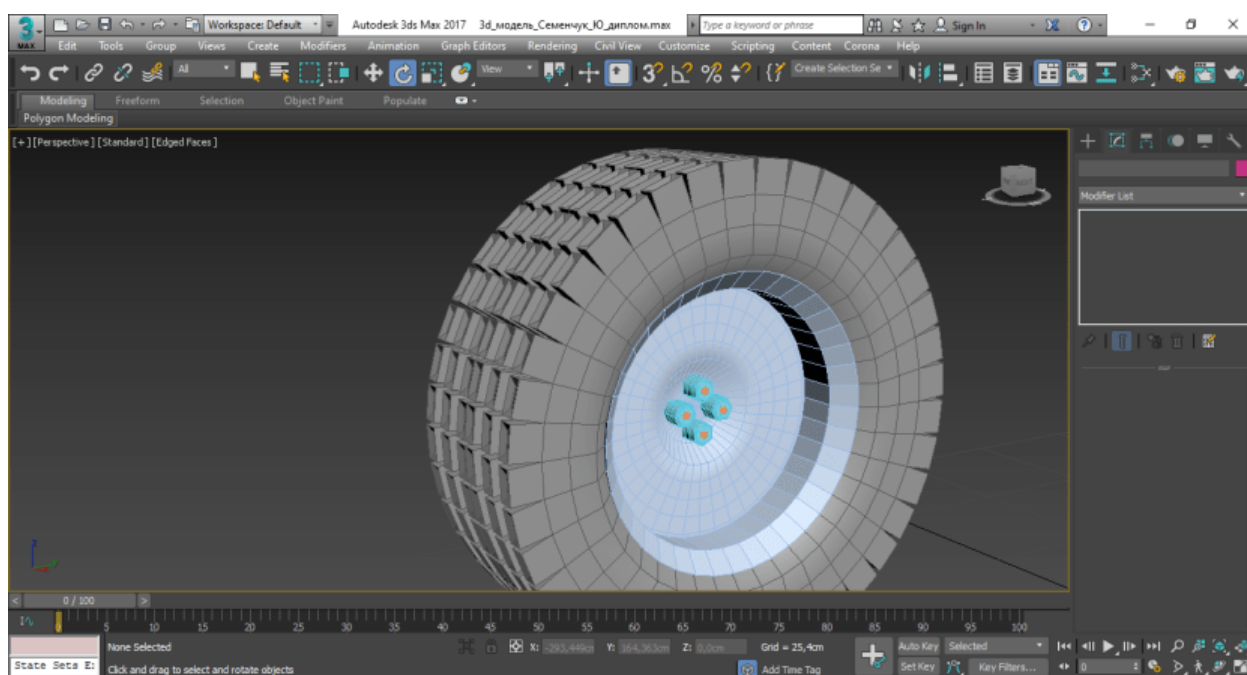


Рисунок 3.3 – Етап завершення моделювання колеса

Після цього дане колесо було скопійоване та розставлене у відповідному порядку, який показано на рисунку 3.4.

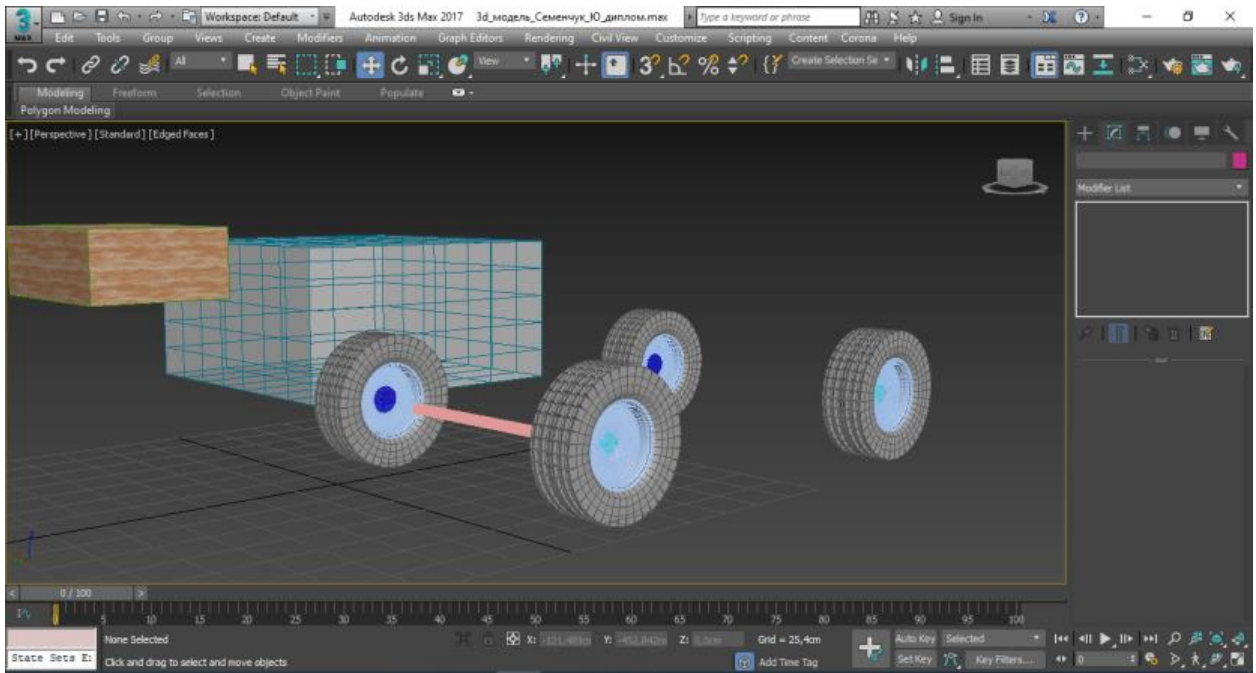


Рисунок 3.4 – Копіювання коліс

Після розстановки коліс була сформована рама, привод до коліс та передній розпилювач фарби (рис. 3.5).

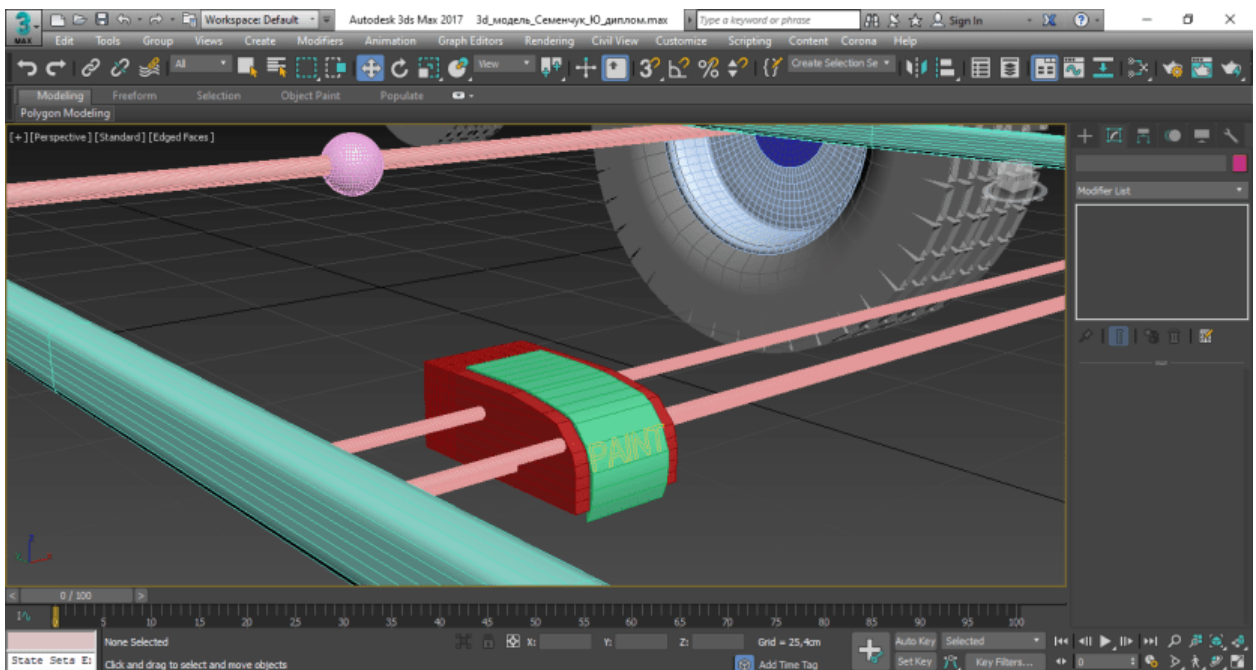


Рисунок 3.5 – Створення рами та переднього розпилювача фарби

Наступним етапом було створення амортизаторів, батареї та електродвигунів, зображених на рисунках 3.6-3.7.

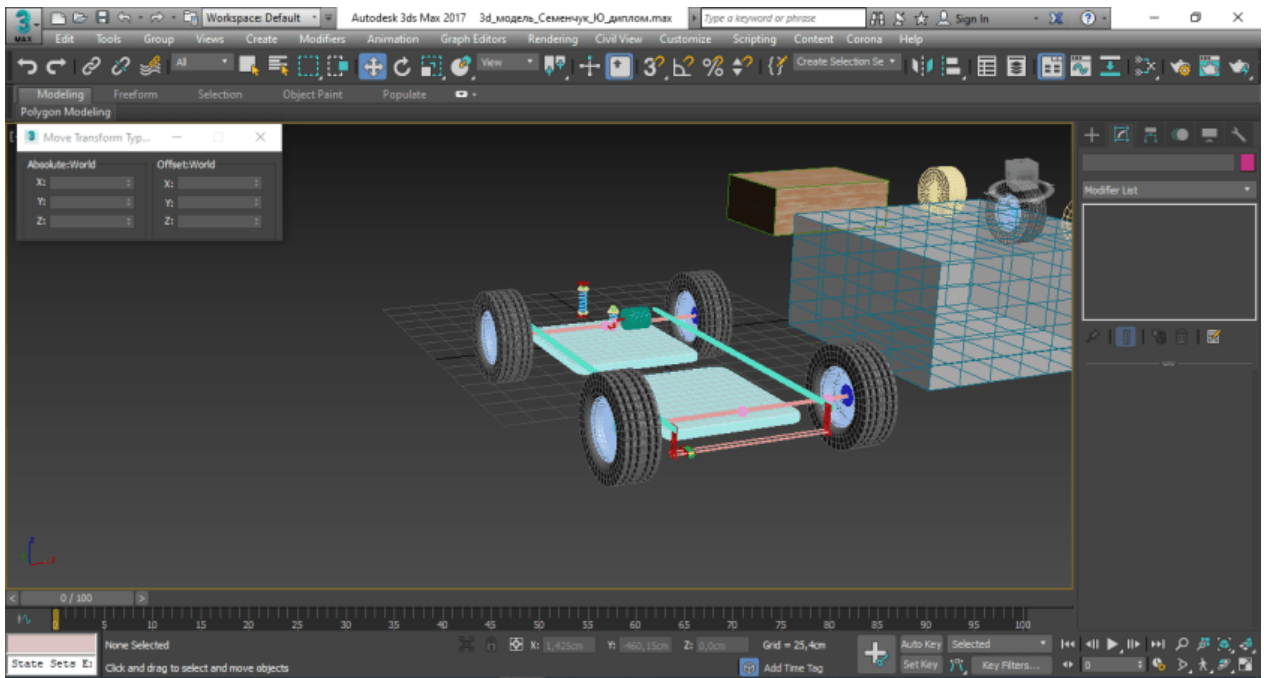


Рисунок 3.6 – Створення батареї

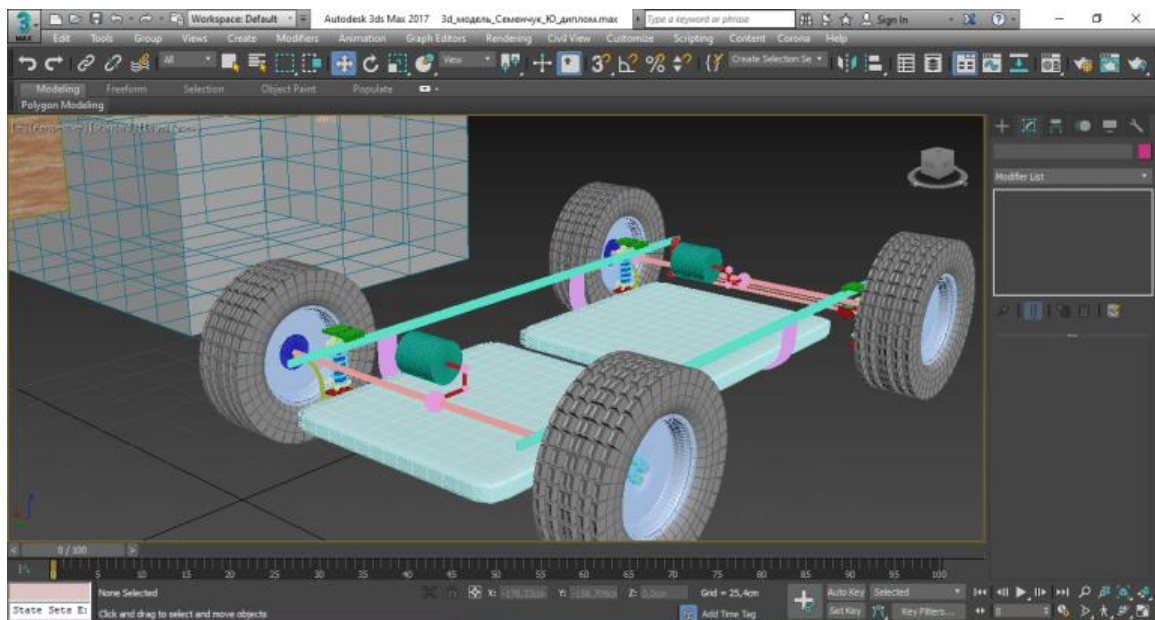


Рисунок 3.7 – Створення амортизаторів та електродвигунів

Потім було створено сонячні панелі, які представлені на рисунках 3.8-3.9.

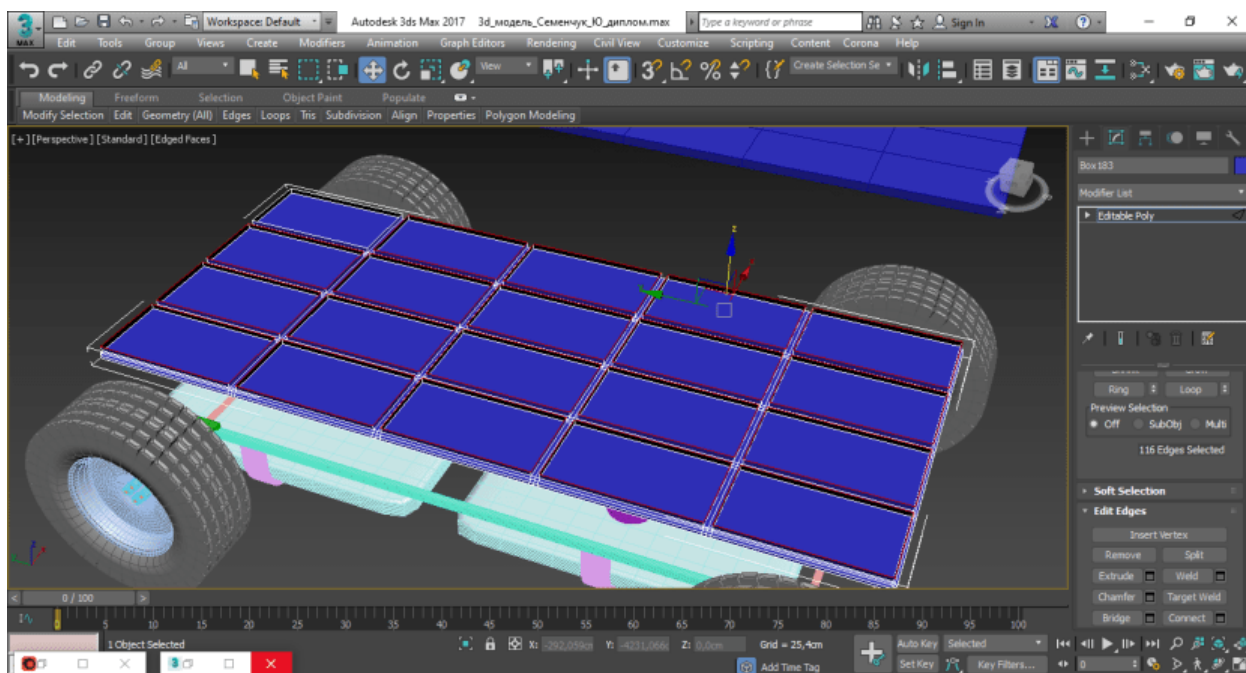


Рисунок 3.8 – Початок створення сонячної панелі

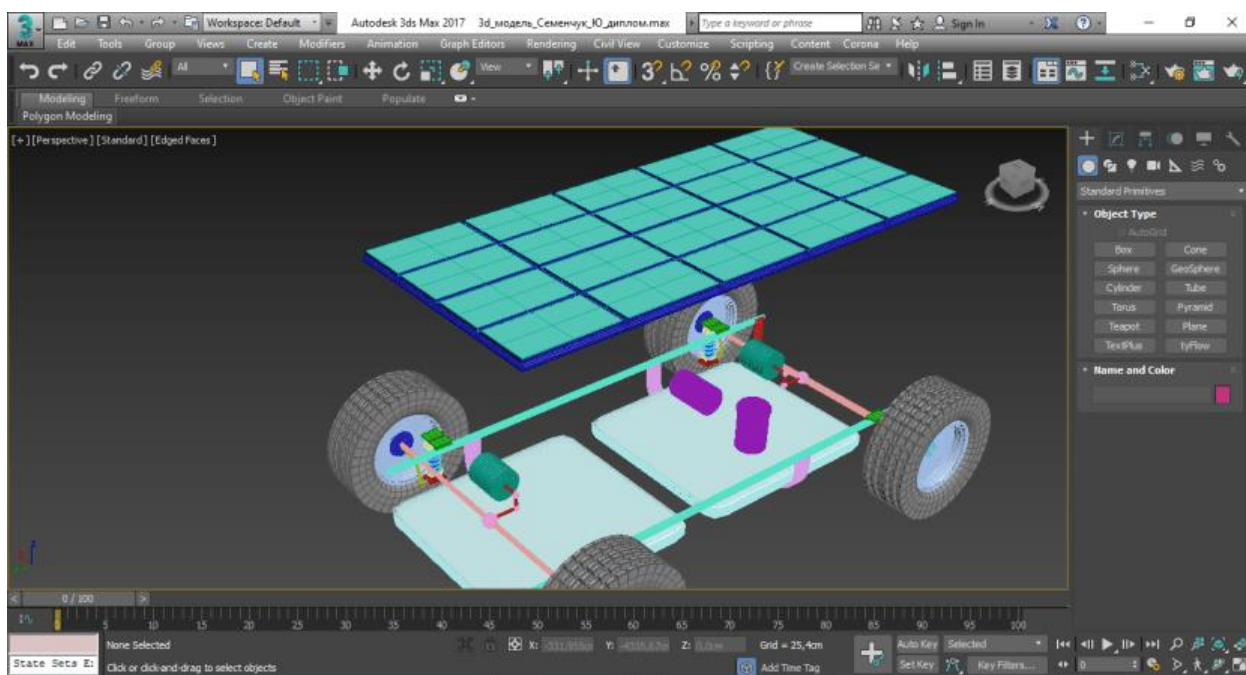


Рисунок 3.9 – Готова сонячна панель

Проміжний варіант пристрою можна побачити із різних сторін, який зображений на рисунку 3.10.

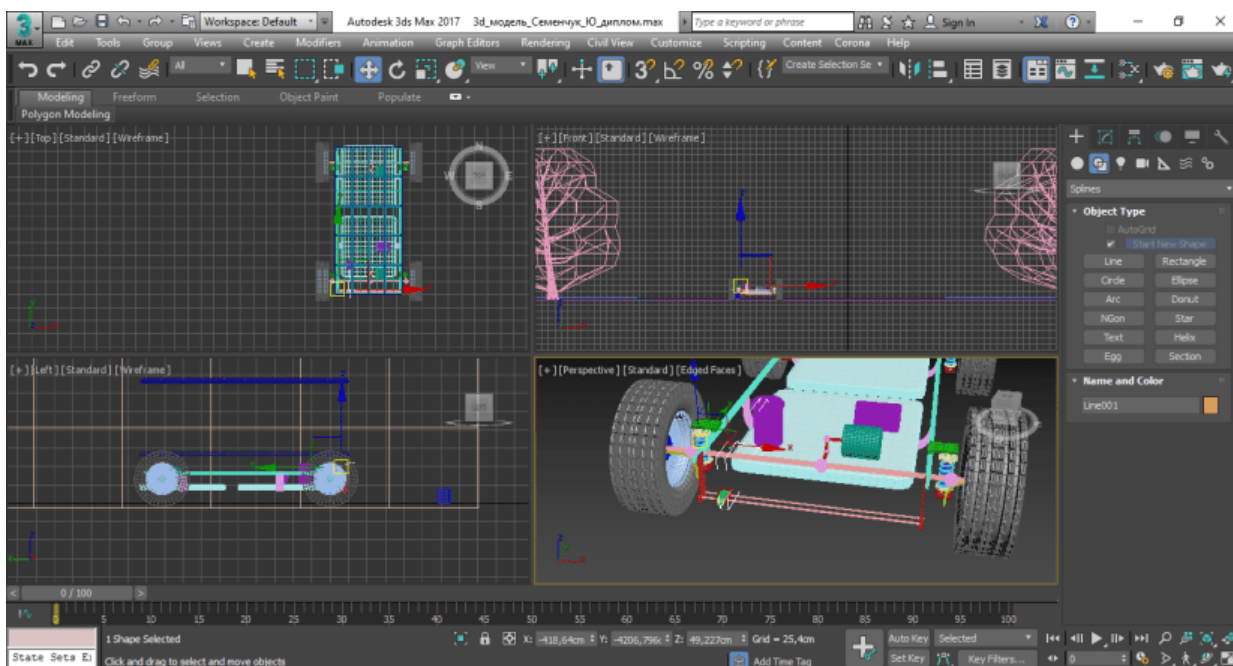


Рисунок 3.10 – Проміжний вигляд пристрою із різних сторін

Наступним етапом було під'єднанням резервуарів із фарбою та стисненим повітрям один до одного та до розпилювача фарби (рис. 3.11-3.12).

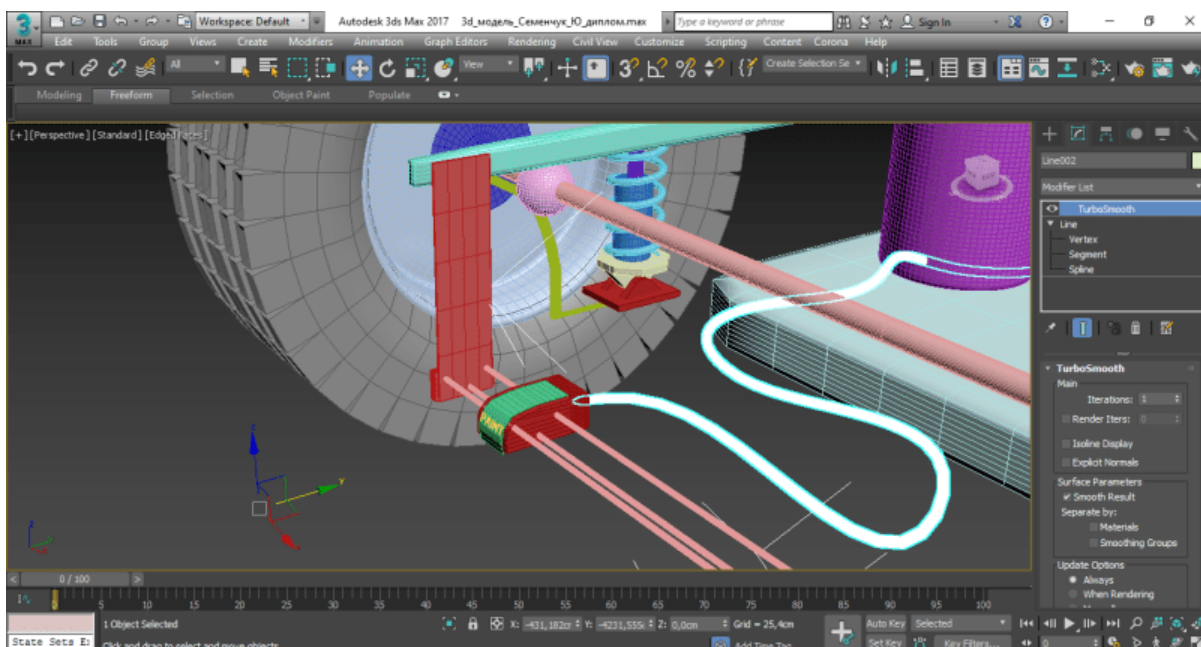


Рисунок 3.11 – Під'єднання резервуарів до розпилювача фарби

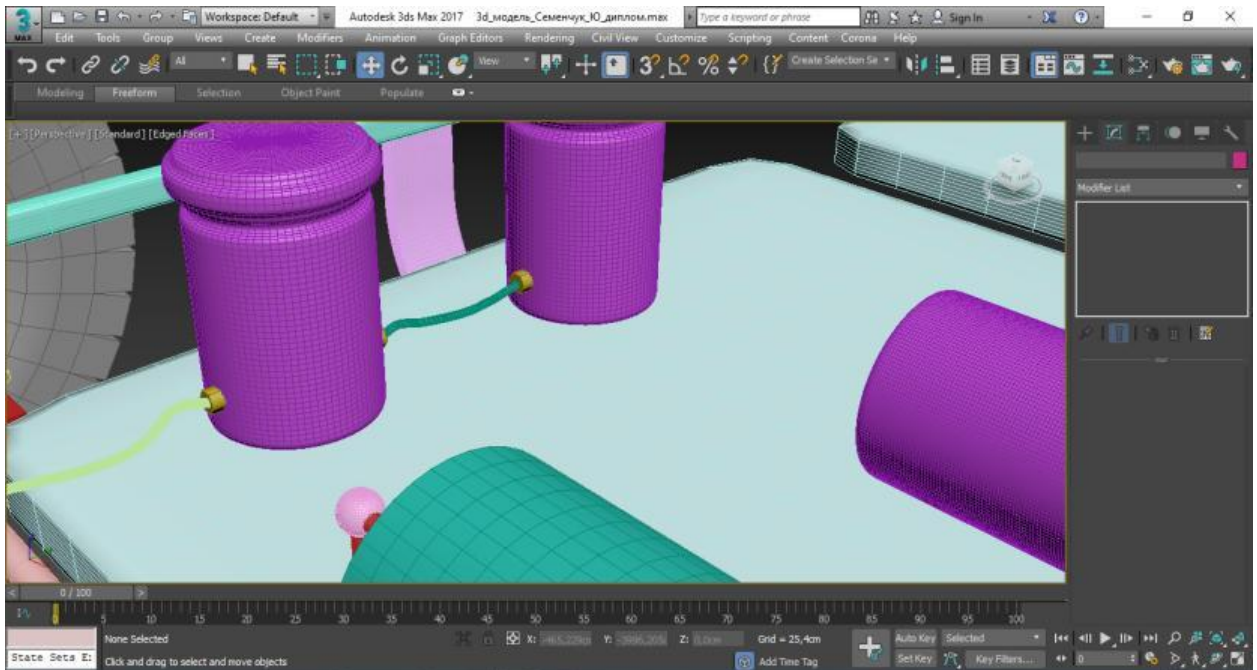


Рисунок 3.12 – Під'єднання між собою резервуарів

Кінцевим етапом у створенні пристрою було під'єднання батареї до електродвигунів (рис. 3.13).

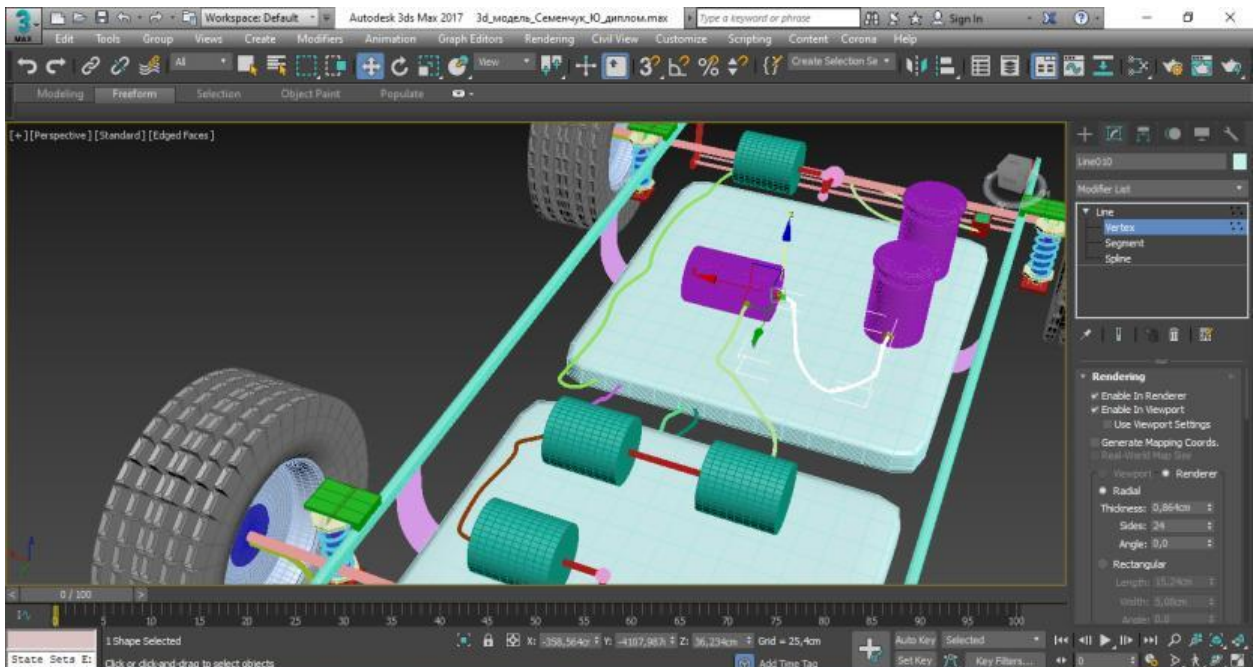


Рисунок 3.13 – Під'єднання батареї до електродвигунів

Після створення пристрою для кращої реалістичності було вирішено змоделювати дорогу та прилеглу територію у вигляді будинків та дерев (рис. 3.14).

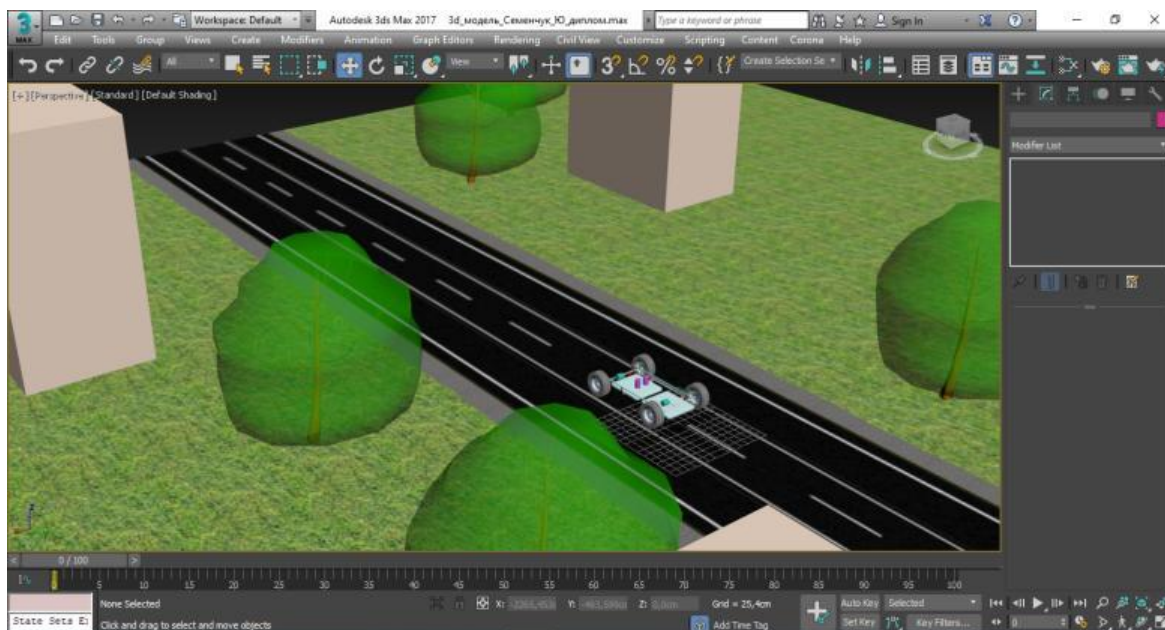


Рисунок 3.14 – Створення дороги та прилеглої території

На рисунку 3.15 зображений перший рендеринг території, де вже на будинках нанесені текстури.

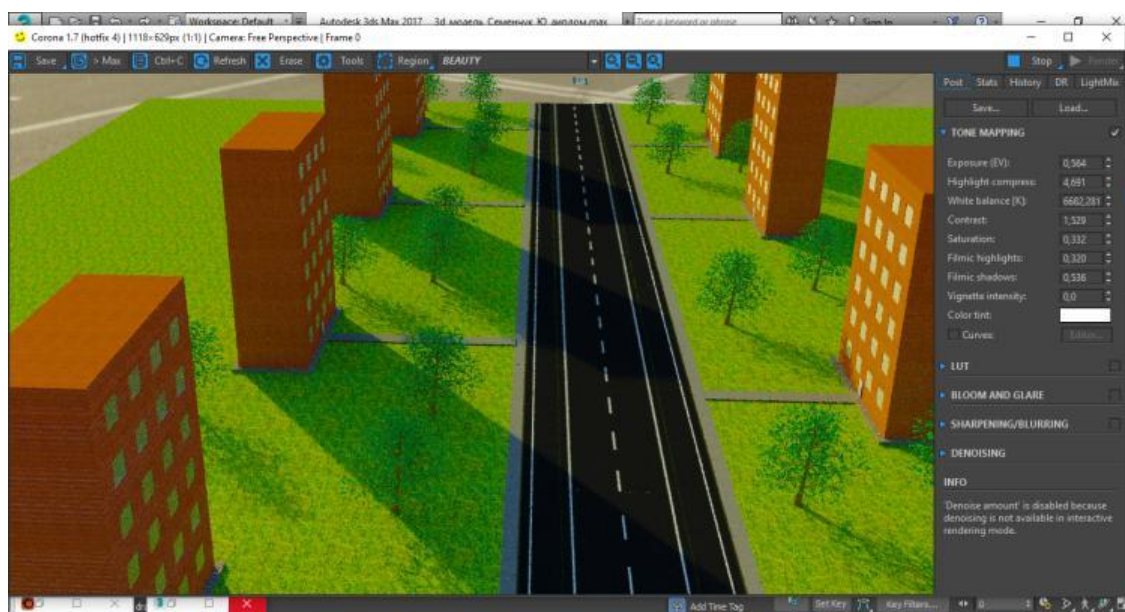


Рисунок 3.15 – Перший рендеринг території

Готова модель без відповідних матеріалів знаходиться на дорозі (рис. 3.16-3.17).

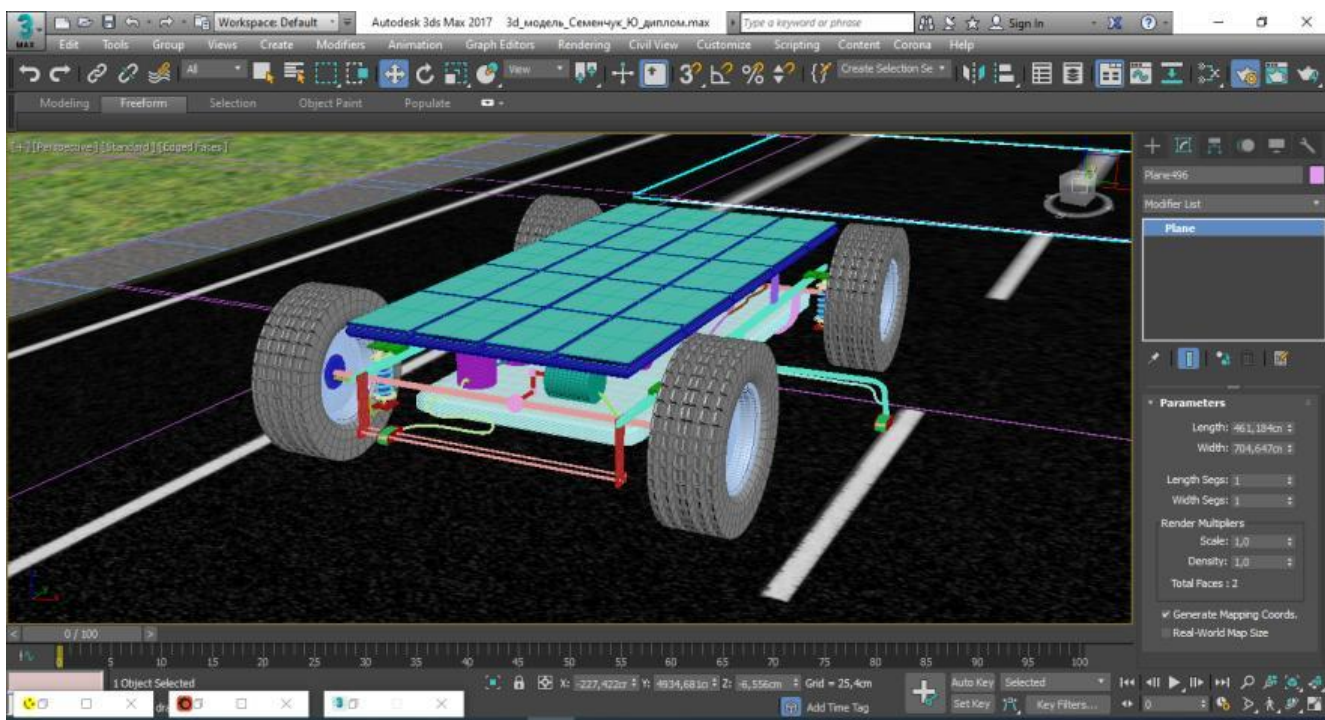


Рисунок 3.16 – Готова модель без матеріалів



Рисунок 3.17 – Рендеринг моделі

3.2 Текстурування 3D моделі

Після того, як модель пристрою повністю змодельована, наступним етапом є нанесення матеріалів.

Для цього в 3Ds Max є Slate Material Editor та Compact Material Editor.

Compact Material Editor – це інтерфейс редактора матеріалів, який використовує менший діалог, чим Slate Material Editor. Взагалі, інтерфейс Slate більш універсальний, коли ви проектуєте матеріали, тоді як компактний інтерфейс зручніший, коли вам просто потрібно застосувати матеріали, які вже були розроблені (рис. 3.18) [12].

Slate Material Editor – це інтерфейс редактора матеріалів, який використовує вузли та проводки для графічного відображення структури матеріалів під час їх проектування та редагування. Це альтернатива компактному редактору матеріалів (рис. 3.19) [13].

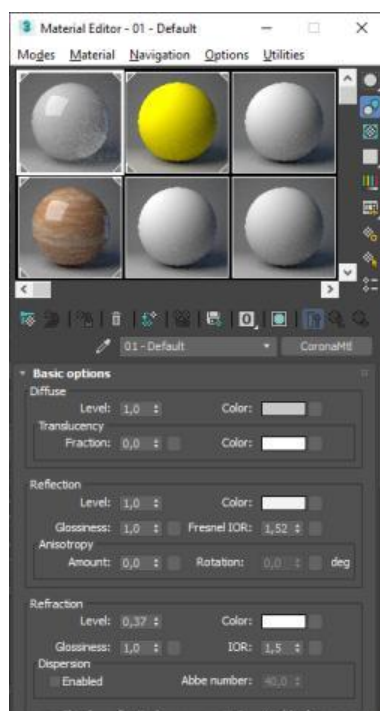


Рисунок 3.18 – Compact Material Editor

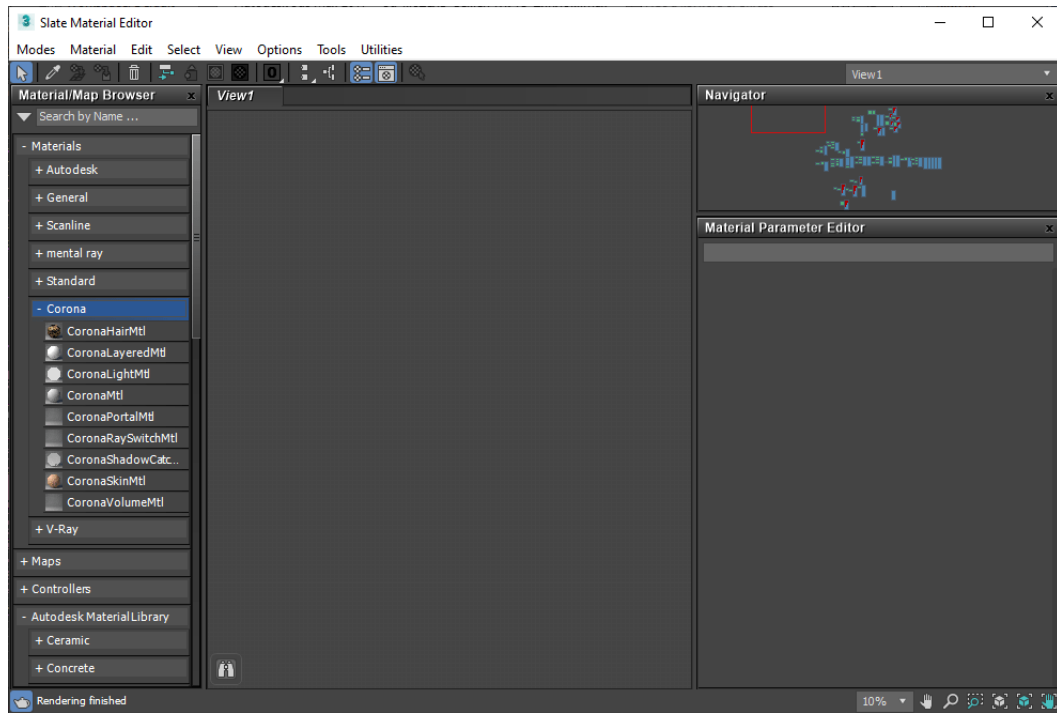


Рисунок 3.19 – Slate Material Editor

Для реалістичності матеріалів була використана бібліотека матеріалів Corona, частина якої зображена на рисунках 3.20-3.22. Основою матеріалів є CoronaMtl.

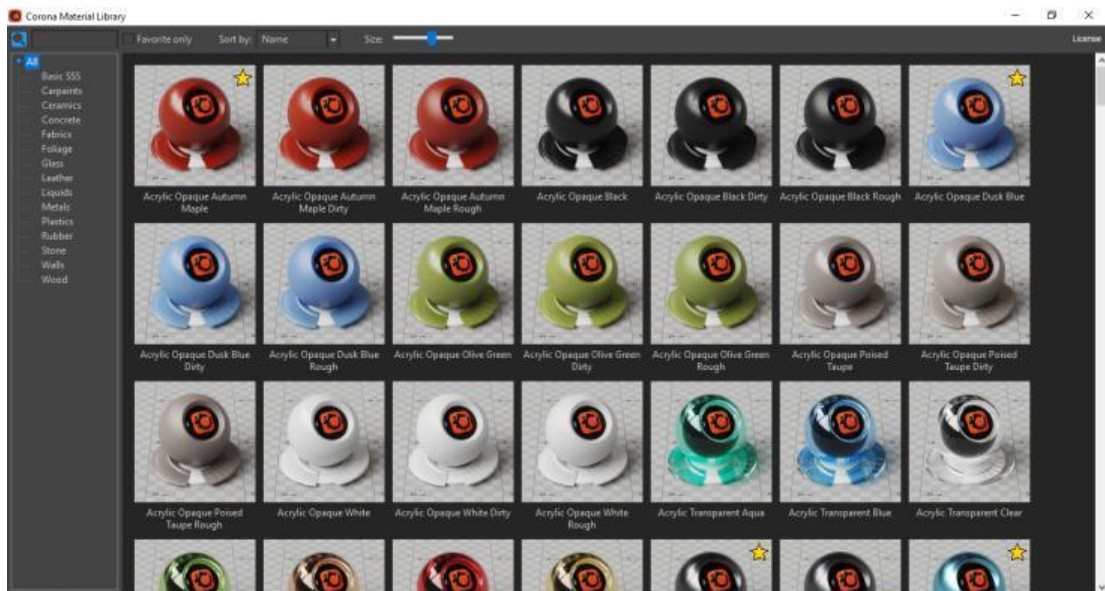


Рисунок 3.20 – Бібліотека матеріалів Corona

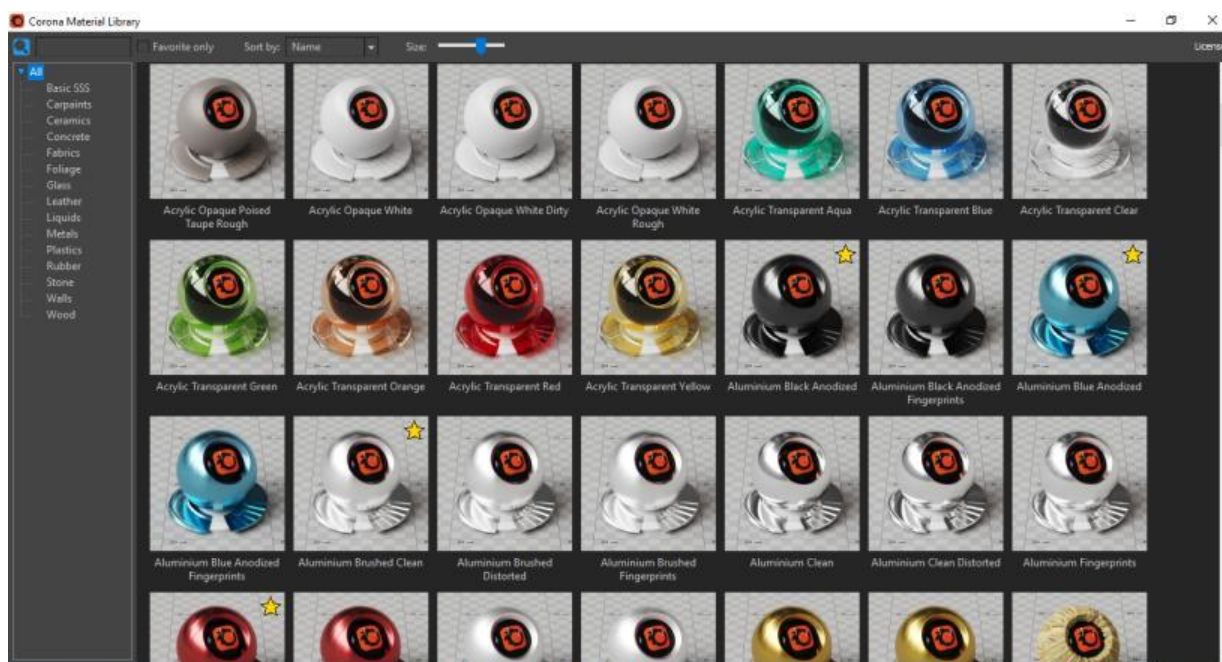


Рисунок 3.21 – Продовження матеріалів Corona

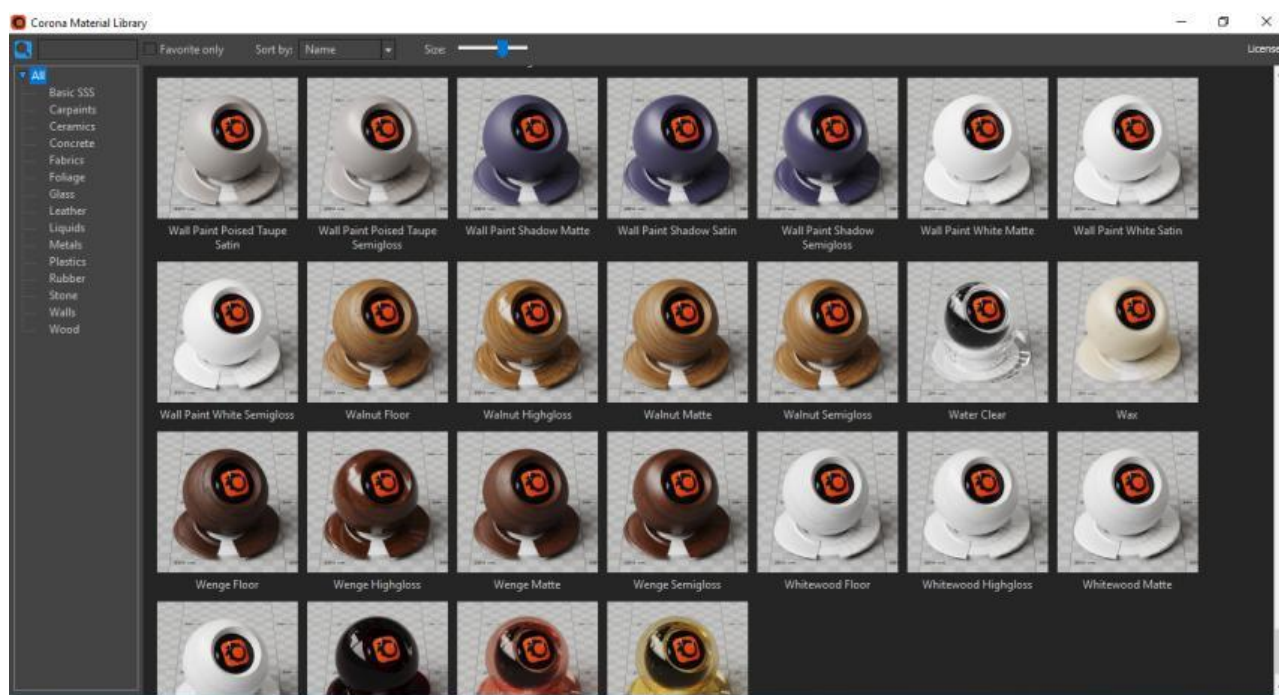


Рисунок 3.22 – Продовження матеріалів Corona

Найпершим було застосовано матеріал резини на колесо (рис. 3.23) та виконано рендеринг через Corona Renderer (рис. 3.24).

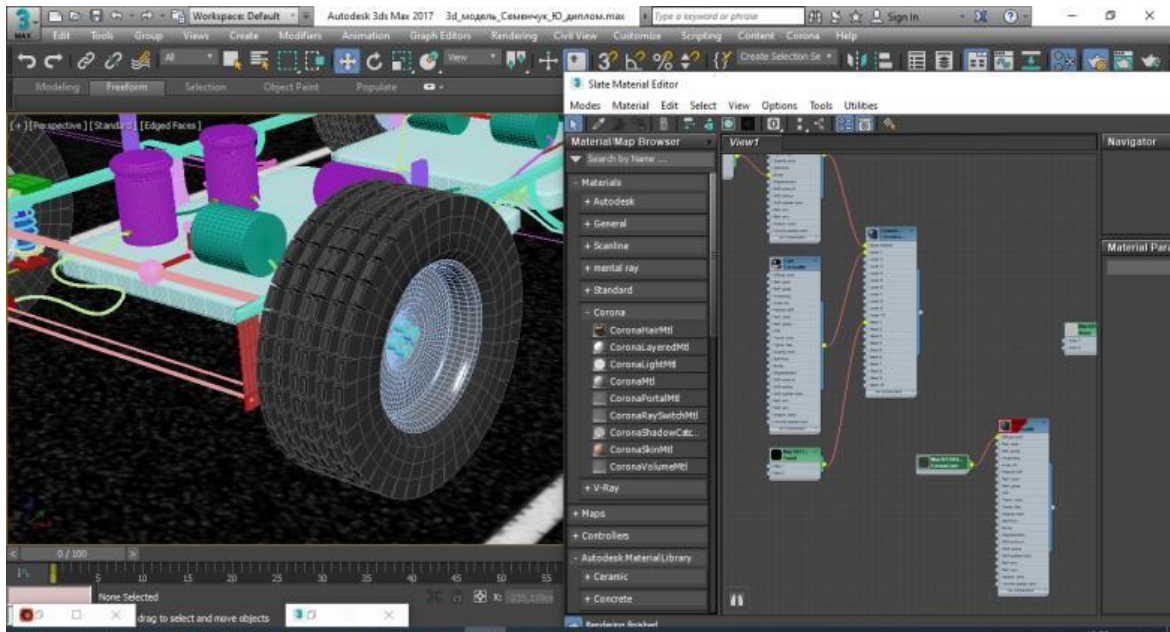


Рисунок 3.23 – Початок нанесення матеріалів

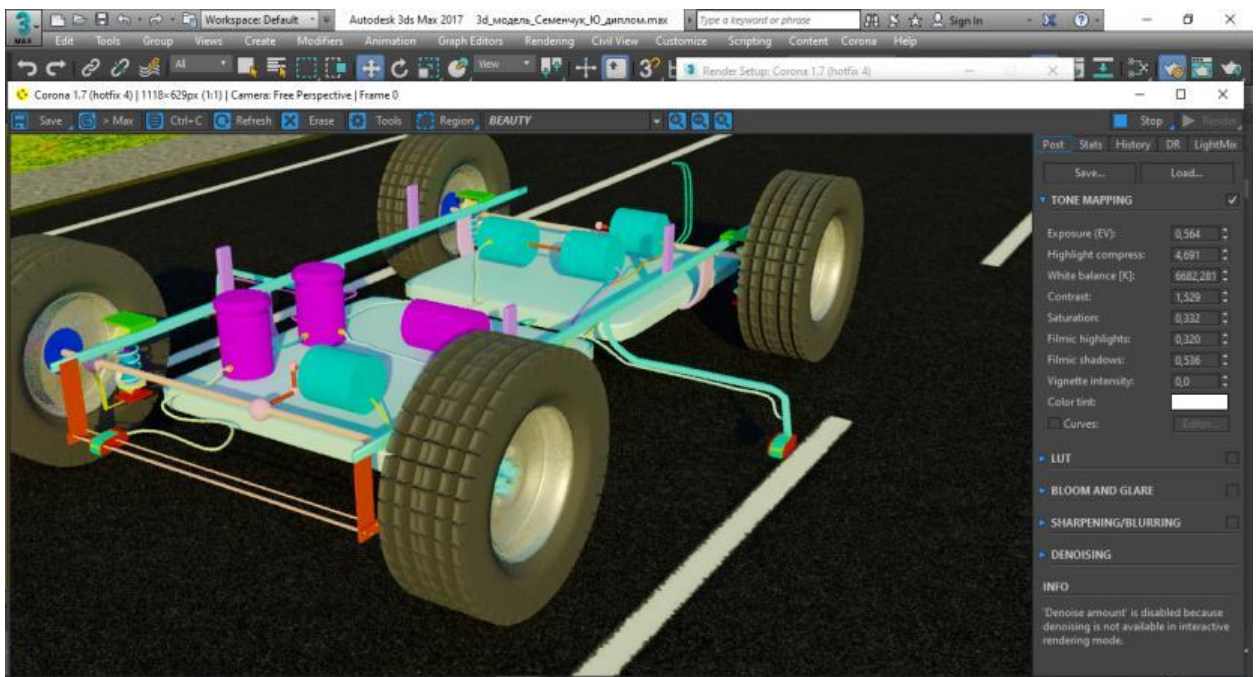


Рисунок 3.24 – Рендеринг після першого нанесення матеріалу

Нанесення матеріалу на гайки, які знаходяться на колесах, зображено на рисунку 3.25.

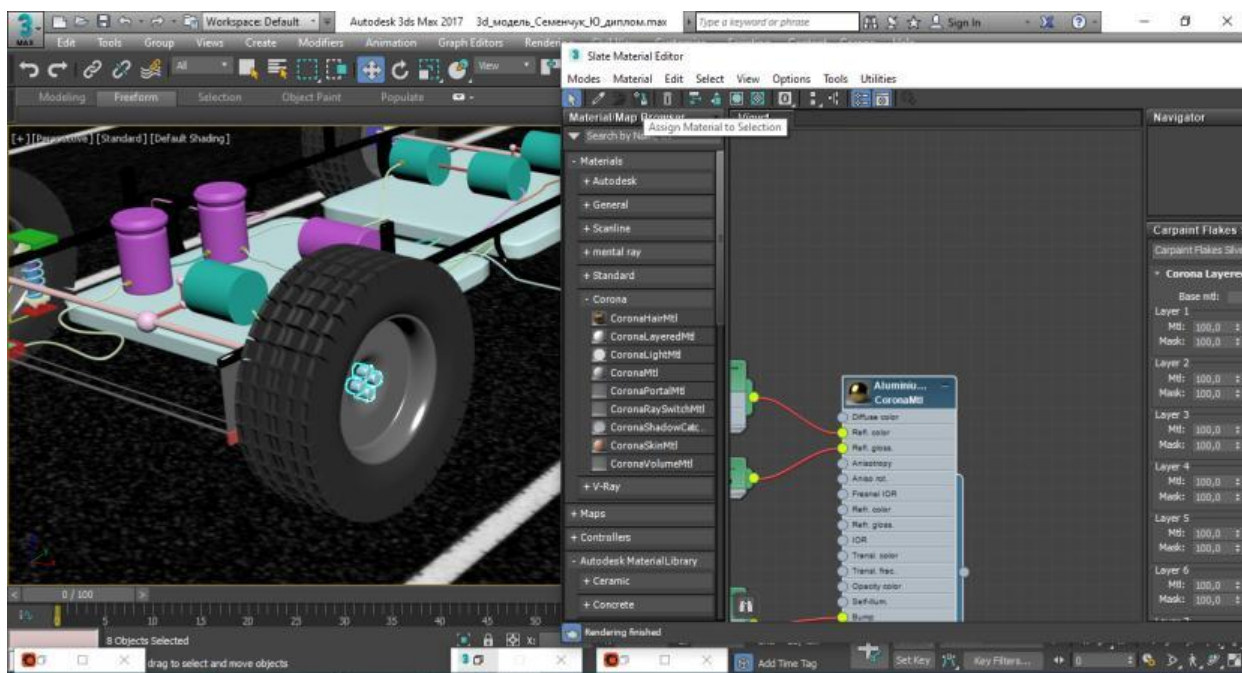


Рисунок 3.25 – Нанесення матеріалу

На рисунках 3.26-3.29 зображене нанесення відповідних матеріалів на інші елементи пристрою.

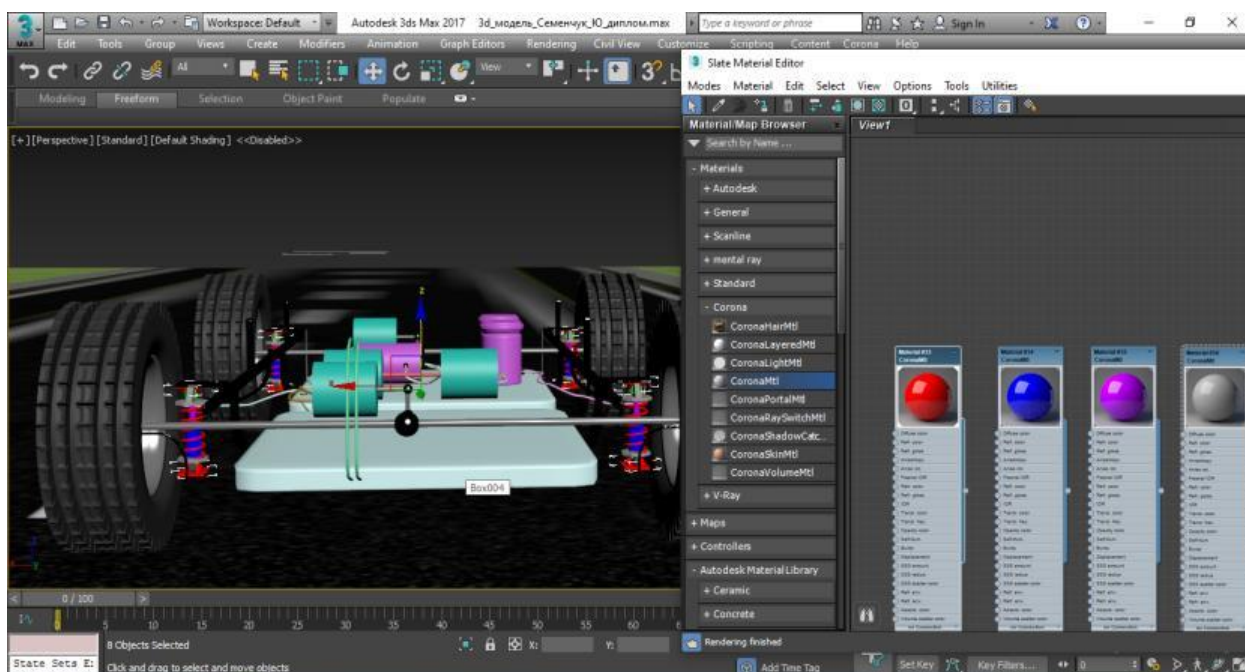


Рисунок 3.26 – Продовження нанесення матеріалу

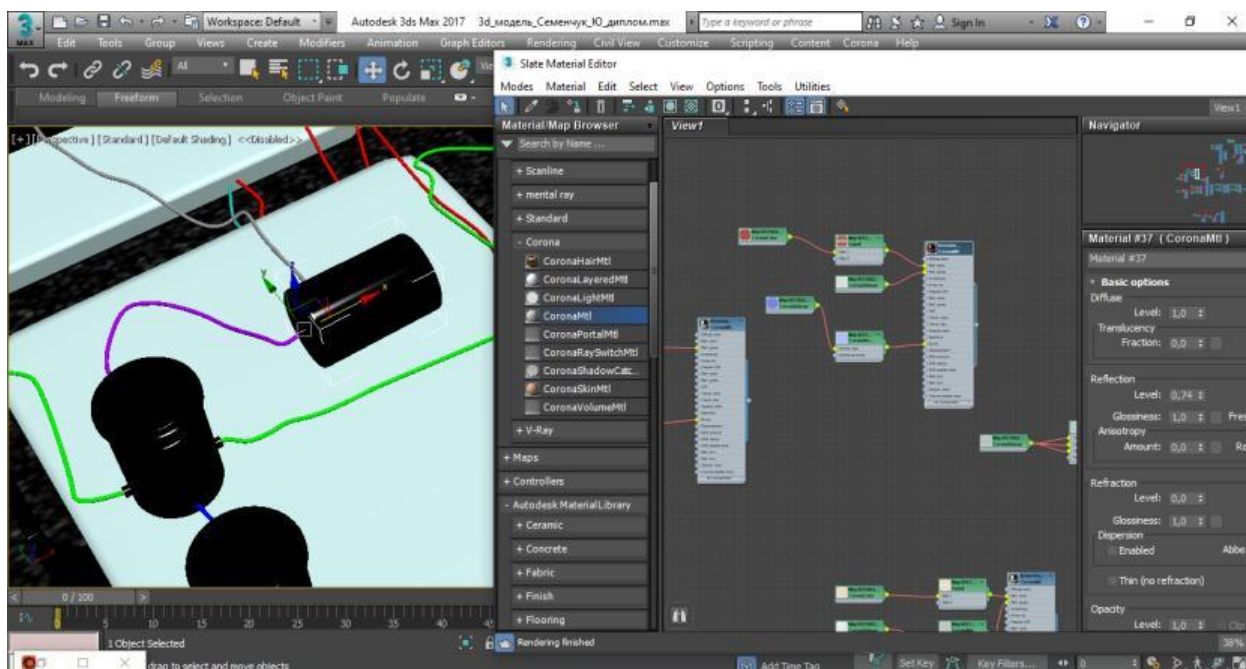


Рисунок 3.27 – Продовження нанесення матеріалу

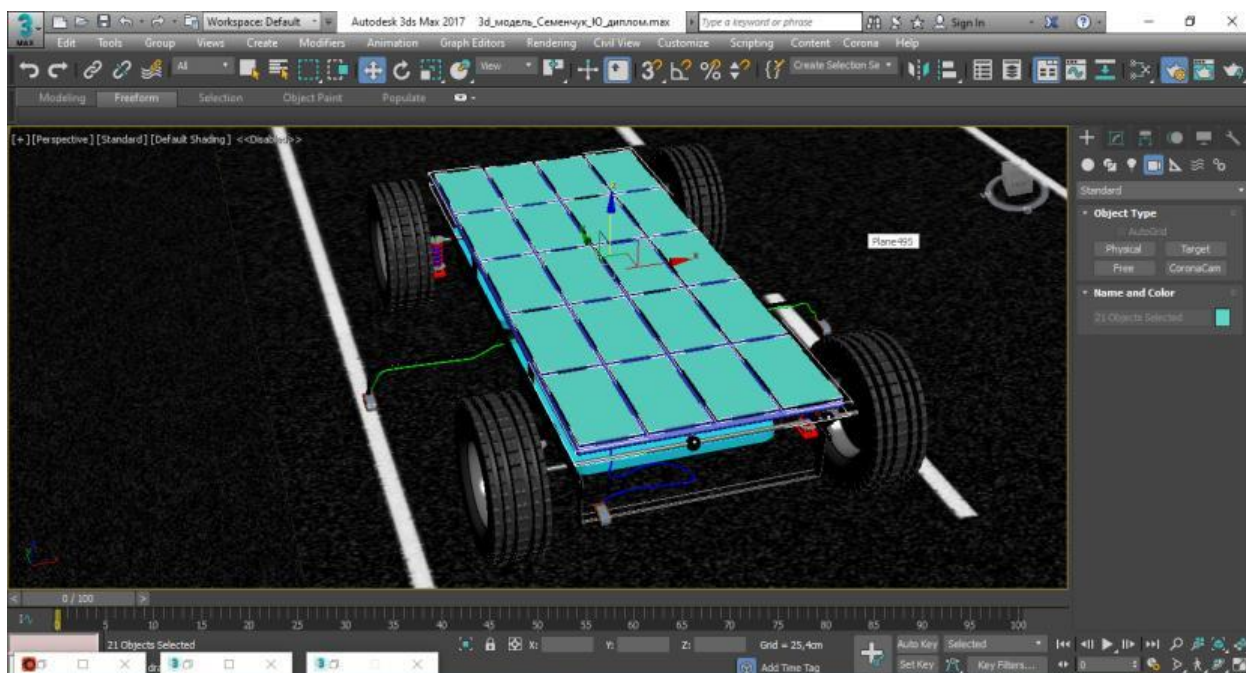


Рисунок 3.28 – Нанесення матеріалу на сонячну панель

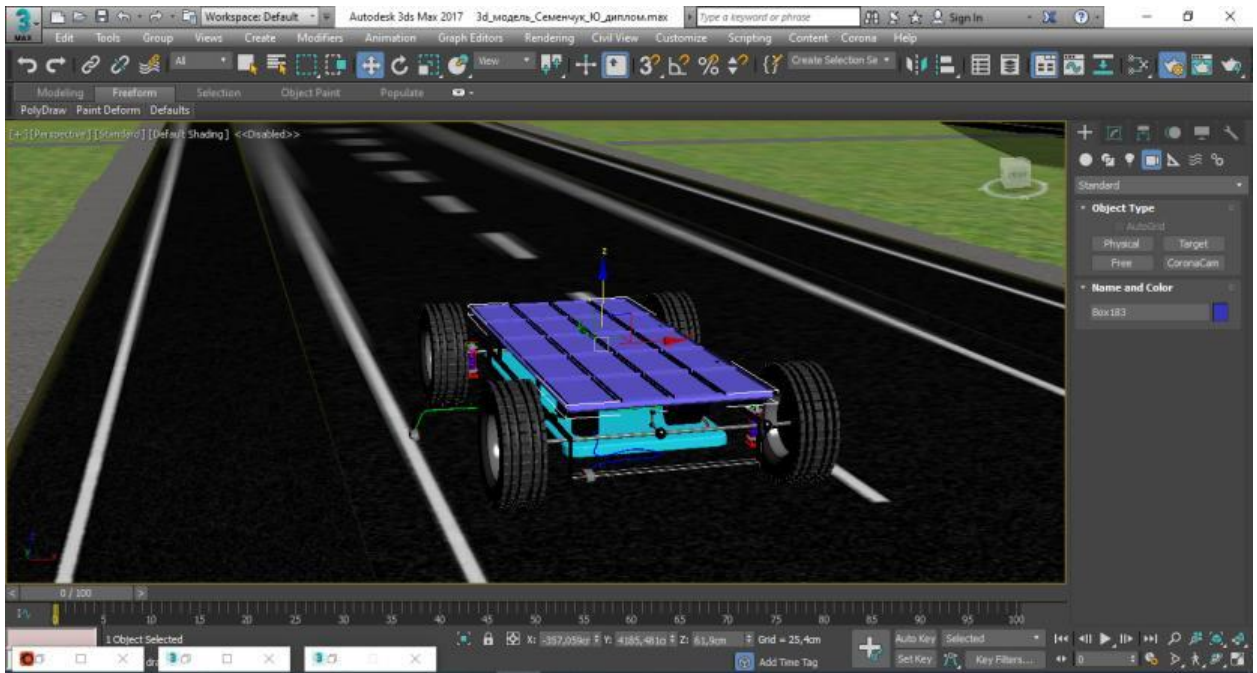


Рисунок 3.29 – Продовження нанесення матеріалу

На рисунку 3.30 зображений рендеринг готової моделі з відповідним матеріалом.

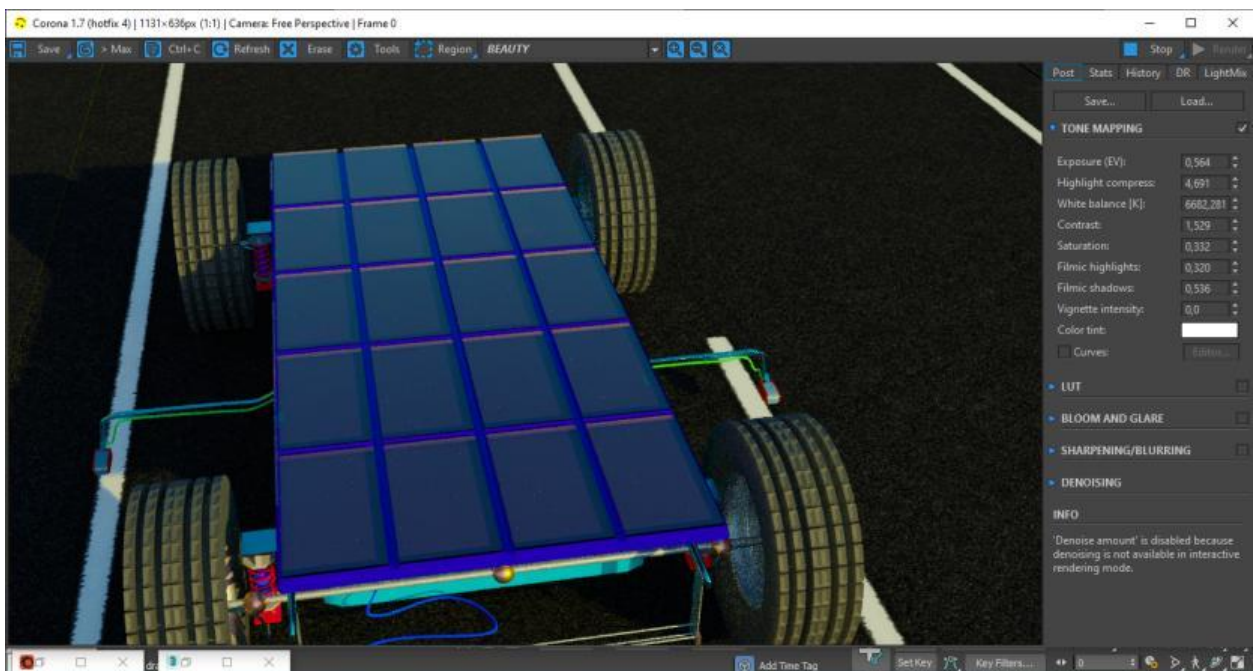


Рисунок 3.30 – Рендеринг готової сцени

У результаті нанесення були використані матеріали, які зображені на рисунках 3.31-3.36.

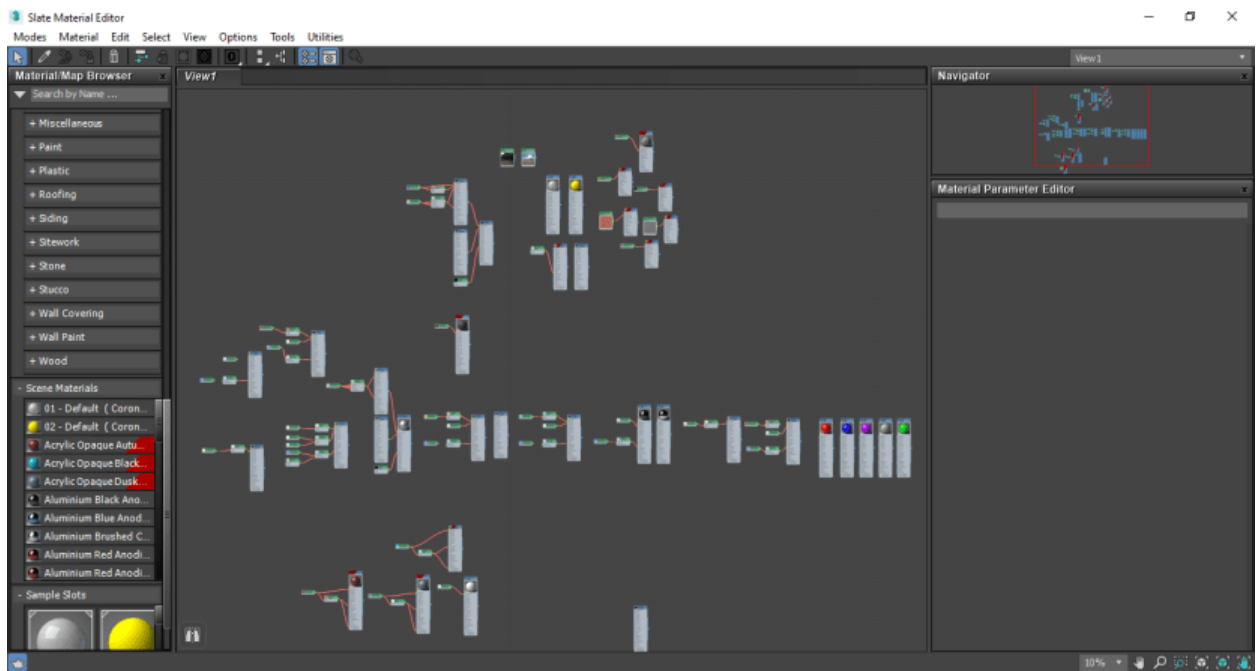


Рисунок 3.31 – Усі матеріали

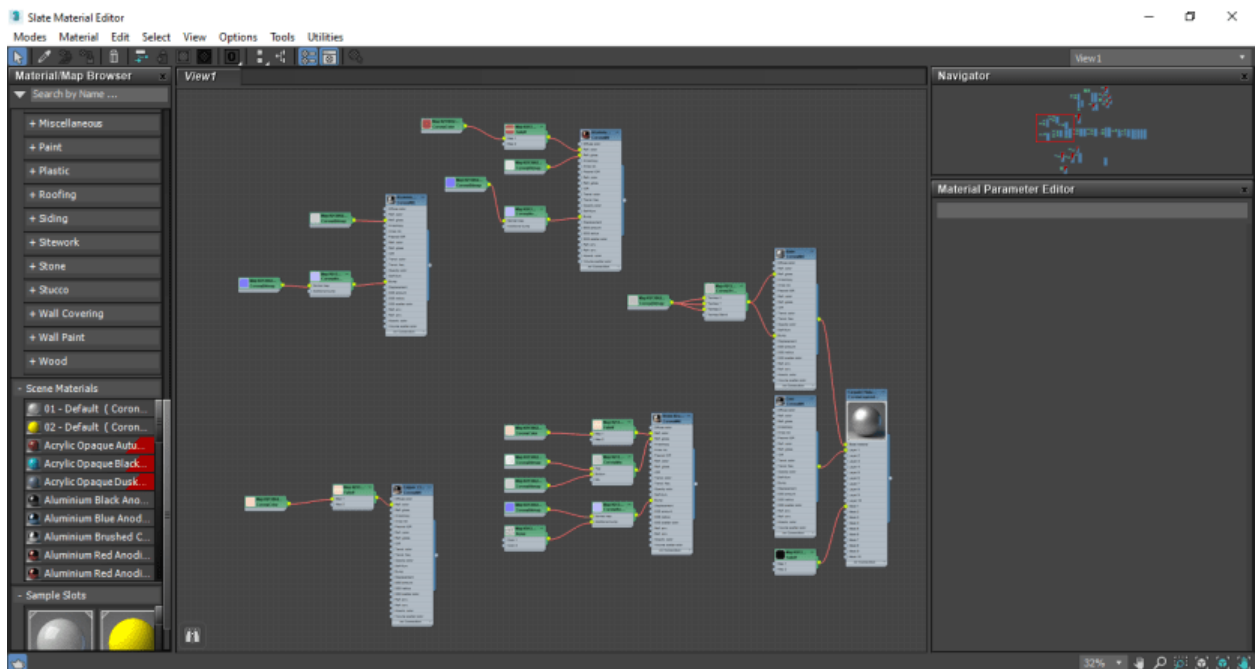


Рисунок 3.32 – Перша частина матеріалів

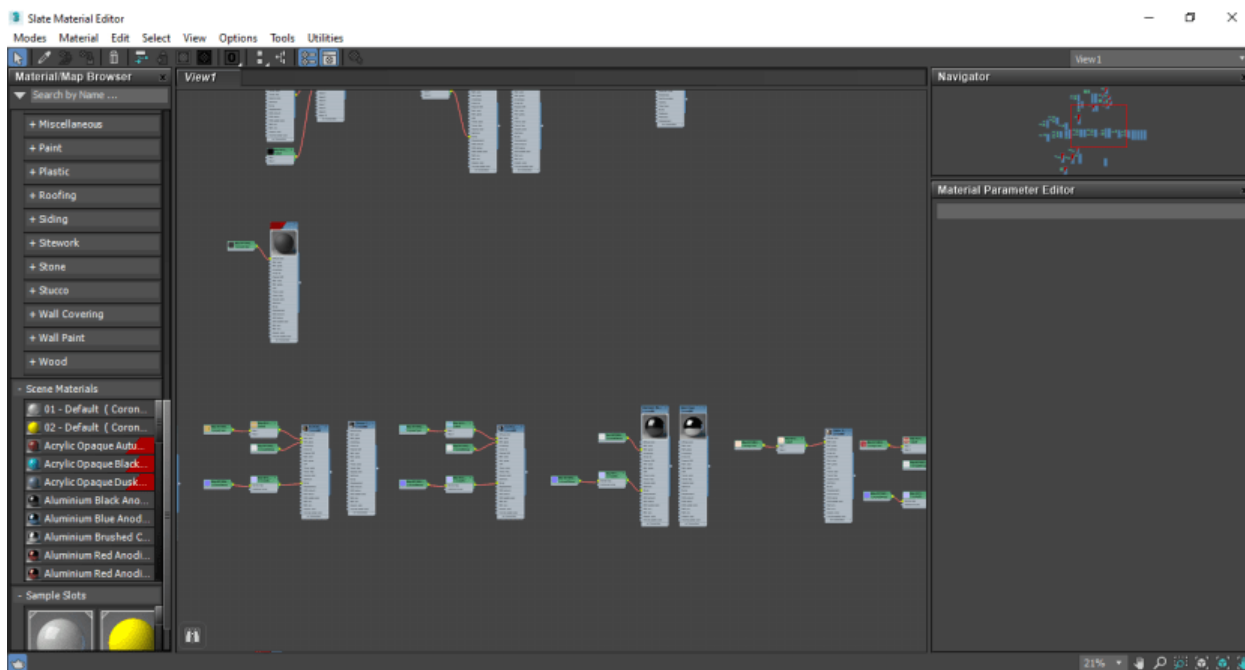


Рисунок 3.33 – Друга частина матеріалів

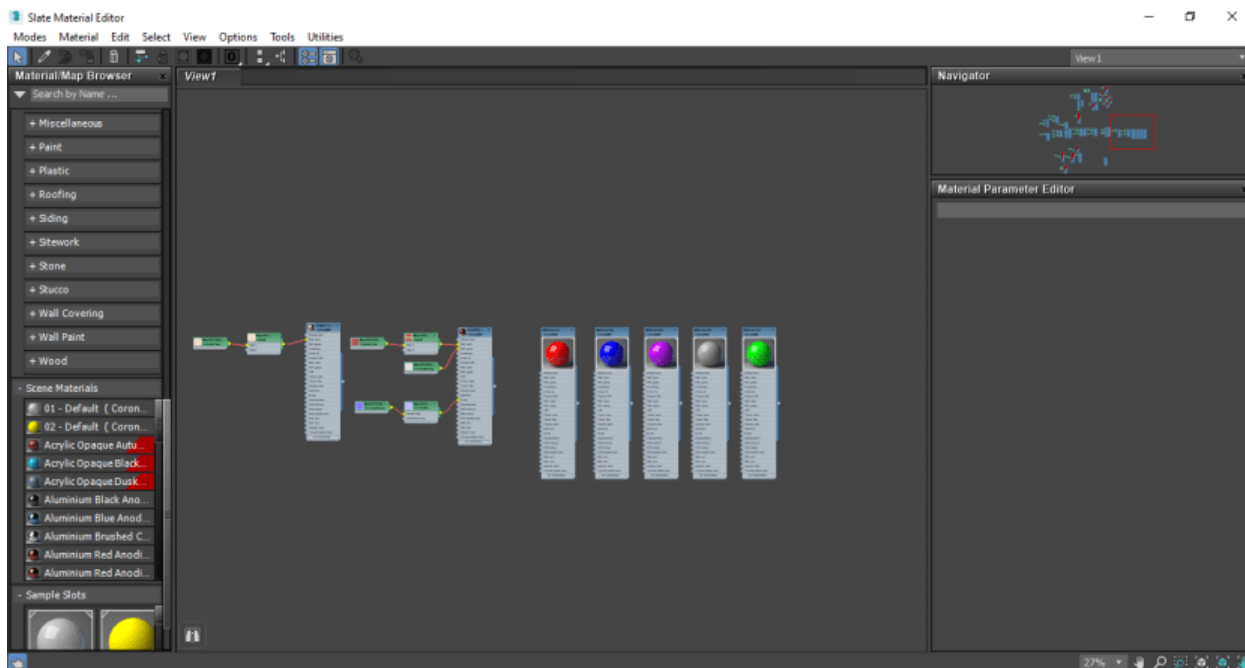


Рисунок 3.34 – Третя частина матеріалів

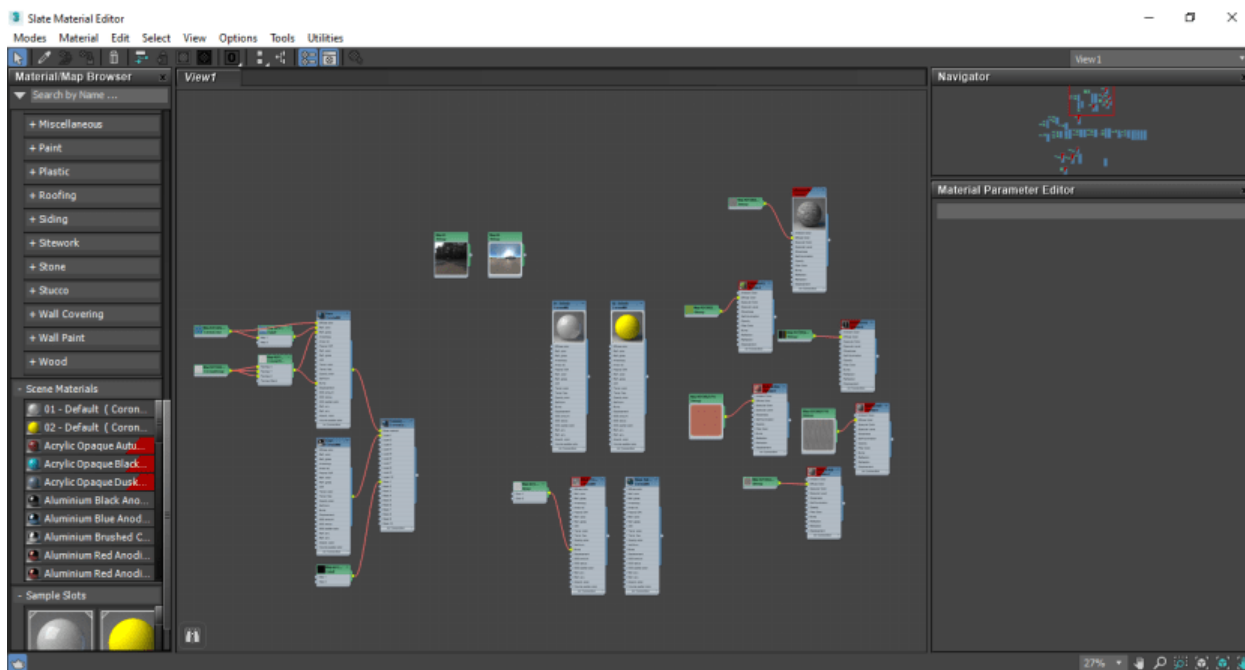


Рисунок 3.35 – Четверта частина матеріалів

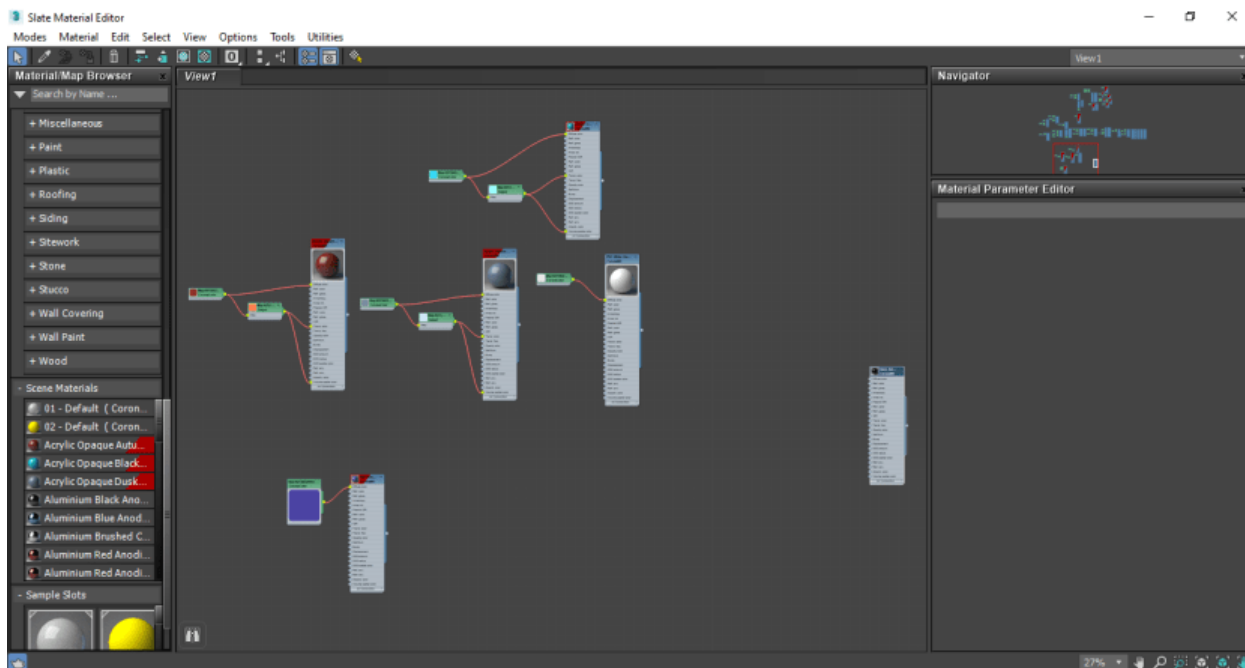


Рисунок 3.36 – П'ята частина матеріалів

3.3 Встановлення камер

Встановлення камер потрібне для того, щоб зафіксувати вигляд із різних ракурсів для рендеринга. Це дає перевагу в тому, що не потрібно кожного разу налаштовувати перспективу або інший вигляд сцени для візуалізації. Було встановлено 6 Physical Camera (рис. 3.37-3.38).

Physical Camera об'єднує кадрювання сцени з контролем експозиції та іншими ефектами.

Фізична камера – найкращий тип камери для фотореалістичного візуалізації на фізичній основі [14].

Найважливіша функція – це Targeted. Сенс функції в тому, що у камери створюється точка, за якою стежить камера. Вона завжди знаходиться у фокусі камери, об'єкти біля неї теж будуть у фокусі. На рендер ця точка відобразитися не буде. Її можна пересувати вбудованими інструментами 3ds Max, або налаштовувати видалення від камери параметром Target Distance [15].

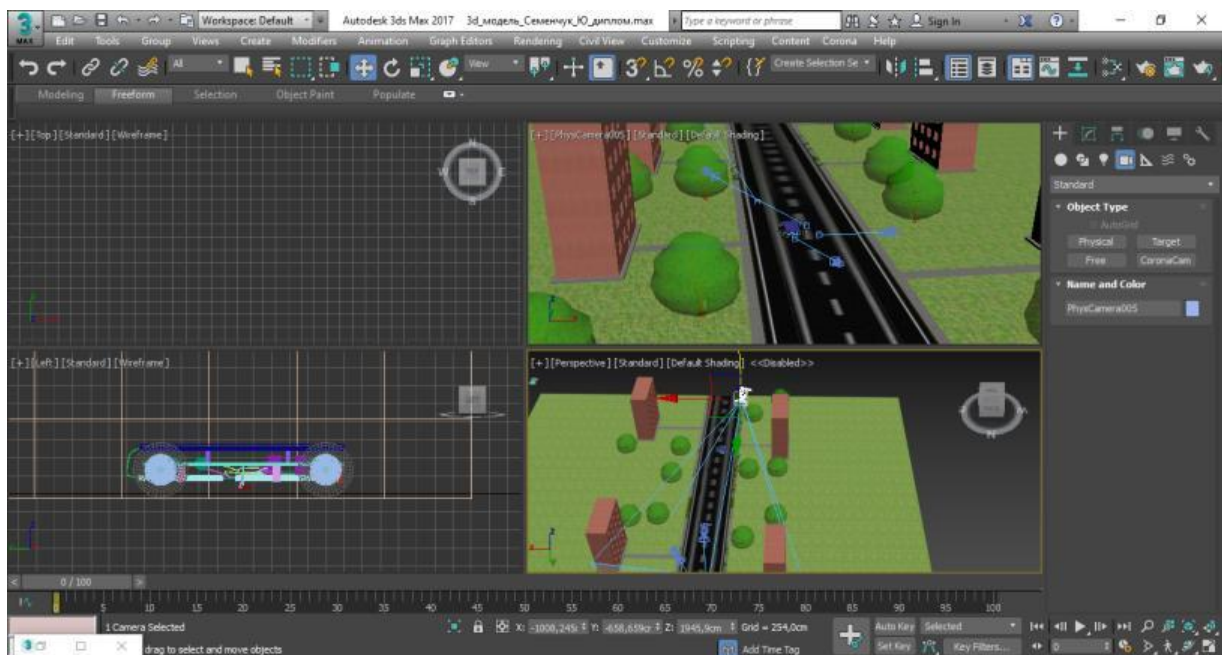


Рисунок 3.37 – Додання камер

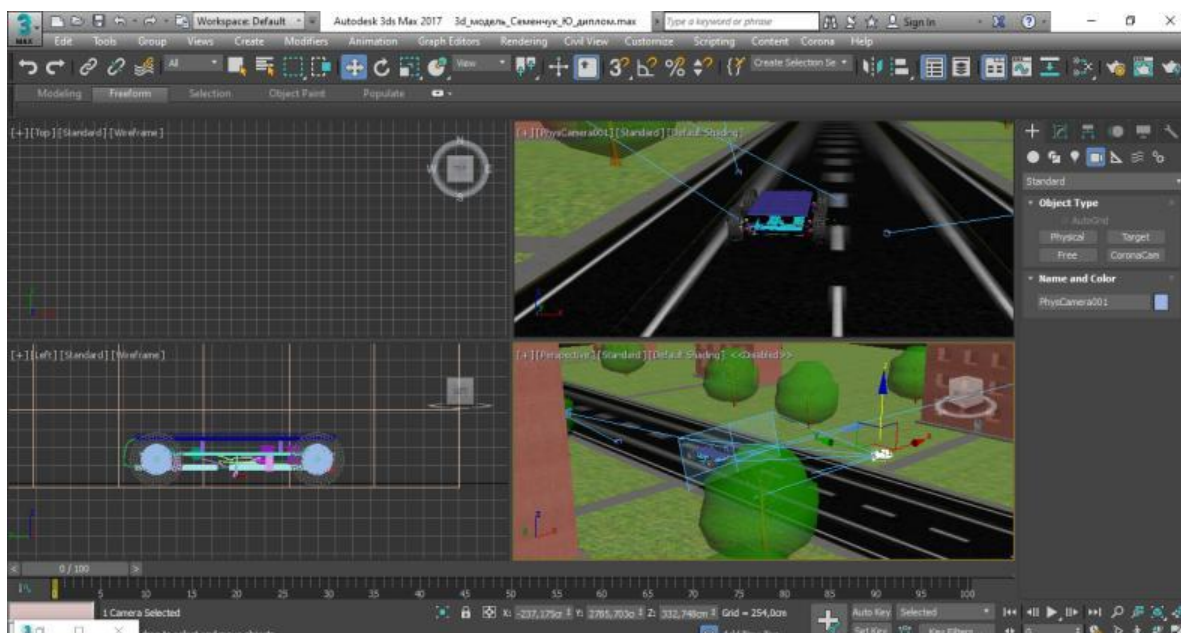


Рисунок 3.38 – Розстановка камер

На рисунках 3.39-3.41 зображені основні налаштування камер.

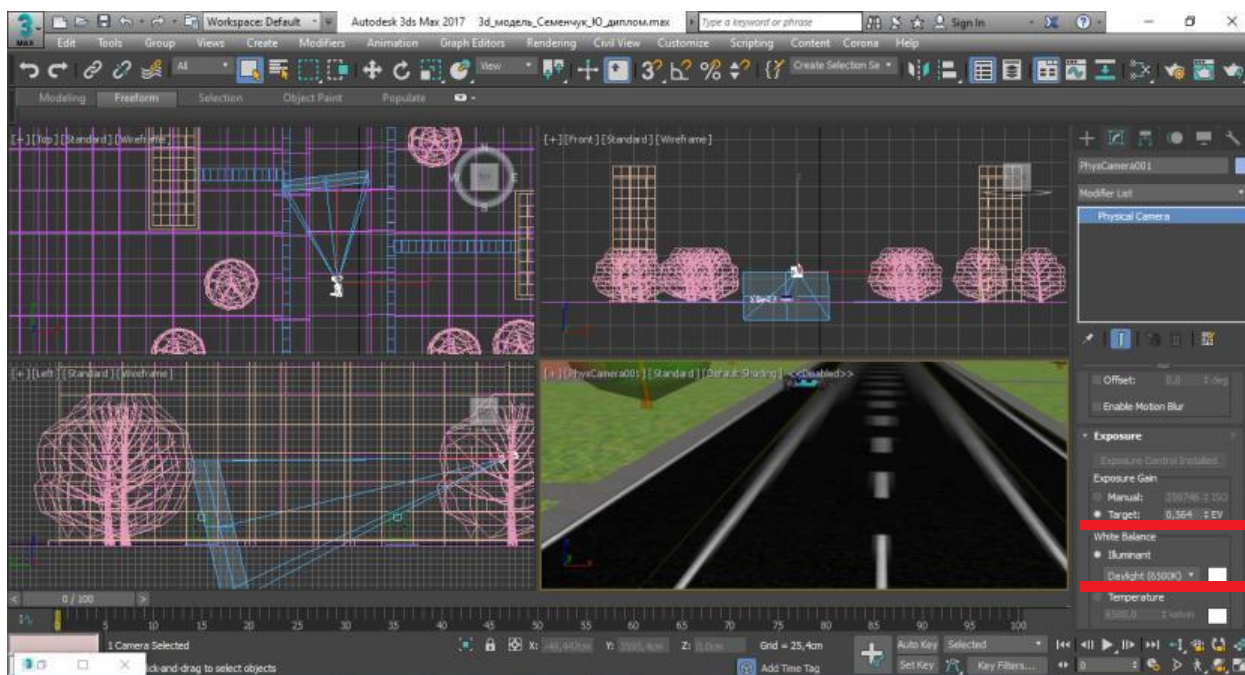


Рисунок 3.39 – Налаштування камери

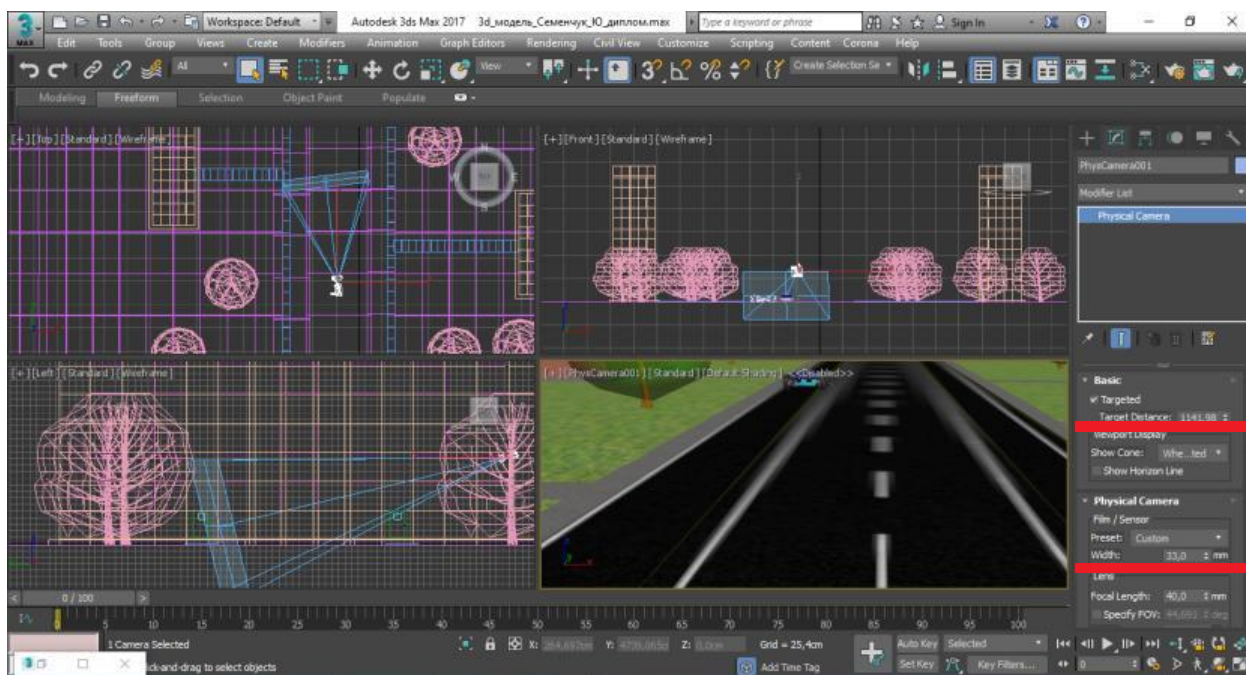


Рисунок 3.40 – Параметри камери

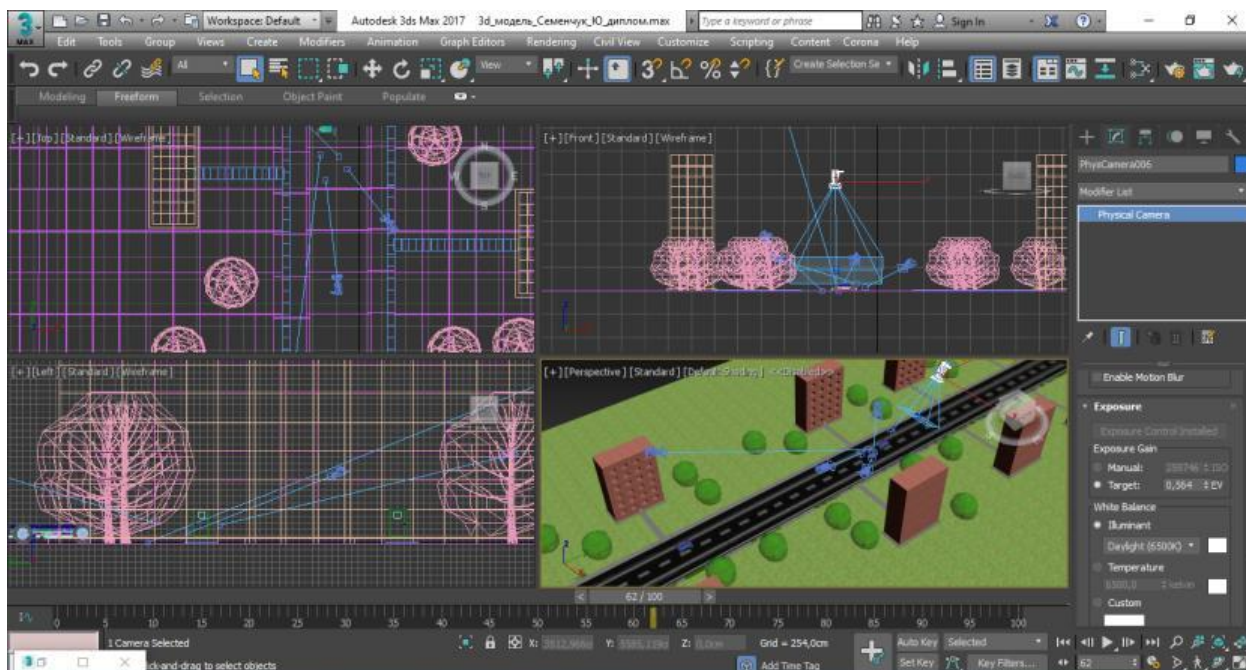


Рисунок 3.41 – Кінцевий вигляд положення камер

3.4 Створення анімації

Анімація, яка створена за допомогою Auto Key.

Про анімації можна думати так, що для кожного кадру всі об'єкти мають певне положення та поворот. Якщо не було налагтовано ключові кадри, то це буде однаково для кожного кадру. Необхідно встановити різні положення та поворот об'єкта в різні моменти часу. По-перше, вибрати сам об'єкт. По-друге, внизу вибрати Auto Key. Потім перейти до потрібного кадру, наприклад, 40 кадру і перемістити об'єкт в нове положення. Буде видно, що ключовий кадр виникає в кадрі 0 і кадрі 40.

Анімація, яка створена за допомогою Set Key.

Другий спосіб вставки ключових кадрів – це використовувати кнопку «Встановити ключ», розташовану під шкалою часу. Метод Set Key дає набагато більше контролю, ніж використання Auto Key, тому що можна випробувати ідеї і легко позбутися від них, не скасовуючи роботу. Як тільки об'єкт розміщено в потрібному положенні й він опиниться в потрібному ключовому кадрі, треба натиснути Set Key. Буде видно, що ключовий кадр стає доступним прямо на обраному кадрі [16].

Після встановлення кадрів потрібно натиснути на кнопку Play Animation (Відтворити анімацію). У вікні проекції можна буде побачити як поступово проходить анімація [17].

У 3ds Max налаштування анімації за замовчуванням виставлені не так, як це прийнято в стандартних робочих процесах. Через це можуть виникати несподівані проблеми. Особливо погано те, що в різних версіях 3ds Max ці налаштування були різними [18].

На рисунках 3.42-3.49 зображений весь процес створення анімації.

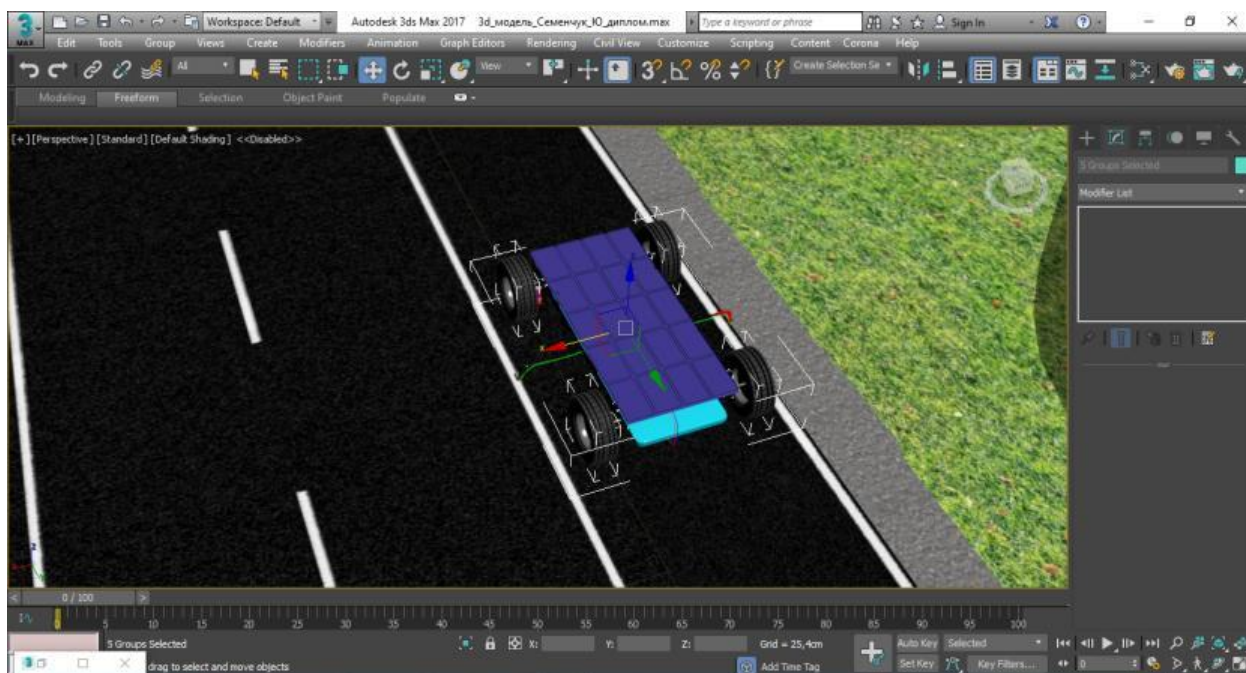


Рисунок 3.42 – Початкове положення пристрою

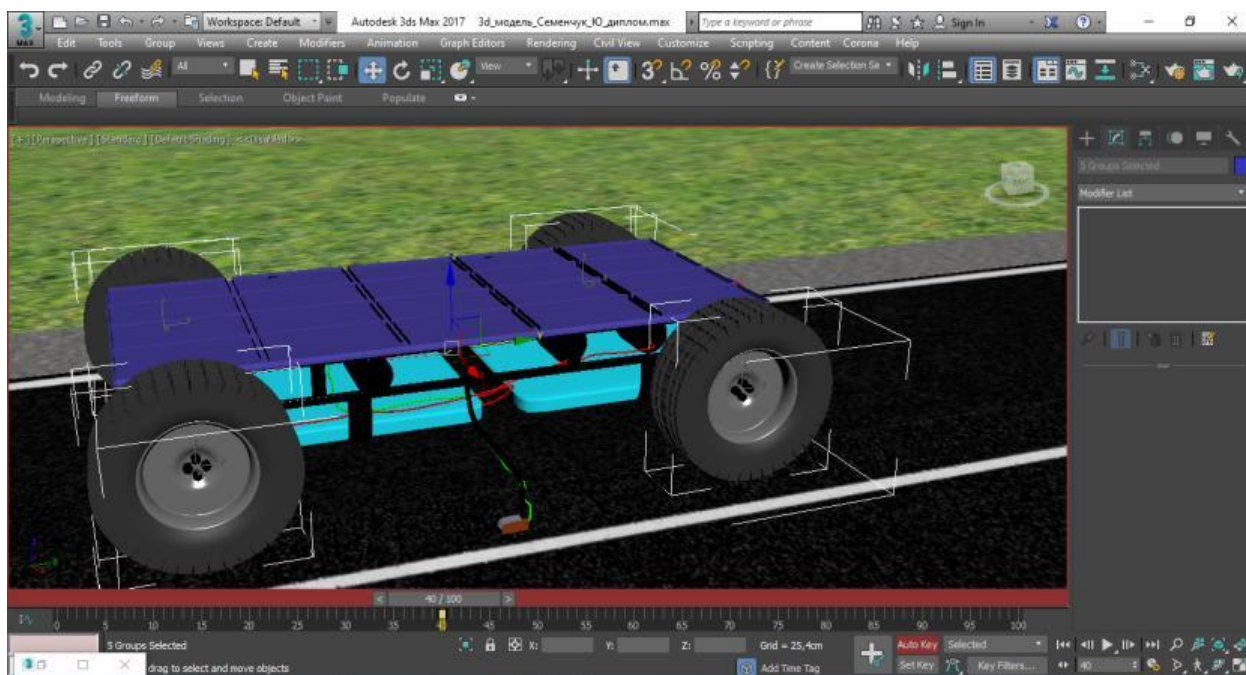


Рисунок 3.43 – Перший ключ анімації

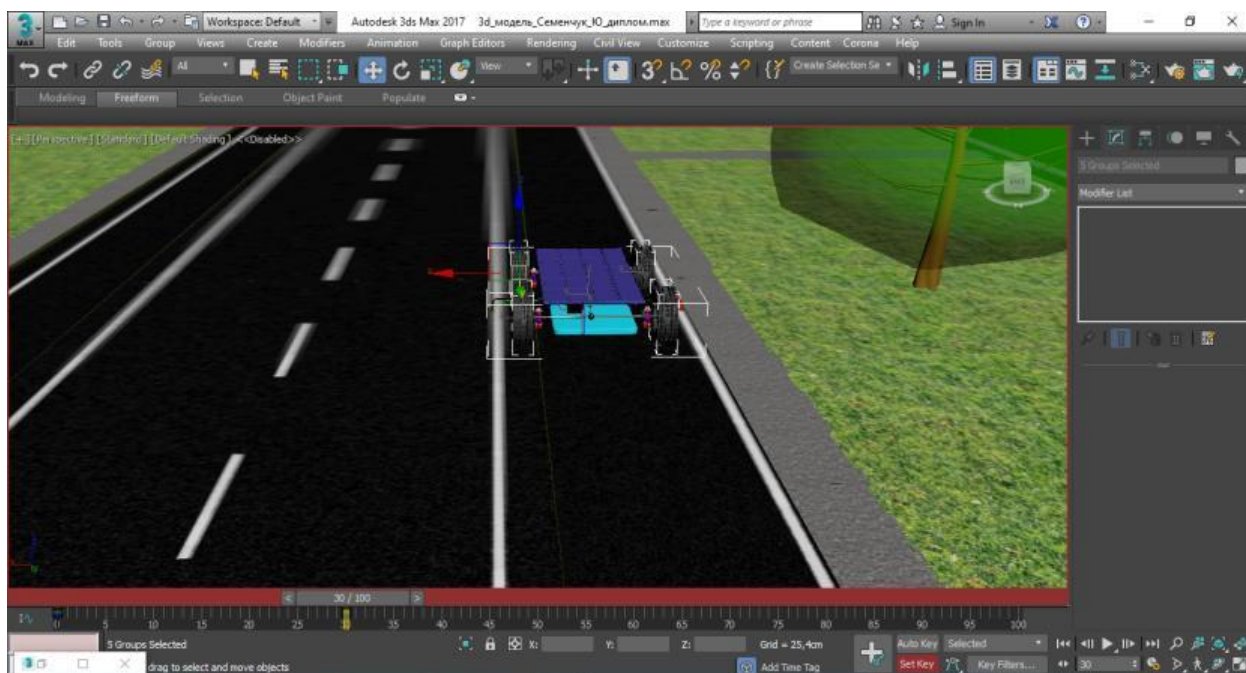


Рисунок 3.44 – Перехід в ручний режим створення ключів

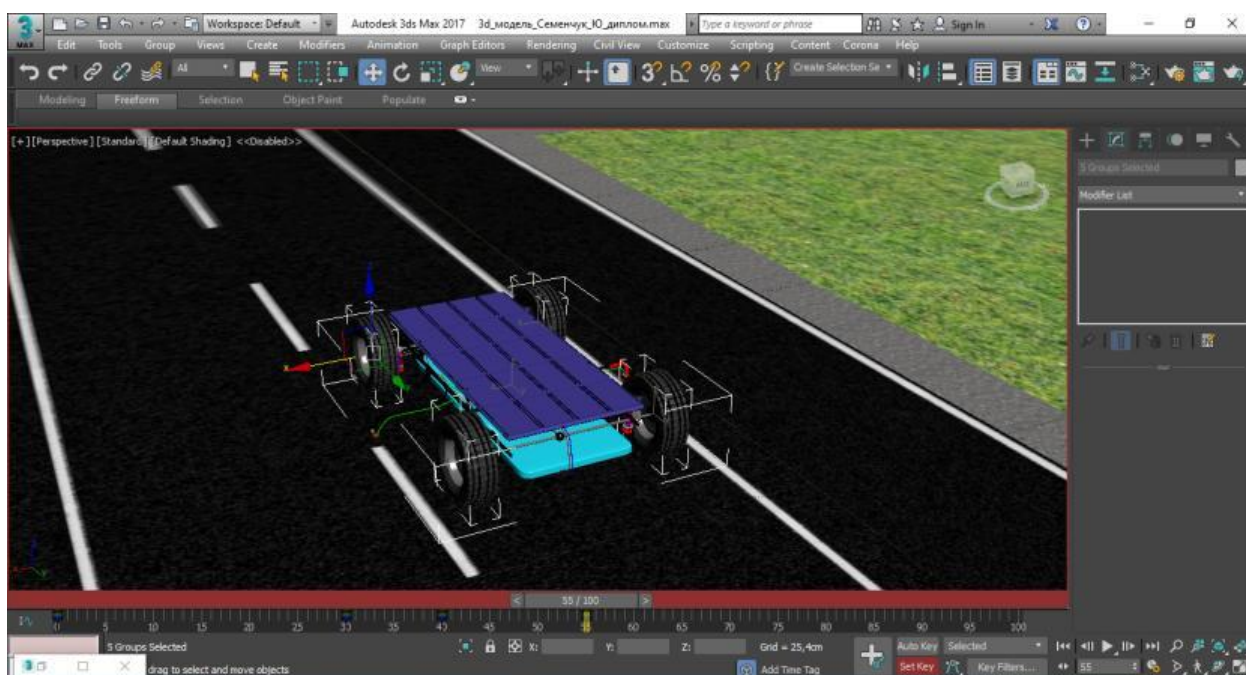


Рисунок 3.45 – Ключ перестроювання в ліву полосу

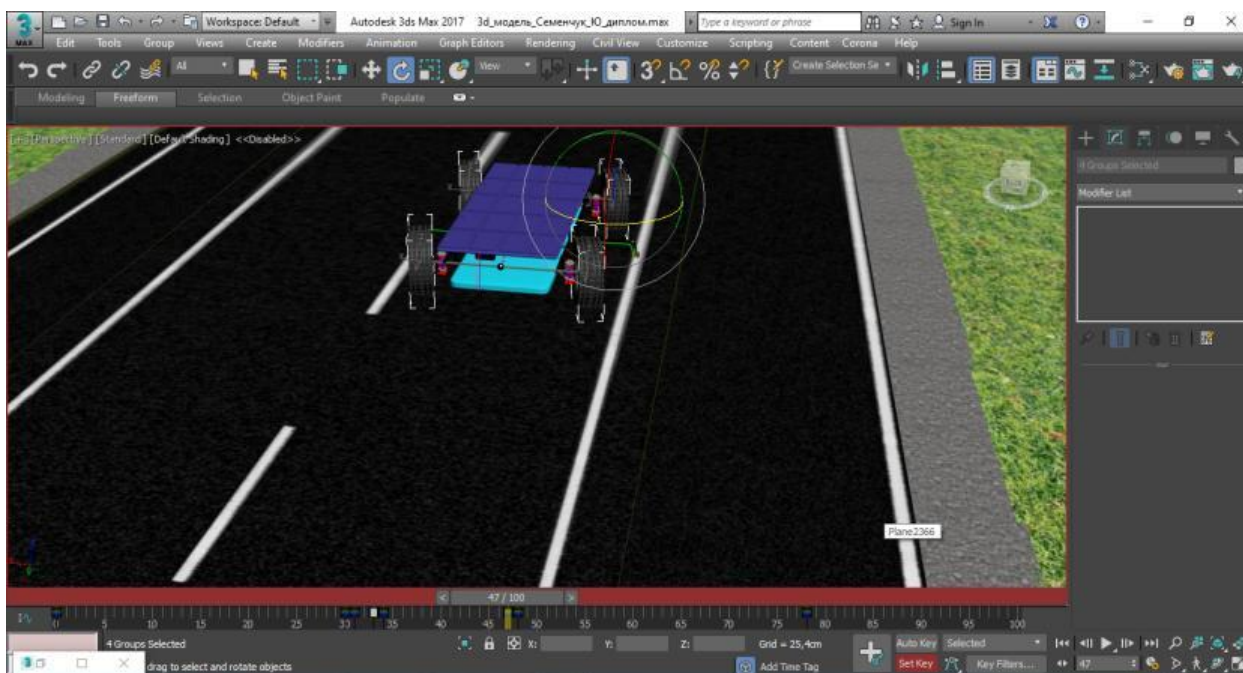


Рисунок 3.46 – Ключі повороту коліс

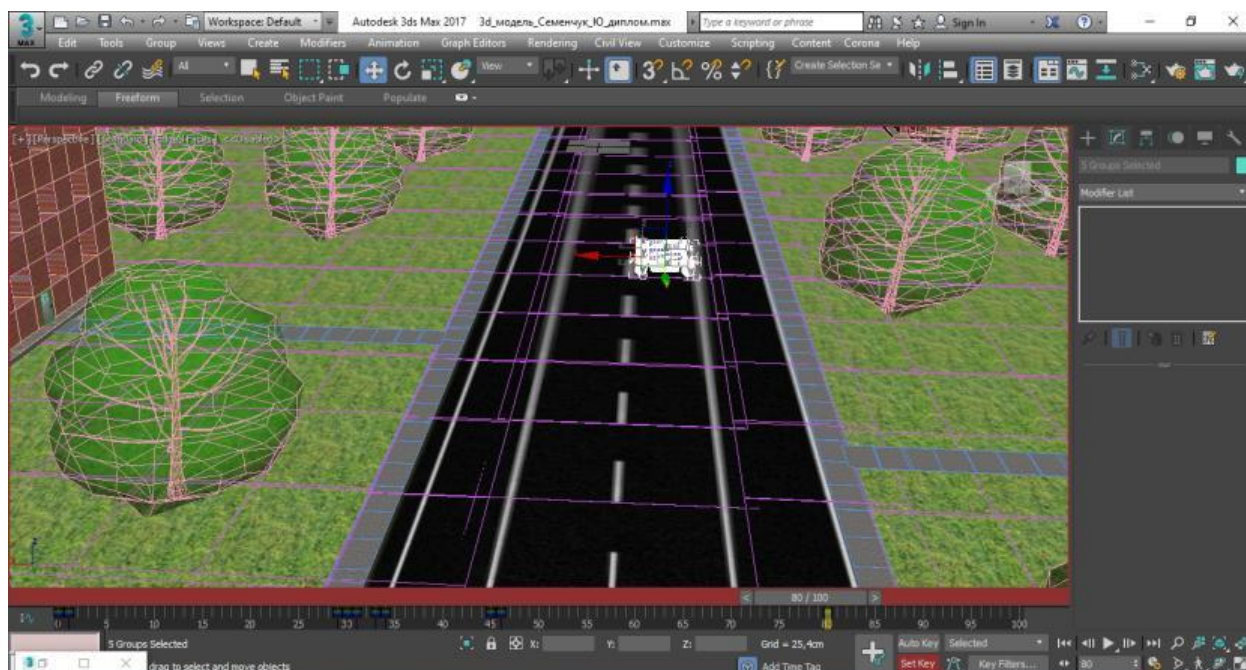


Рисунок 3.47 – Кінцеве положення пристрою

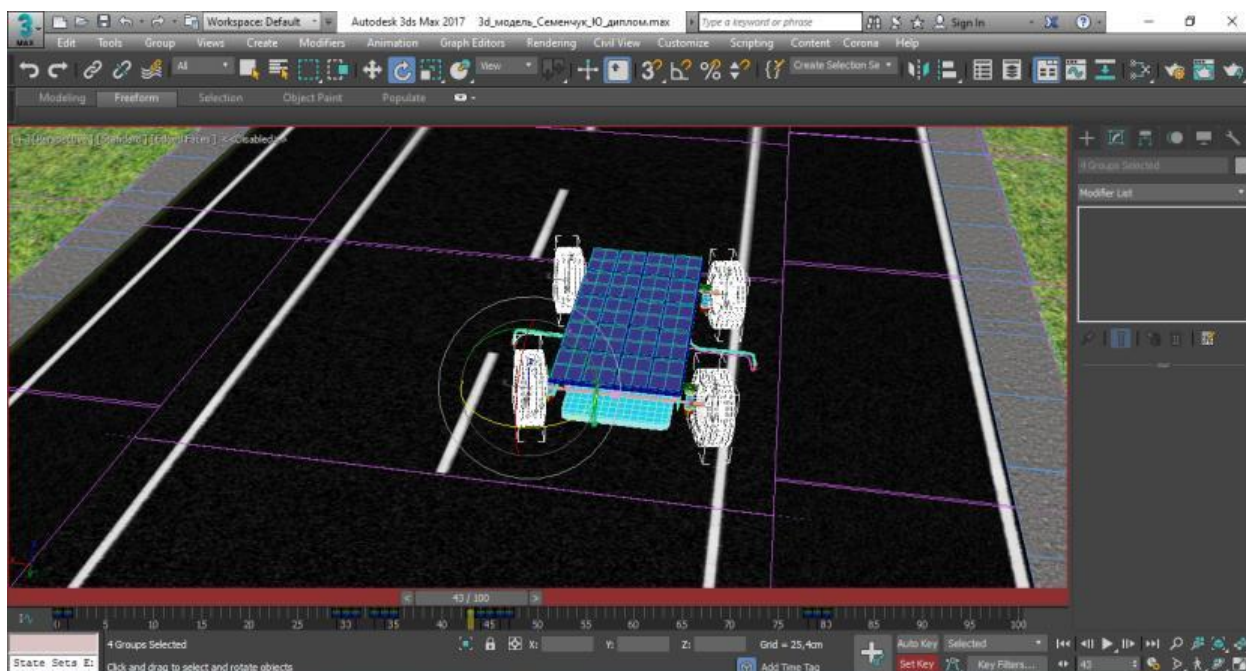


Рисунок 3.48 – Поворот коліс

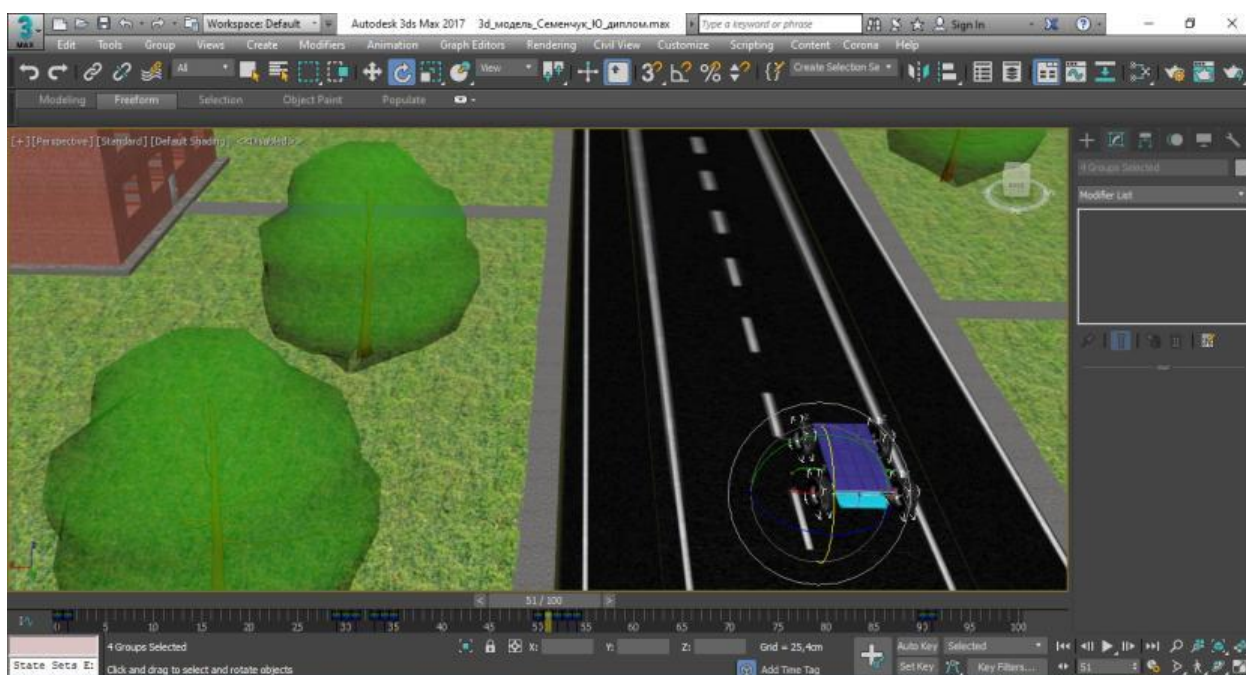


Рисунок 3.49 – Створення ключів для анімації руха колеса

3.5 Візуалізація сцени

Візуалізацію було виконано за допомогою програмного продукту Corona Renderer, який працює із 3Ds Max як додаток.

Corona Renderer – один з найпопулярніших інструментів для реалістичної візуалізації [19].

У розділі Scene General Settings є в наявності достатній різнобічний функціонал [20].

На рисунках 3.50-3.53 зображені всі головні налаштування для візуалізації сцени.

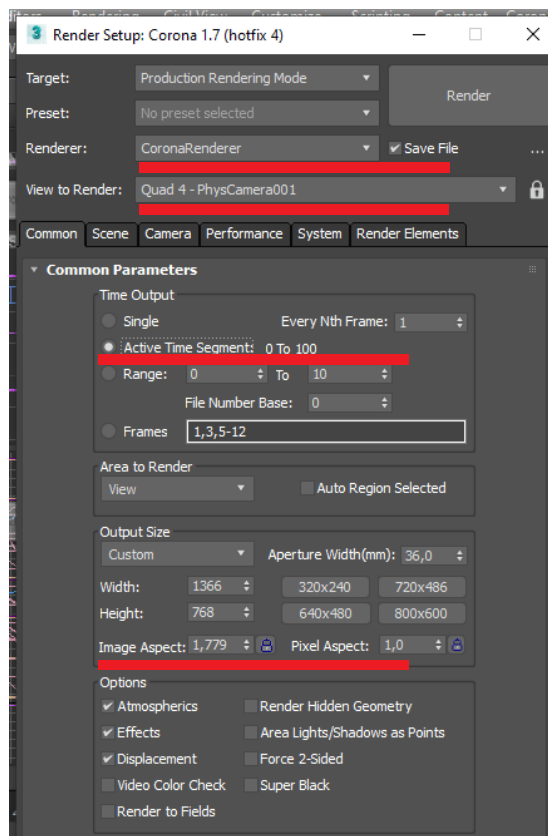


Рисунок 3.50 – Налаштування параметрів для рендера відео

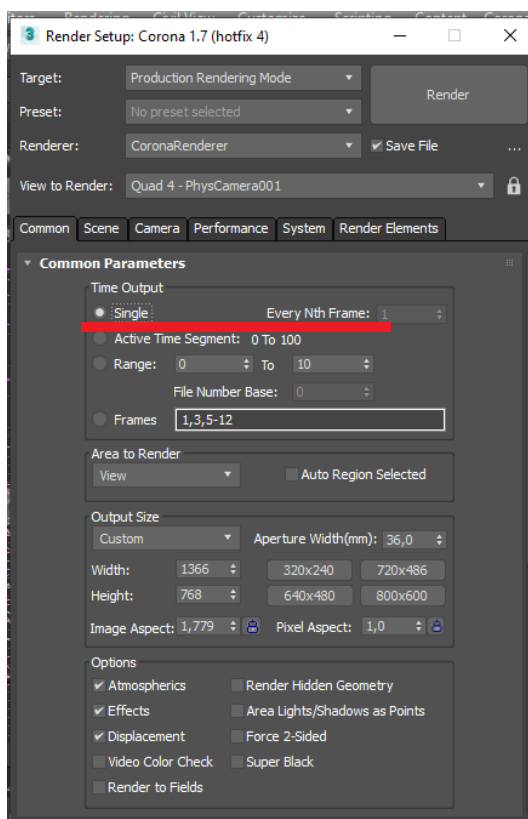


Рисунок 3.51 – Налаштування рендера для одного кадру

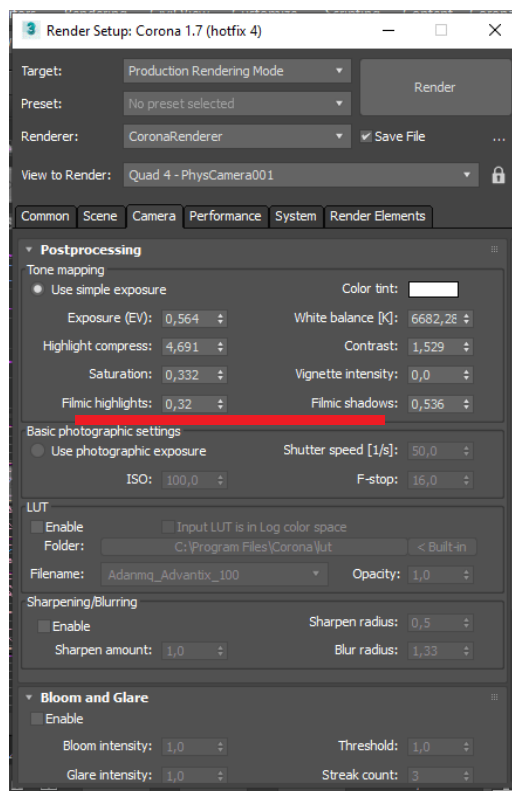


Рисунок 3.52 – Налаштування параметрів камери

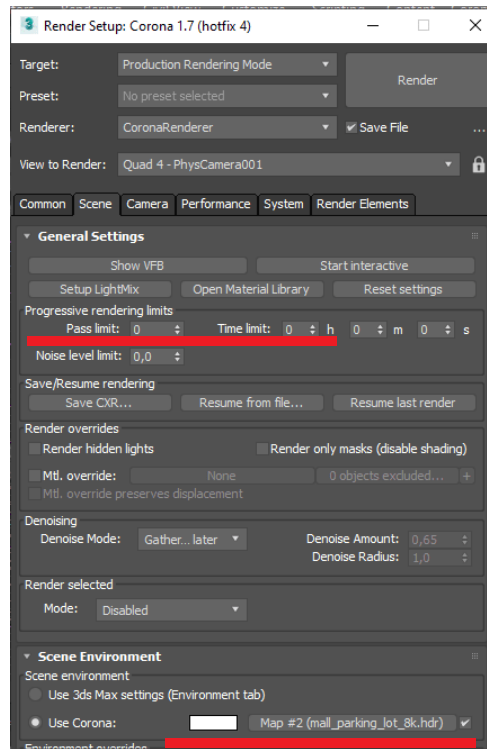


Рисунок 3.53 – Налаштування сцени

У результаті всіх налаштувань було проведено рендеринг (рис. 3.54-3.57).

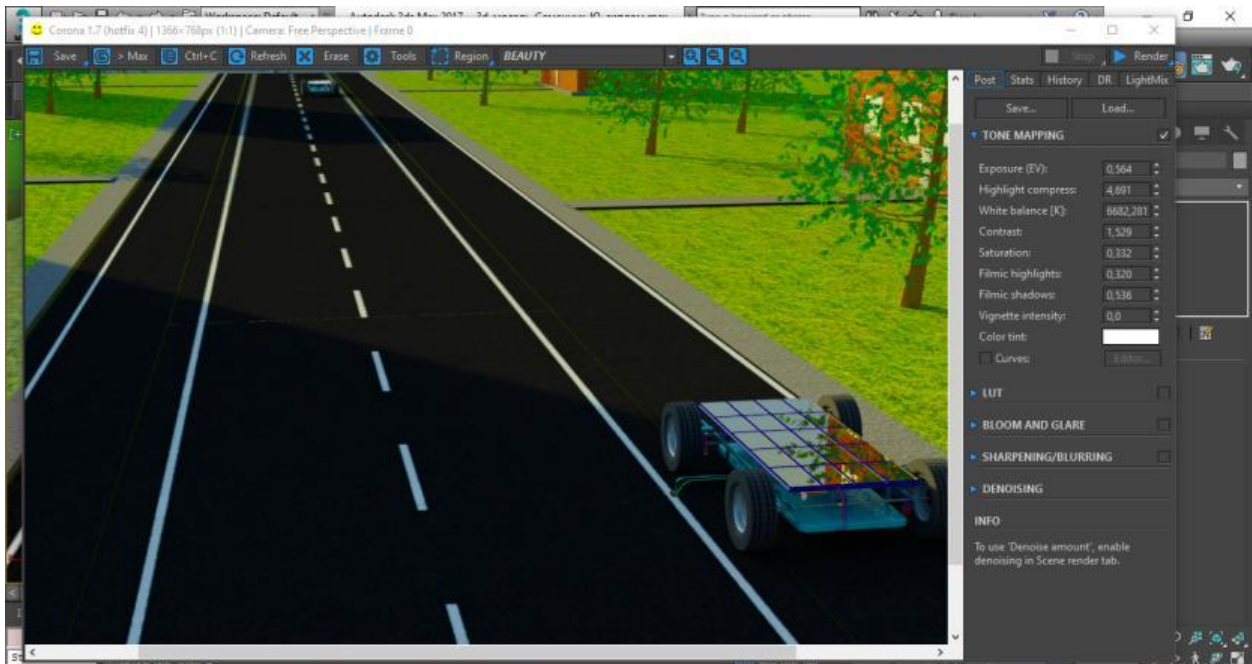


Рисунок 3.54 – Рендеринг одного кадру

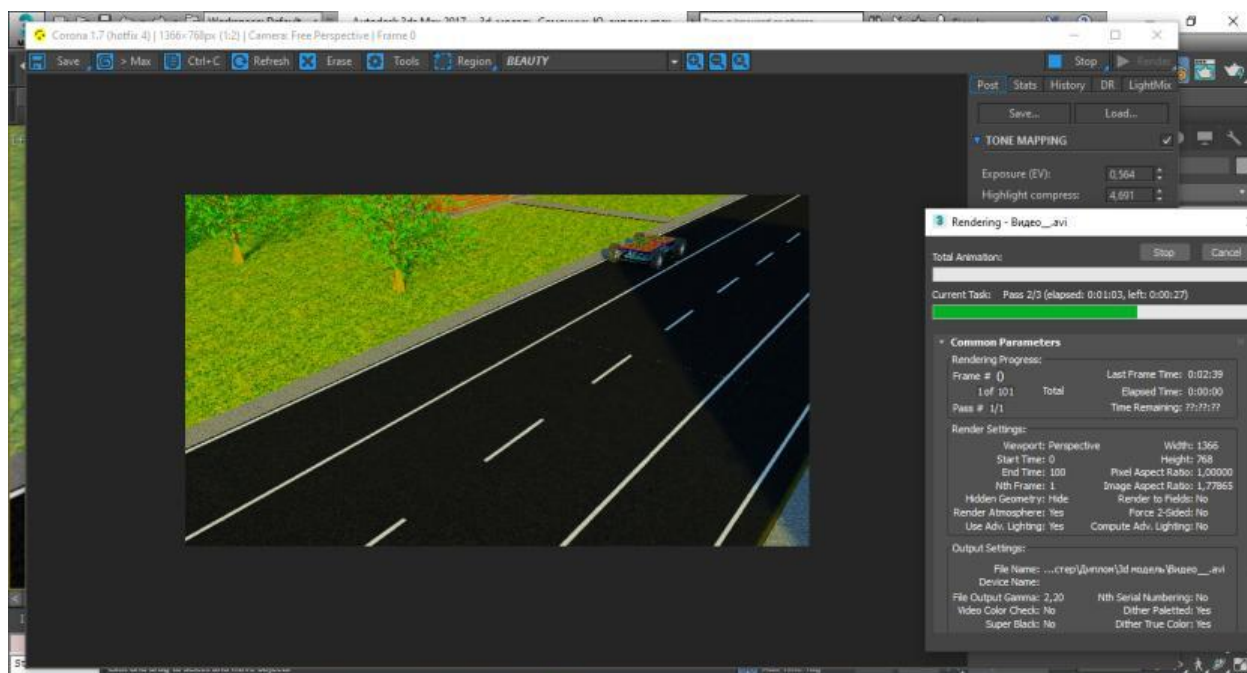


Рисунок 3.55 – Рендеринг відео

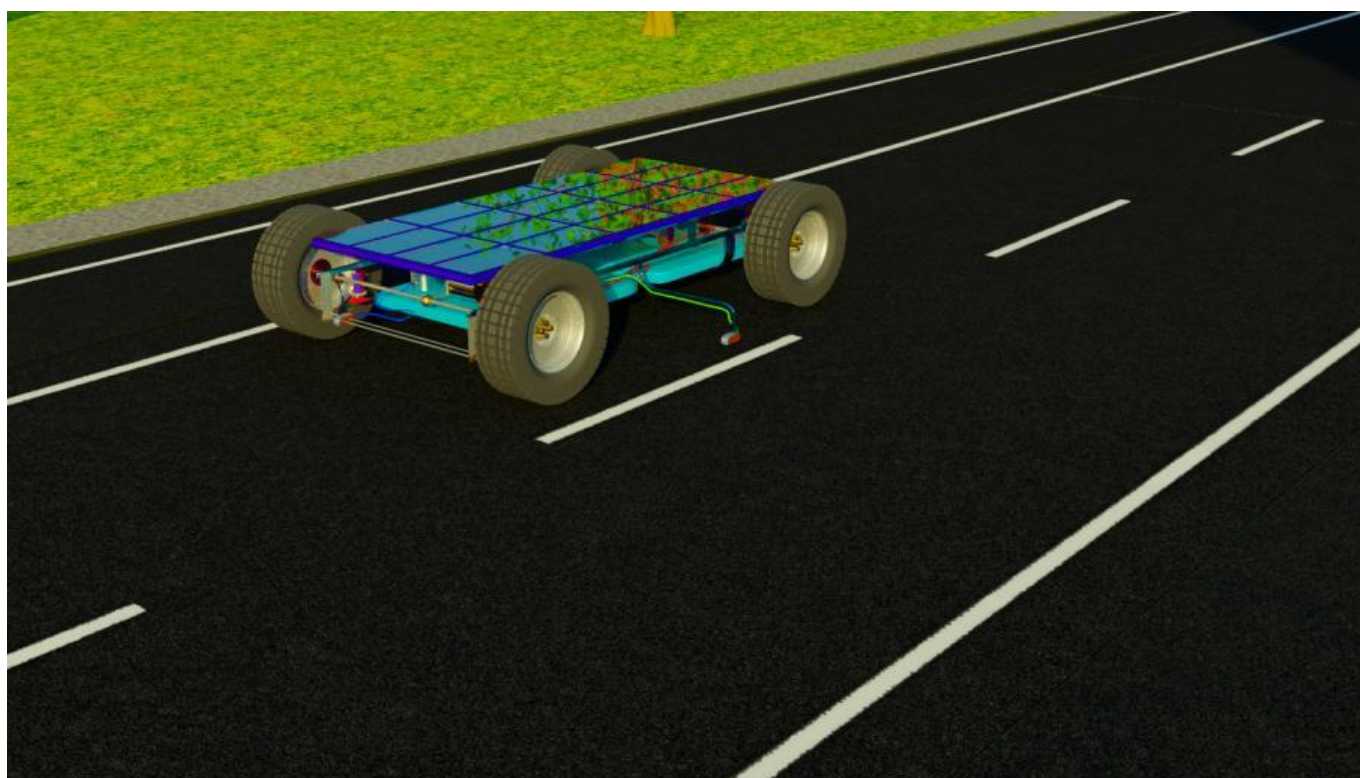


Рисунок 3.56 – Рендеринг сцени

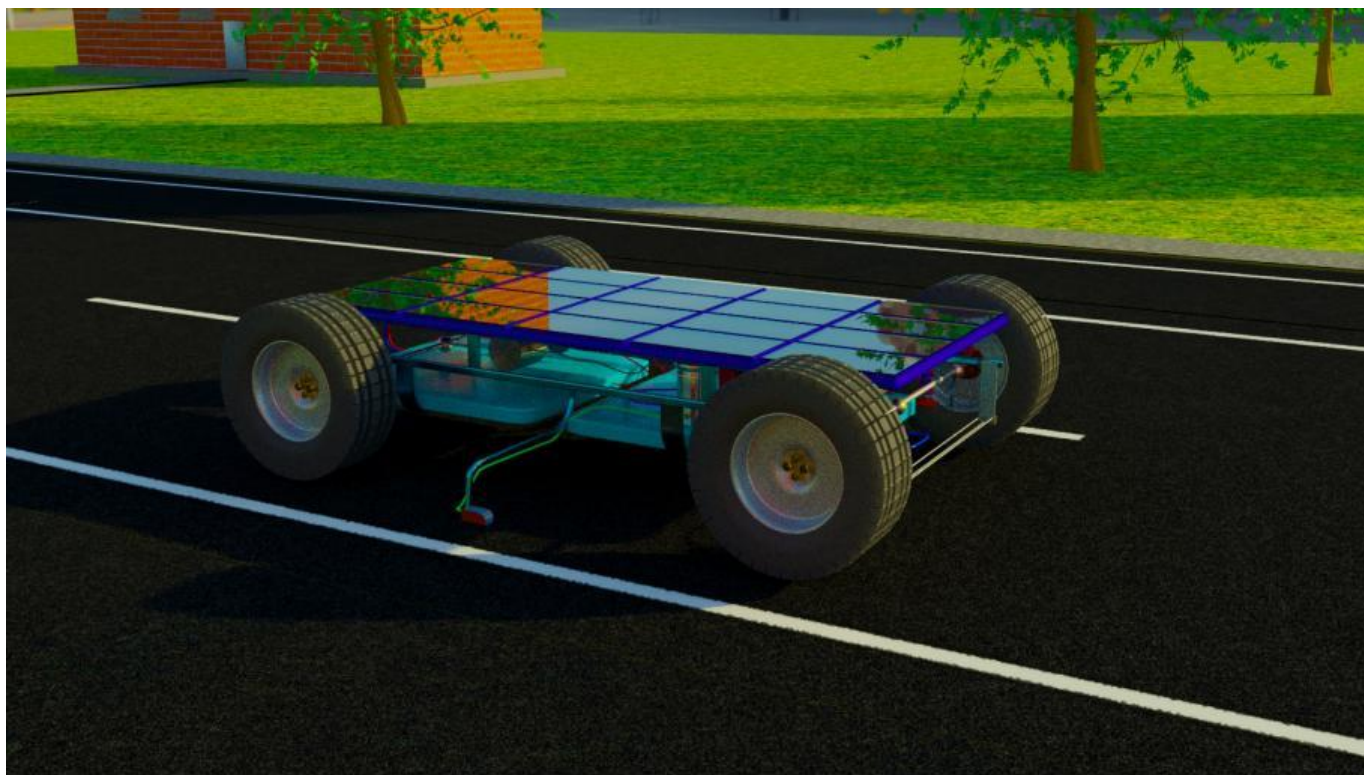


Рисунок 3.57 – Готовый рендеринг

ВИСНОВКИ

Результатом виконання кваліфікаційної роботи є візуалізація 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки.

Для досягнення поставленої мети було виконано наступне:

- досліджено предметну область і визначено актуальність застосування 3D моделювання;
- виконано огляд аналогів 3D моделі пристрою для нанесення дорожньої розмітки;
- виконано постановку мети та задач даного проекту;
- розглянуто засоби реалізації і візуалізації 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки та існуючі методи моделювання для виконання поставленого завдання;
- обрано методи моделювання 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки та засіб її реалізації і візуалізації;
- виконано структурно-функціональне моделювання візуалізації 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки;
- здійснено візуалізацію 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки;
- реалізовано анімацію руху пристрою та проведено її візуалізацію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сфери реалізації 3D-моделювання [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://sites.google.com/site/3dmodeluvana/realizacia-3d-modeluvanna-sferi-ta>
2. 3D Road Line Marking Machine Rigged [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.turbosquid.com/3d-models/3d-road-line-marking-machine-1693118>
3. Road Printer - робот для розмітки доріг [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://novate.ru/blogs/171209/13699/>
4. Visualization the 3d model of the device for intelligent road marking. // Матеріали та програма МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ студентів та молодих учених / – Суми: МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «АСТАНА», 2021. – С. 88.
5. ОБЗОР 3DS MAX [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://3Ddevice.com.ua/blog/3D-printer-obzory/obzor-3Ds-max/>
6. Все про програму 3Ds Max [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://junior3D.ru/article/3Ds-Max.html>
7. ОБЗОР V-RAY И CORONA RENDERER [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://softculture.cc/blog/entries/articles/obzor-v-ray-i-corona-renderer>
8. Побудова контекстної діаграми [Електронний ресурс] – режим доступу: https://studopedia.com.ua/1_162872_pobudova-kontekstnoi-diagrami.html
9. КОМП'ЮТЕРНЕ ДОКУМЕНТОЗНАВСТВО [Електронний ресурс] – режим доступу: http://org2.knuba.edu.ua/pluginfile.php/75345/mod_resource/content/3/КД_Посібник_122_126_БАК.pdf
10. Методологія IDEF0 [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://itteach.ru/bpwin/metodologiya-idef0>

11. Usecase Diagrams [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://www.tsatu.edu.ua/kn/wp-content/uploads/sites/16/laboratorna-robota-5-diahramy-variantiv-vykorystannja.pdf>
12. Compact Material Editor [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2020/ENU/3DSMax-Lighting-Shading/files/GUID-B6CA2B16-8522-4440-9711-E1664F224D04-htm.html>
13. Slate Material Editor [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/3DSMax-Lighting-Shading/files/GUID-7B51EF9F-E660-4C10-886C-6F6ADE9E8F56-htm.html>
14. Physical Camera [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/3DSMax-Rendering/files/GUID-74ECAC41-574C-491F-B98A-E6D7812A78B0-htm.html>
15. Physical camera 3ds Max [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://autocad-specialist.ru/uroki-3ds-max/physical-camera-3ds-max.html>
16. 3ds Max інструменти анімації [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://3dd-modeli.com/uroki-videokursi/3d-grafika/24489-uluchshaem-rabochiy-process-3ds-max-instrumenty-animacii.html>
17. Створення анімації [Електронний ресурс] – режим доступу: https://3d.demiart.ru/book/3D-Max-7/Glava_04/Index05.htm
18. Про важливість першого кадру в анімації [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://3dmaster.ru/uroki/3ds-max-animation-first-frame/>
19. 3DS MAX + CORONA [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://softculture.cc/courses/architects/corona>
20. Scene. Настройки рендера в Corona. [Електронний ресурс] – режим доступу: https://render.ru/ru/Reese_tutorials/post/19577

ДОДАТОК А

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на розробку

**«Візуалізація 3D моделі пристрою для інтелектуального
нанесення дорожньої розмітки»**

1. Призначення й мета візуалізації 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки

Призначення візуалізації

3D-модель дозволить оглянути пристрій із потрібного ракурсу, як він виглядатиме в реальності. Усі помилки можна виправити до випуску першого пробного зразка.

1.2 Мета створення візуалізації 3D моделі

Головна мета проекту – це створення візуалізації 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки.

1.3 Цільова аудиторія

Цільова аудиторія даного проекту охоплює наступні групи:

1. Розробник
2. Замовник

2 Вимоги до проекту

2.1 Вимоги до проекту в цілому

2.1.1 Вимоги до структури й функціонування

Візуалізація 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки повинна бути реалізована засобами 3Ds Max. Кінцевий продукт даного проекту представляє собою 3D модель, яка правильно функціонує з реалістичним матеріалом. Її призначення – це демонстрація інтелектуального нанесення дорожньої розмітки.

2.1.2 Вимоги до розробника

Для створення 3D моделі для розробника мають бути такі навички як:

- досвід роботи в програмі 3Ds Max;
- налаштування матеріалів;

- навички роботи в системі Corona Renderer.

2.2 Структура моделі

Тривимірний модель повинна складатися з наступних частин:

- оточуюче середовище у вигляді дороги, дерев;
- матеріал у кінцевому результаті не повинен виглядати розмитим;
- для кожного об'єкта повинен бути підібраний потрібний матеріал;
- природні джерела світла – наближені до сонячного світла;
- камера – інструмент для створення візуалізації (Physical Camera).

2.3 Вимоги до видів забезпечення

2.3.1 Вимоги до вибору програмного забезпечення

3D модель має реалізовуватись за допомогою програми Autodesk 3Ds Max та додатку Corona Renderer.

2.3.2 Вимоги до лінгвістичного забезпечення

Всі підписи будуть робитись українською або англійською мовою.

2.3.3 Вимоги до візуалізації системи

Візуалізація повинна проводитись за допомогою Corona Renderer.

Рендеринг має бути налаштований таким чином, щоб мати вигляд наближений до дійсності. Результат візуалізації має бути представлений у вигляді зображень з ракурсів однієї чи декількох камер.

2.3.4 Вимоги до апаратного забезпечення

Потрібен комп'ютер із наступними мінімальними характеристиками:

- операційна система: Microsoft Windows 7, 8, 8.1, 10;
- процесор (CPU): 64-bit Intel або AMD багатоядерний процесор;

- відео карта (GPU) бажано NVIDIA та мінімум 1GB відео пам'яті;
- оперативна пам'ять (RAM): 4 GB;
- пам'ять: 6GB для установки програми.

3 Склад і зміст робіт зі створення 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки

Докладний опис етапів роботи зі створення 3D моделі наведено в таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Етапи створення 3D моделі

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки (у робочих днях)
1	Моделювання пристрою	14 днів
2	Моделювання ділянки	14 днів
3	Налаштування матеріалів	5 днів
4	Налаштування камер	4 дні
5	Візуалізація	6 днів
6	Презентація	2 дні
	Загальна тривалість робіт	45 днів

4 Вимоги до складу й змісту робіт із майбутнім використанням 3D моделі

Для використання даної 3D моделі замовнику необхідно встановити 3Ds Max на його персональний комп'ютер. Для перегляду відео, у якому 3D модель пройшла візуалізацію, треба скористатися стандартним відео програвачем.

У процесі розробки 3D моделі необхідно перевірити здатність подальшого використання та сумісність з потрібними програмами.

ДОДАТОК Б. ПЛАНУВАННЯ РОБІТ

Деталізація мети проекту за допомогою методу SMART. Продуктом дипломного проекту предствляє візуалізація 3D моделі пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки.

Результати методу SMART розміщений у таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Деталізація мети методом SMART

Specific (конкретна)	Розробити 3D модель пристрою для інтелектуального нанесення дорожньої розмітки.
Measurable (вимірювана)	Результатом його роботи є оцінка замовника.
Achievable (досяжна)	Ціль даного проекту вважається досяжною, оскільки розробник володіє необхідними навичками створення 3D моделей у 3Ds Max.
Relevant (реалістична)	Для виконання проекту є всі необхідні засоби та знання.
Time-framed (обмежена у часі)	3D модель розроблюється з обмеженням у часі на основі сформованого календарного плану та матриці відповідальності.

Планування змісту структури робіт IT-проекту (WBS). WBS – це графічне подання згрупованих елементів проекту у вигляді пакета робіт, які ієрархічно пов'язані з продуктом проекту. На верхньому першому рівні WBS фіксується продукт проекту. Він повинен відповідати продукту проекту. Наступний II рівень

відповідає діям або основним заходам для досягнення продукту проекту. На рисунку Б.1 приведена WBS-структура даного проекту.

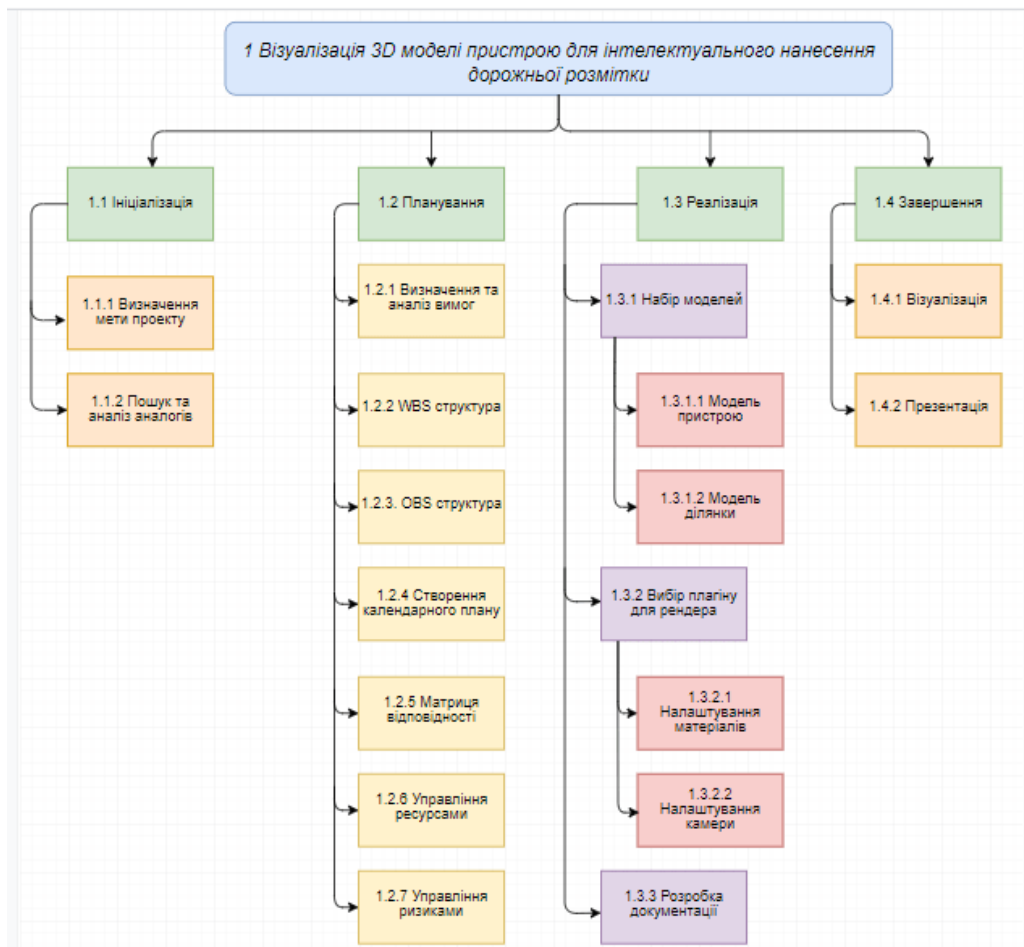


Рисунок Б.1 – WBS-структура

Планування структури організації, для впровадження готового проекту (OBS). Після побудови WBS розробляють організаційну структуру виконавців. OBS-структура проекту – організаційна структура виконавців (організацій) проекту. Визначається за переліком пакетів робіт нижнього рівня кожної гілки WBS-структури.

Організаційна структура представляє собою графічне відображення учасників проекту та їх відповідальних

осіб, які задіяні в реалізації проекту. На верхньому рівні OBS розташована команда проекту.

На наступному рівні фіксуються виконавці: організації, відділи тощо. Потім, рівнем нижче, для кожного виконавця вказують прізвища конкретних осіб, які будуть відповідати за виконання елементарних робіт

WBS.

На рисунку Б.2 приведена OBS-структура даного проекту.

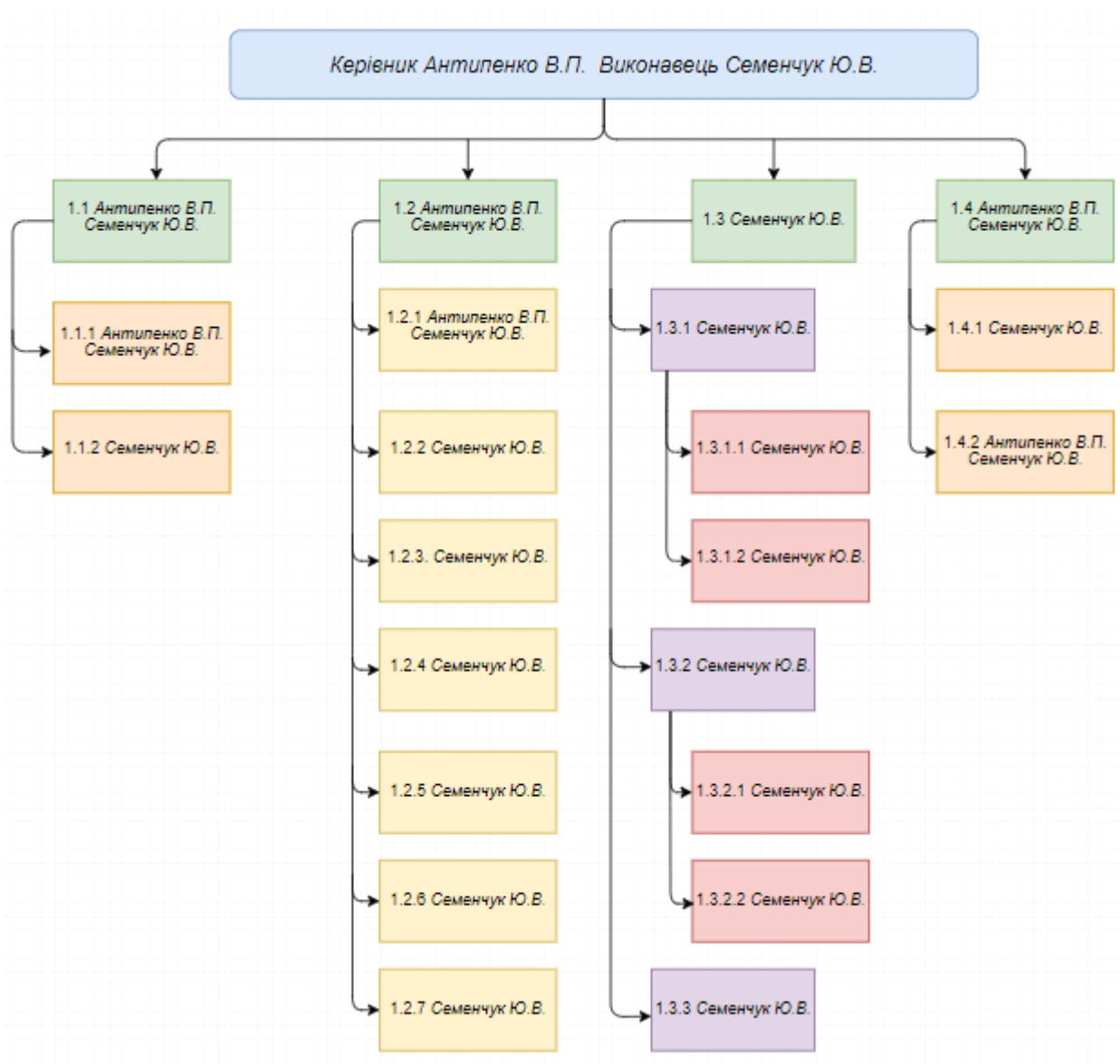


Рисунок Б.2 – OBS-структура

Побудова матриці відповідальності. На підставі OBS та WBS структур будують матрицю відповідальності проекту.

Матриця відповідальності зображена у таблиці Б.2 дозволяє відповісти на запитання: «Хто відповідає за виконання кожної елементарної роботи?».

Таблиця Б.2- Матриця відповідальності

Задача	Семенчук Ю.В.	Антипенко В.П.
1.1 Ініціалізація	+	+
1.1.1 Визначення мети проекту	+	+
1.1.2 Пошук та аналіз аналогів	+	
1.2 Планування	+	+
1.2.1 Визначення та аналіз вимог	+	+
1.2.2 WBS структура	+	
1.2.3. OBS структура	+	
1.2.4 Створення календарного плану	+	
1.2.5 Матриця відповідності	+	
1.2.6 Управління ресурсами	+	
1.2.7 Управління ризиками	+	
1.3 Реалізація	+	
1.3.1 Набір моделей	+	
1.3.1.1 Модель пристрою	+	
1.3.1.2 Модель ділянки	+	
1.3.2 Вибір плагіну для рендера	+	
1.3.2.1 Налаштування матеріалів	+	
1.3.2.2 Налаштування камери	+	
1.3.3 Розробка документації	+	
1.4 Завершення	+	+
1.4.1 Візуалізація	+	
1.4.2 Презентація	+	+

Діаграма Ганта. Для того щоб мати реальне уявлення про тривалість виконання робіт з урахуванням обмеженості у використанні ресурсів, на підставі часткової мережевої моделі, а також, проекту в цілому з урахуванням вихідних та святкових днів, будують календарний графік робіт (діаграму Ганта).

Дана діаграма проекту зображена на рисунку Б.3

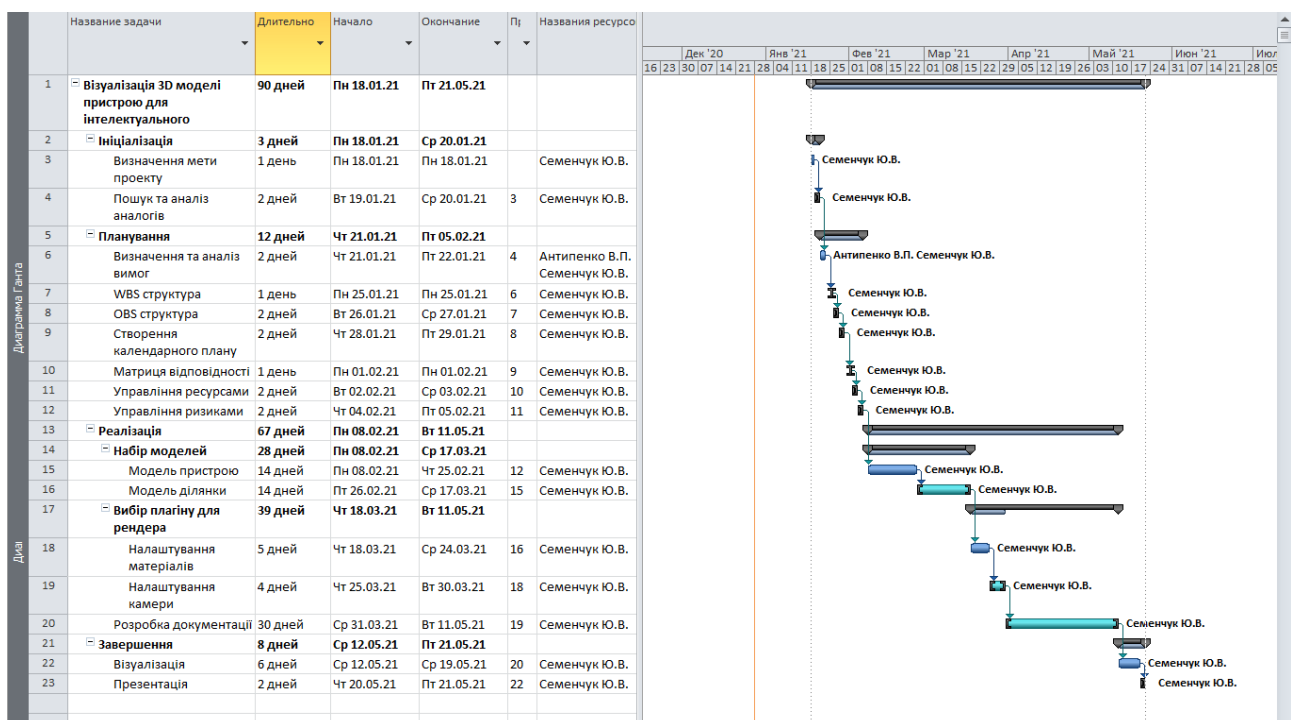


Рисунок Б.3 – PDM Діаграма Ганта

Аналіз ризиків. Управління ризиком – це процес реагування на події та зміни ризиків у процесі виконання проекту.

Кожне рішення яке стосується управління приймається в умовах ризику, яке викликане часом для прийняття рішення та можливої неповної інформації про об'єкт.

Необхідно навчитися передбачати ризик, оцінювати його розміри, планувати заходи щодо його запобігання та не перевищувати допустимих меж. Планування та реалізація проектів відбувається в умовах невизначеності, що породжується зміною внутрішнього та зовнішнього середовища.

Процес управління ризиками в проекті включає такі основні етапи:

1. Планування управління ризиками – процес вибору підходів до планування і управління ризиками для конкретного проекту. Він включає: рішення по організації і кадровому забезпеченню процедур управління ризиками проекту, їх фінансовому забезпеченню; рішення по обмеженнях реагування на ризики, вибору джерел даних і часових інтервалів для ідентифікації ризиків. Фактично на цьому етапі говориться не про самі ризики, але обговорюється і будується система управління ними в даному проекті. Управління ризиками повинне бути сплановане адекватно як рівню і типу ризиків, так і важливості проекту для організації.

2. Ідентифікація ризиків проекту – визначення ризиків, здатних впливати на проект, і документування їхніх характеристик: опис і природа ризику, категорія, умови виникнення, методи реагування. Процес повинний залучити якнайбільше учасників: керівника проекту, замовників, користувачів, незалежних експертів з використанням методу мозкового штурму. Ідентифікація ризиків повинна проводитися регулярно протягом усього життєвого циклу проекту.

3. Якісна і кількісна оцінка ризиків і умов їх виникнення з метою оцінки імовірності їх виникнення і впливу на розвиток проекту. На цьому етапі якісно і кількісно визначається ступінь важливості ризику, розставляються пріоритети для різних категорій ризиків.

4. Планування реагування на виявлені значимі ризики – визначення процедур і методів щодо ослаблення негативного впливу ризикових подій. Стратегія плану реагування повинна відповідати типам ризиків, часовим параметрам. Часто потрібні кілька варіантів стратегій.

5. Моніторинг і контроль ризиків – відстеження поточних, визначення вже існуючих і нових ризиків, виконання плану управління ризиками проекту й оцінка ефективності дій щодо управління ними. Моніторинг ризиків включає контроль ризиків протягом всього життєвого циклу проекту. Якісний контроль виконання проекту подає інформацію для прийняття ефективних рішень щодо подальшого запобігання виникнення ризиків. Для цього необхідна взаємодія між усіма ключовими учасниками проекту.

Шкала ризиків виконання проекту наведена у таблиці Б.3.

Матриця впливу кольорами наведена у таблиці Б.4.

План при виникненні ризику наведений у таблиці Б.5.

Таблиця Б.3 –Шкала ризиків

№ ризику	Назва ризику	Ймовірність виникнення	Величина втрат	Значення ризику
1	Проблеми з ПЗ	2	5	10
2	Припинення фінансування	1	5	5
3	Непорозуміння між розробником та замовником	1	5	5
4	Нечітке завдання на розробку	1	3	3
5	Відсутність моніторингу	3	4	12
6	Збій у носіїві даних	3	3	9

Таблиця Б.4 – Матриця впливу

Ймовірність виникнення					
1					2, 3
2			4		1
3			6	5	
4					
5					
Величина втрат	1	2	3	4	5

Таблиця Б.5 План на ризик

Назва ризику	План при виникненні ризику
Проблеми з ПЗ	Якщо виникла помилка операційної системи, перевстановити операційну систему, перед цим створюємо копію.
Припинення фінансування	Припинення розробки проекту.
Непорозуміння між розробником та замовником	Провести додатковий діалог із замовником та вирішити всі питання.
Нечітке завдання на розробку	Уточнити інформацію у замовника
Відсутність моніторингу	Створити можливість перевірки керівником виконання проекту.
Збій у носіїві даних	Створюємо копії проекту завчасно.