

Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний технологічний університет  
Кафедра комп'ютерної інженерії



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему 3D моделювання сцени анімованого автомобіля  
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача Передерко А.О.  
(прізвище, ініціали)

4 курсу 542б групи

Керівники: к.т.н., ст. викл. Ненов О.Л.  
(посада, прізвище та ініціали)

асист. Колумба І.В.  
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: \_\_\_\_\_  
(посада, прізвище та ініціали)

д.е.н., проф. Басюркіна Н.Й.  
(посада, прізвище та ініціали)

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від 21.06 2023 р., протокол № 8

Завідувач кафедри комп. інженерії \_\_\_\_\_ Сергій Артеменко  
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса - 2023 рік  
**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту  
Кафедра комп'ютерної інженерії  
Ступінь вищої освіти бакалавр  
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Освітня програма Розробка ігор та інтерактивних медіа у віртуальній реальності

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії  
Сергій АРТЕМЕНКО  
« 10 » червня 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

*Передерко Антона Олеговича*

1. Тема роботи 3D моделювання сцени анімованого автомобілю.

Затверджена наказом університету 2022  
від « 10 » серпня р., наказ № 440-03

2 Термін здачі здобувачем закінченої роботи 5 червня 2023 р.

3. Вихідні дані роботи

1. 3D-редактор Blender. 2. Редактор MS Power Point. 3. Редактор MS Word.

4. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Вступ. 2. Дослідження предметної області. 3. Проектування.

4. Створення кісток автомобіля 5. Створення сцени 6. Створення анімаційних кліпів.

7. Економічні розрахунки. 8. Охорона праці. 9. Загальні висновки.

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

Слайд 1. Представлення проекту та ПІБ доповідача. Слайд 2. Мета та об'єкт роботи.

Слайд 3. Програмне забезпечення. Слайд 4. Пошук моделі автомобіля. Слайд 5. Скелет

Автомобіля. Слайд 6. Анімація автомобіля. Слайд 7. Створення ландшафту. Слайд 8.

Текстурування ландшафту. Слайд 9. Анімація камер. Слайд 10. Економічні розрахунки.

Слайд 11. Технології. Слайд 12. Загальні висновки. Слайд 13. Кінець доповіді.

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Економіка</i>	<i>Басюркіна Н.Й., д.е.н., проф.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>Колумба І.В.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Жуковецька С.Л., ст.викл.</i>		

7. Дата видачі завдання 30.09.2022

Керівники \_\_\_\_\_ *Ірина КОЛУМБА*

\_\_\_\_\_ *Олексій НСНОВ*

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ *Антон ПЕРЕДЕРКО*

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз предметної області	15.01.2023	
2.	Аналіз існуючих аналогів	17.02.2023	
3.	Розробка сценарію	05.03.2023	
4.	Розробка сцени та анімації	28.04.2023	
5.	Розробка економічної частини	30.05.2023	
6.	Розробка розділу охорони праці	05.06.2023	
7.	Рендер проекту	19.06.2023	
8.	Оформлення пояснювальної записки	19.06.2023	

Керівники роботи \_\_\_\_\_ *Ірина КОЛУМБА*

\_\_\_\_\_ *Олексій НСНОВ*

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

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

Здобувач - дипломник \_\_\_\_\_ *Антон ПЕРЕДЕРКО*

## АНОТАЦІЯ

Дипломна робота присвячена дослідженню та розробці методів створення нелінійної анімації персонажа у редакторі для роботи з *3D Blender*. Одним із ключових завдань дослідження є вивчення можливостей анімації автомобіля.

Робота включає аналіз основних принципів анімації персонажів, дослідження функціоналу та можливостей редактору *Blender*. Для досягнення поставленої мети, використовується *addon CarRig*, з метою створення більш складних рухів автомобіля.

У процесі розробки дипломної роботи проводяться експерименти з використанням *addon-у CarRig* для створення кісток та контролерів, досліджуються можливості покращення якості анімації шляхом редагування ключових кадрів та впровадження розширених функцій інструменту. Отримані результати будуть проаналізовані та порівняні з існуючими методами створення анімації персонажів, що дасть можливість оцінити ефективність запропонованого підходу.

Проведені економічні розрахунки щодо ефективності проекту, в процесі якого були розраховані витрати на проект, ціна проекту, рентабельність та срок окупності проекту. Також був розрахований час, який витрачався на розробку даного проекту.

Розглянуто питання охорони праці. Вивчені правила безпеки роботи за комп'ютером та можливі наслідки нехтування цими правилами.

## **ABSTRACT**

*The thesis is devoted to the research and development of methods for creating non-linear animation of a character in the editor for working with 3D Blender. One of the key tasks of the research is to study the possibilities of car animation.*

*The work includes an analysis of the basic principles of character animation, a study of the functionality and capabilities of the Blender editor. To achieve the goal, addon CarRig is used to create more complex movements of the car.*

*In the process of developing the thesis, experiments are carried out using the CarRig addon to create bones and controllers, the possibilities of improving the quality of animation by editing key frames and implementing advanced functions of the tool are explored. The obtained results will be analyzed and compared with existing methods of creating animation of characters, which will give an opportunity to evaluate the effectiveness of the proposed approach.*

*Economic calculations were carried out regarding the effectiveness of the project, in the process of which the costs of the project, the price of the project, the profitability and the payback period of the project were calculated. The time spent on the development of this project was also calculated.*

*The issue of labor protection was considered. Learned computer safety rules and the possible consequences of disregarding these rules.*

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1 ДОСІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	10
1.1 Історія виникнення анімації. Види та технології.....	10
1.2. Особливості розробки анімації автомобілей.....	17
1.3. Особливості створення комп'ютерної анімації .....	18
1.4. Сучасні тенденції використання комп'ютерної анімації .....	19
1.5. Огляд програмних засобів для створення комп'ютерної 3Д анімації...	20
Висновок до 1-го розділу .....	23
РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ АНІМАЦІЇ.....	24
2.1. Постановка завдання.....	24
2.2. Розробка пайплайну .....	24
2.3. Розробка сценарію .....	24
2.4. Способи анімації персонажу.....	25
Висновок до 2-го розділу .....	29
РОЗДІЛ 3 СТВОРЕННЯ АНІМАЦІЇ .....	30
3.1 Підготовка автомобіля до анімації.....	30
3.2 Анімація автомобіля .....	32
3.3 Анімація камер .....	34
Висновок до 3-го розділу .....	35
РОЗДІЛ 4 СТВОРЕННЯ АВТОМОБІЛЯ.....	36
4.1 Визначення концепції автомобіля .....	36
4.2 Підбір програмного забезпечення .....	38
4.3 Формування текстурних карт .....	41
4.4 Створення ландшафту .....	42
4.5 Текстурування ландшафту .....	46
4.6 Створення відеоролику.....	48
Висновок до 4-го розділу .....	49

*КРБ.КІ.1.440-03.1.13*

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
		Антон ПЕРЕДЕРКО			3D моделювання сцени анімованого автомобіля	Літ.	Арк.	Акрушів
		Ірина КОЛУМБА					6	
		Марина БУЛЮК				<b>гр. КІ-5426, ОНТУ</b>		
		Світлана ЖУКОВЕЦЬКА						
		Сергей АРТЕМЕНКО						

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ .....	50
5.1 Порівняльний техніко-економічний аналіз проекту .....	50
5.2 Організаційне обґрунтування проекту .....	51
5.3 Класифікаційна оцінка різновиду проекту.....	51
5.4 Етапи виконання проекту.....	51
5.5 Склад робіт проекту та їх тривалість .....	52
5.6 Маркетингове обґрунтування проекту .....	56
5.7 Економічні розрахунки проекту.....	57
5.8 Розрахунок ціни розробки.....	59
5.9 Розрахунок капітальних витрат .....	64
5.10 Розрахунок поточних витрат .....	64
5.11 Розрахунок рентабельності.....	67
Висновки до 5-го розділу .....	69
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	69
6.1 Основні положення охорони праці .....	69
6.2 Недоліки та умови роботи за комп'ютером .....	70
6.3 Пожежна безпека при роботі з комп'ютером. ....	72
Висновок до 6-го розділу .....	74
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	76
ДОДАТКИ.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## ВСТУП

За останні десятиліття швидкий розвиток комп'ютерної графіки та віртуальних технологій спричинив появу революційного напрямку у світі медіа і розваг – 3D графіки та 3D анімації. Ці технології дозволяють створювати реалістичні, динамічні та захоплюючі візуальні ефекти, які раніше були неможливі.

3D графіка та 3D анімація знаходять широке застосування у різних галузях, починаючи від ігрової індустрії та закінчуючи медициною, архітектурою та виробництвом фільмів. Вони дозволяють створювати віртуальні світи, переносячи глядача або користувача у незвичайні, магічні та фантастичні реальності.

Моделювання сцени анімованого автомобіля є однією з захоплюючих галузей комп'ютерної графіки, яка знаходить широке застосування у відеоіграх, кіноіндустрії, рекламі та інших сферах. Створення реалістичних автомобільних сцен потребує глибокого розуміння технік моделювання, текстурювання, освітлення та анімації.

Дипломна робота на тему "Моделювання сцени анімованого автомобіля" присвячена вивченню основних принципів та методів, що лежать в основі створення віртуальних автомобілів та реалістичних автомобільних сцен. Метою цієї роботи є дослідження та аналіз технологій, що використовуються для створення деталізованих моделей автомобілів, довіреності текстур та освітлення, а також створення руху та анімації автомобілів у віртуальних сценах.

В ході дослідження будуть розглянуті ключові аспекти моделювання сцени анімованого автомобіля, включаючи вибір відповідних програмних засобів для моделювання, таких як *Autodesk Maya*, *Blender*, *3ds Max*, інтеграцію деталей автомобіля та його оточення, створення реалістичних матеріалів та текстур, а також створення ефектів освітлення, що додають життєвості сценам.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Окрім того, у роботі буде приділено увагу розвитку та трендам у галузі моделювання сцени анімованого автомобіля. Вивчення історії та еволюції цієї галузі дозволить зрозуміти, які нові можливості та технології впливають на процес створення реалістичних автомобільних сцен.

Ця дипломна робота має важливе значення для професіоналів у сфері комп'ютерної графіки та візуалізації, а також для студентів та ентузіастів, які цікавляться створенням віртуальних автомобілів. Результати дослідження та аналізу, представлені в роботі, можуть бути корисними як для тих, хто вже працює у галузі, так і для тих, хто тільки починає свій шлях у цьому захоплюючому полі.

Далі у роботі будуть проведені детальні аналізи технік моделювання, текстурювання, освітлення та анімації, які застосовуються в моделюванні сцени анімованого автомобіля. Результати цього дослідження не тільки розширяють знання у цій галузі, але й сприятимуть подальшому розвитку інноваційних рішень та підходів у створенні реалістичних автомобільних сцен.

Об'єктом дослідження є процес створення 3D анімації персонажу на основі нелінійної анімації.

Предметом дослідження є технології створення 3D анімації персонажу на основі нелінійної анімації.

Завдання:

1. Дослідити процес створення анімації персонажу
2. Визначити технології та етапи створення персонажу.
3. Дослідити та проаналізувати методи підготовки персонажа до анімації.
4. Дослідити способи та методи тривимірної анімації персонажу.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# РОЗДІЛ 1 ДОСІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

## 1.1 Історія виникнення анімації. Види та технології

Мультиплікація, або анімація, — технічні прийоми створення ілюзії зображень, що рухаються за допомогою послідовності нерухомих зображень, що змінюють один одного з великою частотою. Мультиплікаційне кіно поряд із ігровим є різновидом художнього кіно.

Принцип анімації знайшли задовго до винайдення братами Люм'єр кінематографу. Бельгійський фізик Жозеф Плато, австрійський професор-геометр Симон фон Штампфер та інші вчені і винахідники використовували для відтворення на екрані зображень, що рухались внаслідок обертання диска чи стрічки з малюнками, систему дзеркал і джерело світла — ліхтар.

30 серпня 1877 року вважається днем народження мальованої анімації — був запатентований винахід Еміля Рено, який винайшов основи технології виготовлення анімаційних фільмів, які лишилися незмінними до винайдення комп'ютерних технологій: «покадрова зйомка» малюнків або іншого матеріалу — за фазами руху. Еміль Рено називав свої фільми «світловими пантомімами», «оптичними виставками».

Майбутньому бурхливому розвитку анімації посприяли не лише фільми, що були зроблені в минулому, а й певний технічний поступ. Найважливішим досягненням в цій сфері став винахід Рауля Барра перфорований целулоїд, що дозволяв зафіксувати лист з малюнком за допомогою штифтів.

1929 рік — Волт Дісней знімає «Танець скелетів» («*Skeleton Dance*») перший із серії «Веселі симфонії».

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Це надзвичайно захоплюючий стиль образотворчого мистецтва, який є технологією створення анімаційних фільмів. Як матеріал зазвичай використовується очищений і просіяний пісок (сіль, кава), які тонким шаром наносяться на скло. За допомогою діапроектора або світлової дошки можна передавати зображення на екран. Всі дії в цій техніці виконуються руками або за допомогою пензлика. І хоча картина легко може бути зіпсована одним необережним рухом, особливих навичок чи умінь для освоєння на майстер-класі пісочна анімація не вимагає.



Рис. 1.4 – пісочна анімація

– Голковий екран

Голковий екран є вертикальною площиною, через яку проходять рівномірно розподілені довгі тонкі голки. Голки можуть переміщатися перпендикулярно до площини екрану. Число голок може бути від кількох десятків тисяч до мільйона. Голки, звернені вістрям до об'єктиву, не видно, але нерівномірно висунуті голки відкидають тіні різної довжини. Якщо висунути їх – картинка темніє, якщо втягнути – світлішає. Повністю втягнуті голки дають білий лист без тіней. Зображення виходить переміщенням джерела світла та рухом голок.

– Тіньова анімація

Грунтується на зйомці силуетних, тіньових, зображень на площині.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13





Рис. 1.7 – 3D анімація

– 2D анімація

Спосіб створення динамічного зображення, яке має всього дві величини: висоту та ширину. Частота зміни кадрів при двовимірній мультиплікації може перевищувати 16 картинок за секунду.

Види технологій:

1. За методом анімування:

– Покадрова технологія — це технологія, за якою кожен кадр малюється окремо. Найбільш складна й тривала, вимагає високої майстерності, досвіду та інтуїції. Проте ця технологія дозволяє здійснити практично будь-які зміни об'єкта, реалізувати найвибагливіші задуми.

– Технологія «Ключових кадрів» — полягає в тому, що створюються не всі кадри, а лише «ключові», між ними «проміжні кадри» малюються автоматично. До цієї технології можна віднести й некомп'ютерний тип анімації, коли головний аніматор займався «ключовими кадрами», а підрядні аніматори малювали «проміжні».

– Технологія «Захоплення руху» (*«Motion capture»*) — відносно молода технологія, де об'єкти рухаються або змінюють форму внаслідок аналогічних дій реальними істотами або неживих об'єктів, до яких прикріпленні датчики, що фіксуються в просторі та передають дані до комп'ютера. Ця технологія допомагає захопити найскладніші реалістичні рухи.

2. За типом змінювання параметрів об'єктів:

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— Технології руху — технології, що дозволяють передати рух об'єкта або його частин.

— Технології форми «Морфінг» («*Morphing*») — технології зміни форми. Часто використовуються для перетворення одного об'єкта в інший. Зазвичай виконується з допомогою технології «ключових кадрів».

— Анімація кольору — технології трансформації забарвлення об'єкта.

### 3. Запис руху

Дані анімації записуються спеціальним обладнанням з об'єктів, що реально рухаються, і переносяться на їх імітацію в комп'ютері. Найпоширеніший приклад такої техніки — *Motion capture* (захоплення рухів). Актори у спеціальних костюмах з датчиками здійснюють рухи, які записуються камерами та аналізуються спеціальним програмним забезпеченням. Підсумкові дані про переміщення суглобів та кінцівок акторів застосовують до тривимірних скелетів віртуальних персонажів, чим досягають високого рівня достовірності їхнього руху.

Такий метод використовують для перенесення міміки живого актора на його тривимірний аналог в комп'ютері.

### 4. Процедурна анімація

Процедурна анімація повністю або частково розраховується комп'ютером. Сюди можна включити такі її види:

— Симуляція фізичної взаємодії твердих тіл.

— Імітація руху систем частинок, рідин та газів.

— Імітація взаємодії м'яких тіл (тканини, волосся).

— Розрахунок руху ієрархічної структури зв'язків (скелета персонажа) під зовнішнім впливом (*Ragdoll*).

— Імітація автономного (самостійного) руху персонажа. Прикладом такої системи є програма *Euphoria*.

### 5. Програмна анімація

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний принцип при створенні програмної анімації полягає у зміні властивостей об'єкта між початковим та кінцевим станом відповідно до деякого алгоритму (функції).

При зміні стану об'єкта найчастіше змінюються координати об'єкта, його розміри, кут повороту, іноді може змінюватися колір чи прозорість об'єкта.

Об'єкти, на яких будується програмна анімація можуть бути дуже прості (кола, відрізки, відрізки-точки тощо), а можуть і самі містити в собі анімовані об'єкти і навіть об'єкти з кількома рівнями вкладеності.

## 1.2. Особливості розробки анімації автомобілей

Анімація автомобіля має свої особливості, які можуть суттєво впливати на її сприйняття та реалізацію. Ось деякі з них:

**Деталізація:** Важливо зробити автомобіль якомога більш реалістичним та деталізованим. Це включає всі елементи, від деталей кузова до коліс і дисків.

**Фізика:** Автомобіль повинен рухатися відповідно до фізичних законів, включаючи інерцію, тертя, сили опору повітря тощо. Це допоможе створити відчуття реалістичності та достовірності.

**Динаміка руху:** Автомобіль повинен рухатися плавно та природно. Це може включати анімацію пружин підвіски, детальну роботу двигуна, а також відповідні звуки.

**Освітлення:** Правильне освітлення допоможе створити відчуття глибини та об'ємності автомобіля. Важливо зважати на різні джерела світла, такі як фари, задні ліхтарі, вуличне освітлення тощо.

**Камера та ракурс:** Вибір правильного ракурсу та камери може суттєво впливати на сприйняття автомобіля. Наприклад, ракурс, коли камера знаходиться на рівні очей водія, допоможе створити відчуття того, що ви самі знаходитесь за кермом.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Текстури: Правильно вибрані текстури можуть зробити автомобіль більш реалістичним. Важливо зважати на всі елементи, такі як шкіра, пластик, метал і т.д.

Додаткові елементи: Додаткові елементи, такі як сонцезахисні козирки, антени, задні дзеркала тощо. допомагають створити відчуття повноти та реалістичності.

### 1.3. Особливості створення комп'ютерної анімації

Створення комп'ютерної анімації - це процес, який потребує врахування низки особливостей та застосування відповідних технологій та інструментів.

Ось деякі з них:

- Використання комп'ютерних програм: Комп'ютерні програми для анімації, такі як *Maya*, *Blender*, *3ds Max* і т.д. дозволяють створювати та керувати об'єктами, текстурами, освітленням, камерами та іншими елементами сцени.
- 3D моделювання: Створення 3D моделей є основою комп'ютерної анімації. Воно включає створення геометричних форм і структур об'єктів, а також встановлення їх параметрів і текстур.
- Робота з ключовими кадрами: Ключові кадри є основою анімації. Вони визначають положення, поворот, масштаб та інші параметри об'єктів кожного кадру анімації.
- Робота з кривими: Криві дозволяють встановити плавний хід руху об'єктів між ключовими кадрами. Вони визначають, як об'єкт рухатиметься між двома ключовими кадрами.
- Анімація персонажів: Анімація персонажів вимагає спеціальних технік та інструментів, таких як системи скелетного анімування, морфінг та деформації.

- Висвітлення: Висвітлення є важливим елементом анімації, оскільки воно впливає на сприйняття та настрої сцени. Використання різних джерел світла, тіней, рефлексів та інших ефектів дозволяє створити більш реалістичну та динамічну анімацію.
- Рендеринг: Рендеринг – це процес створення фінальної версії анімації, який може зайняти багато часу та ресурсів. Він включає розрахунки освітлення, текстур, тіней та інших ефектів, які повинні бути додані в кінцеву версію анімації.
- Пост-продакшн: Пост-продакшн - це етап, на якому виконуються фінальні редагування, додаються звукові ефекти, музика та інші додаткові елементи. Цей етап допомагає довести анімацію до повної досконалості та готовності для демонстрації.

#### **1.4. Сучасні тенденції використання комп'ютерної анімації**

Сучасні тенденції використання комп'ютерної анімації включають такі напрями:

- Кіно та телебачення: Комп'ютерна анімація широко використовується в кіно та телебаченні для створення візуальних ефектів, спецефектів, цифрових даблерів, а також для створення анімаційних фільмів та серіалів.
- Реклама та маркетинг: Комп'ютерна анімація використовується в рекламі та маркетингу для створення рекламних роликів, відеороликів, анімаційних банерів, презентацій та інших матеріалів.
- Навчання та освіта: Комп'ютерна анімація використовується в навчанні та освіті для створення інтерактивних навчальних матеріалів, тренажерів, відеолекцій, презентацій та інших матеріалів.
- Ігрова індустрія: Комп'ютерна анімація є невід'ємною частиною ігрової індустрії, де вона використовується для створення 3D моделей

персонажів, рівнів, навколишнього середовища, а також створення спецефектів і анімації в реальному часі.

- Архітектура та дизайн: Комп'ютерна анімація використовується в архітектурі та дизайні для створення віртуальних моделей будівель, інтер'єрів, меблів, автомобілів та інших об'єктів.
- Медицина та наука: Комп'ютерна анімація використовується в медицині та науці для створення тривимірних моделей органів та тканин людини, для візуалізації біологічних процесів тощо.
- Соціальні мережі та інтернет: Комп'ютерна анімація широко використовується в соціальних мережах та інтернеті для створення анімованих *GIF*-зображень, емодзі, стікерів, відеороликів та інших контентів.
- В цілому, використання комп'ютерної анімації продовжує розширюватися в різних галузях і набувати все більшого значення в сучасному світі.

### **1.5. Огляд програмних засобів для створення комп'ютерної 3D анімації**

Існує безліч програмних засобів створення комп'ютерної анімації. Ось деякі з найбільш популярних та поширених:

1. *Autodesk Maya*: Одна з найпопулярніших програм для створення 3D-анімації, яка використовується в кіно, ігровій індустрії та інших галузях.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





12. *Unreal Engine*: Також двигун для розробки відеоігор, який має інструменти для створення 3D анімацій.

Це лише деякі з багатьох програмних засобів для створення комп'ютерної анімації. Вибір програми залежить від конкретних потреб та завдань, а також від бюджету.

### **Висновок до 1-го розділу**

В першому розділі розглянуті види анімацій, особливості створення комп'ютерної анімації та анімації автомобілей, сучасні тенденції використання комп'ютерної анімації. Був проведений огляд програмних засобів для створення комп'ютерної 3D анімації.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						23
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ АНІМАЦІЇ

### 2.1. Постановка завдання

Мета моєї дипломної роботи – створення анімації автомобіля, який буде рухатися скелястій місцевості. Для створення моделі та анімування я буду використовувати програмне забезпечення *Blender*.

### 2.2. Розробка пайплайну

Пайплайн створення автомобіля та його анімації:

1. Створення моделі автомобіля (завантаження). Модель має бути створена з урахуванням усіх деталей, які необхідно анімувати, наприклад: колеса, кермо та двері.
2. Розробка ригінгу. Необхідно створити скелет, який включатиме всі необхідні кістки для анімації автомобіля.
3. Створення анімації. Необхідно створити криву яка буде описувати рух автомобіля.
4. Інтеграція із оточенням. Це може включати створення текстур і освітлення для моделі, а також додавання заднього фону і звукових ефектів.
5. Рендеринг.
6. Пост-продакшн. На цьому кроці можна внести додаткові зміни до кінцевого відео, наприклад, додати ефекти або підкоригувати колірну гаму.

### 2.3. Розробка сценарію

Сюжет сценарію

Автомобіль, модель якого буде створена на основі існуючої моделі, а саме *Mercedes-Benz G63*. А локацією буде скеляста місцевість.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сцена буде виглядати так: Автомобіль починає рух по бездоріжжю, працює підвіска коли автомобіль їде по нерівній дорозі, легкий підйом, потім спуск, в кінці повертає кермо направо та зупиняється.

## 2.4. Способи анімації персонажу

*Blender* - це вільне та відкрите програмне забезпечення для 3D-моделювання, анімації, рендерингу, пост-обробки, створення інтерактивних програм та багато іншого.

Основні способи анімації персонажу:

Існує кілька способів анімації автомобіля у 3D-програмах, включаючи *Blender*. Деякі з них:

Ключова анімація (*Keyframe Animation*) - цей метод полягає у створенні ключових кадрів (кадрових позицій) автомобіля на певних моментах часу та у наступному переміщенні автомобіля між ними. Ключові кадри можуть включати такі параметри як положення, поворот, масштаб, а також параметри руху, такі як швидкість, прискорення та уповільнення.

Щоб створити ключову анімацію автомобіля в *Blender*, треба виконати наступні дії:

- Вибрати об'єкт, який хочу анімувати (в даному випадку – автомобіль).
- Перейти у режим "Об'єкт" (*Object Mode*), натиснувши на відповідну кнопку в нижній частині 3D-віджету.
- Поставити кадр на часовій шкалі, де хочу почати анімацію. Для цього перейти в режим "Анімації" (*Animation*) і натиснути кнопку "Додати ключовий кадр" (*Add Keyframe*) в меню "Об'єкт" (*Object*), потім вибрати параметри, які треба анімувати, наприклад, положення, поворот, масштаб і т.д.

- Перемістити автомобіль на іншу позицію на наступному кадрі, який я хочу анімувати.
- Знову натиснути кнопку "Додати ключовий кадр" і вибрати ті ж параметри, що й у попередньому кроці.
- Повторити кроки 4-5 для кожного кадру анімації, яку потрібно створити.
- Щоб побачити результат анімації, треба перейти у режим "Анімація" і натиснути кнопку "Відтворити анімацію" (*Play Animation*) на часовій шкалі.
- Для налаштування швидкості та часу анімації, можна використовувати інструменти у верхній частині 3D-віджета, наприклад, "Швидкість відтворення" (*Playback Speed*) та "Кількість кадрів" (*Frame Range*).

Використання кривих (*Curve Animation*) – цей метод використовує криві Безьє або сплайни для опису руху автомобіля. Аніматор може задати напрямок та швидкість руху автомобіля на кожній ділянці кривої.

Для даного методу анімації слід виконати такі дії:

- Створити об'єкт, який бажаю анімувати.
- Перейти до об'єкта (*Object Mode*) і вибрати об'єкт.
- Натиснути клавішу "Пробіл" (*Space*), щоб викликати меню пошуку, і знайти операцію "Додати криву" (*Add Curve*).
- Вибрати потрібний тип кривої (наприклад, криву Безьє) та намалювати її на сцені.
- Вибрати об'єкт, який потрібно зв'язати з кривою.
- Перейти в режим "Анімація" (*Animation*) і встановити кадр на часовій шкалі, на якому я хочу почати анімацію.
- Вибрати властивість об'єкта, яку потрібно анімувати (наприклад, положення, поворот або масштаб) і встановити його значення в початкову позицію.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вибрати криву, яку я створив раніше, і перейти у режим "Редагування кривої" (*Curve Editing*).
- Натиснути клавішу Tab, щоб перейти до режиму редагування кривої.
- Використовувати різні інструменти редагування кривої, щоб змінити форму кривої на цьому кадрі. Наприклад, можна додати нові точки на кривій або змінити їх положення, щоб створити бажану форму руху.
- Перейти на наступний кадр на часовій шкалі і повторити кроки 7-10, змінюючи форму кривої, щоб створити плавний та природний рух об'єкта.
- Повторювати ці кроки для кожного кадру анімації, доки не буде створено бажану анімацію.

Риггінг (*Rigging*) - це процес створення скелета автомобіля, який може бути керованим аніматором, щоб створити плавні та реалістичні рухи. Риггінг може включати управління колесами, поворотами керма, дверима та іншими деталями автомобіля.

Для цього методу виконати наступні дії:

- Створити об'єкт, який я бажаю анімувати.
- Перейти до об'єкта (*Object Mode*) і вибрати об'єкт.
- Натиснути клавішу *Shift+A*, щоб викликати меню додавання об'єктів, і вибрати "Створити скелет" (*Armature*).
- Намалювати скелетну систему на сцені, використовуючи інструменти "Кістка" (*Bone*) та "З'єднувальний шматок" (*Joint*).
- Вибрати об'єкт, який потрібно зв'язати зі скелетною системою.
- Перейти в режим "Об'єкт" та натиснути клавішу *Shift* + вибрати скелетну систему.
- Натиснути клавішу *Ctrl+P*, щоб викликати меню зв'язування об'єкта зі скелетною системою, та вибрати операцію "З автоматичним ваговим розфарбуванням" (*With Automatic Weights*).

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Перейти в режим "Анімація" (*Animation*) і встановити кадр на часовій шкалі, на якому я хочу почати анімацію.
- Вибрати кістку на скелеті, яку потрібно використовувати для керування формою об'єкта на цьому кадрі.
- Використовувати інструменти редагування кістки, щоб змінити положення кістки на цьому кадрі, та змінити форму об'єкта, пов'язаного з цією кісткою.
- Перейти на наступний кадр на часовій шкалі і повторити кроки 9-10, змінюючи положення кістки та форму об'єкта для створення анімації.
- Повторювати ці кроки для кожного кадру анімації, доки не буде створено бажану анімацію.

Фізична анімація (*Physics Animation*) - цей метод використовує фізичні властивості об'єктів, щоб створювати реалістичні рухи автомобіля, такі як рух дорогою, перемикання передач, гальмування тощо. Для цього методу потрібна наявність фізичного двигуна, наприклад, вбудованого в *Blender* або використання стороннього двигуна, такого як *Bullet Physics Engine*.

Кожен з цих методів може використовуватися окремо або у комбінації один з одним для створення складних та реалістичних анімацій автомобіля.

Для цього методу треба виконати наступні дії:

- Створити об'єкт, який я бажаю анімувати.
- Вибрати об'єкт і перейти у режим "Фізичні властивості" (*Physics Properties*).
- Вибрати тип фізичної симуляції, який найбільше підходить для мого об'єкта. Наприклад, якщо я хочу створити симуляцію рідини, вибираю тип "Рідина" (*Fluid*).
- Налаштувати параметри фізичної симуляції відповідно до моїх потреб. Наприклад, якщо я створюю симуляцію рідини, я можу налаштувати її густину, в'язкість та інші параметри.

- Створити об'єкти-перешкоди, якщо необхідно визначити контури для моєї симуляції. Наприклад, якщо я створюю симуляцію рідини, я можу створити об'єкт, який є контейнером, в який виливається рідина.
- Натиснути кнопку "Симуляція" (*Simulate*), щоб запустити фізичну симуляцію. Blender виконає розрахунки відповідно до налаштувань, які я вибрав, та створить рух об'єктів на сцені відповідно до фізичних законів.

### Висновок до 2-го розділу

В другому розділі було розроблено технічне завдання та створено сценарій проекту. Розглянуті способи анімації та де вони використовуються.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 3 СТВОРЕННЯ АНІМАЦІЇ

### 3.1 Підготовка автомобіля до анімації

Для того, щоб створити анімацію автомобіля, знадобиться створити йому кістки. В моєму випадку існує аддон до редактору *Blender*, який називається *CarRig*. За допомогою цього аддону, можна швидко налаштувати кістки під автомобіль (Рис 3.1.1).



Рис. 3.1 – кістка кузову автомобіля

Для автомобіля потрібно 9 кісток, 4 з них відповідають за диски, інші 4 за шини, а остання кістка відповідає за кузов автомобіля, або його розташування відповідно колесам, тим самим імітуючи роботу підвіски.

Крім того, для правильної роботи анімації, деталі автомобіля, які анімуються, потрібно коректно назвати (Рис 3.1.2).

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

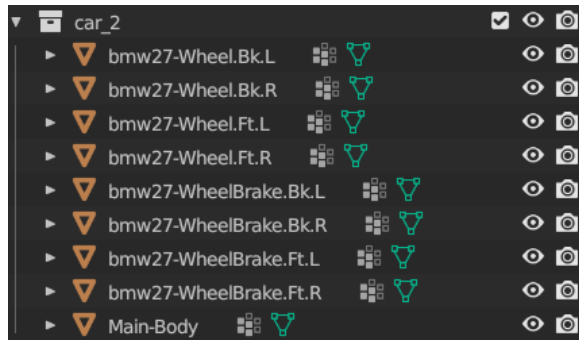


Рис. 3.2 – назви деталей автомобіля

Після того, як кістки були налаштовані, потрібно перейти до розділу аддону та згенерувати ріг (Рис 3.1.3).

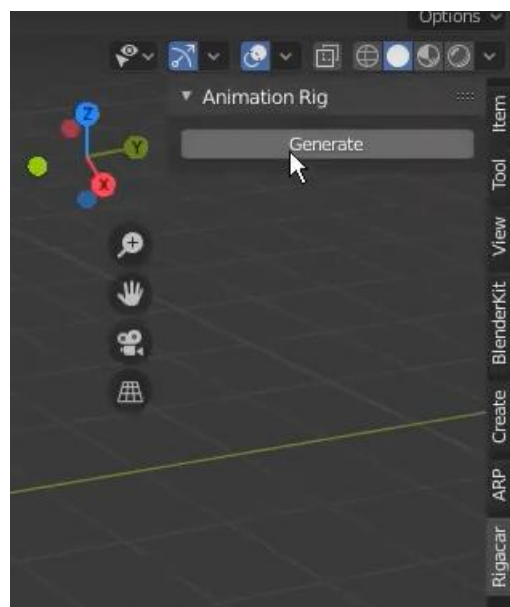


Рис. 3.3 – генерація рігу

Коли ріг було згенеровано, у автомобіля з'явилися контролери, які дають можливість керувати поворотом коліс та імітувати пружини підвіски (Рис 3.1.4).



Рис. 3.4 – контролери автомобіля

Також у автомобіля присутні червоні датчики, які допомагають імітувати їзду по нерівній поверхні.

### 3.2 Анімація автомобіля

Додав до сцени криву *Bezier*, за допомогою неї побудував маршрут, по якому буде їхати мій автомобіль (Рис 3.2.1).

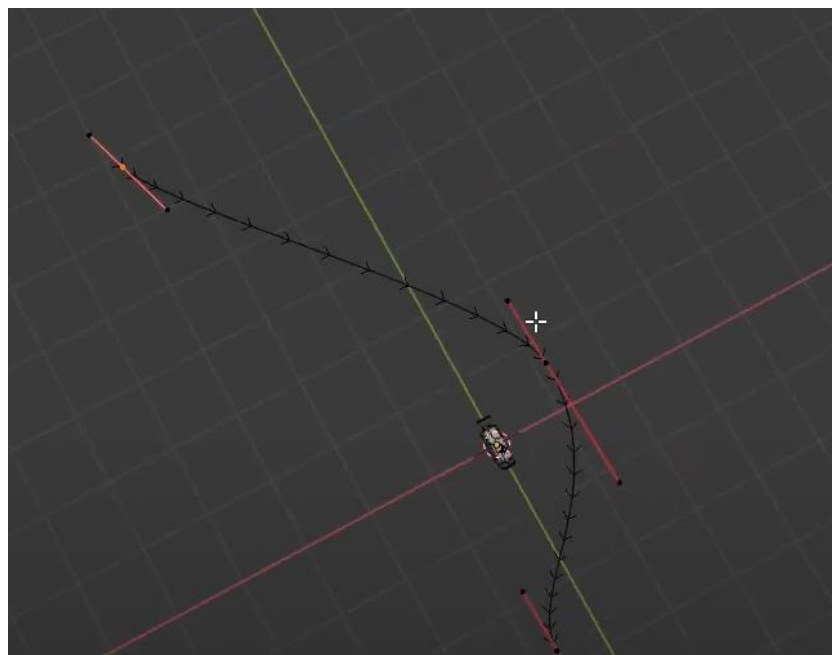


Рис. 3.5 – маршрут автомобіля по кривій Bezier

Для того, щоб поставити автомобіля на початок шляху, виконав комбінацію клавіш *Ctrl + Shift + C* та обрав функцію *Follow Path*. Коли автомобіль був на початку шляху, створив перший ключовий кадр, після цього перемістив його на кінець маршруту та створив другий ключовий кадр. У налаштуваннях аддону натиснув галочку біля *Follow Curve*. Таким чином автомобіль вже може рухатись по маршруту, але без обертання та повороту коліс.

Задав поворот та обертання коліс. Для цього перейшов у вікно *Car Rig* до розділу *Wheel Animation* та обрав параметр *Bake car steering*, після цього провів відповідні налаштування (Рис 3.2.2).

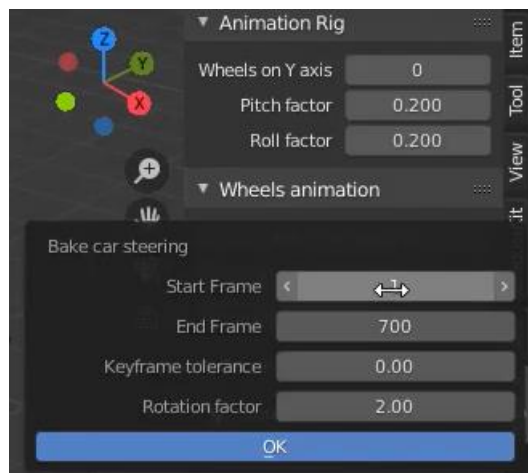


Рис. 3.6 – налаштування повороту коліс

Після виконання цих дій, автомобіль має змогу обертати та повертати колеса (Рис 3.2.3)

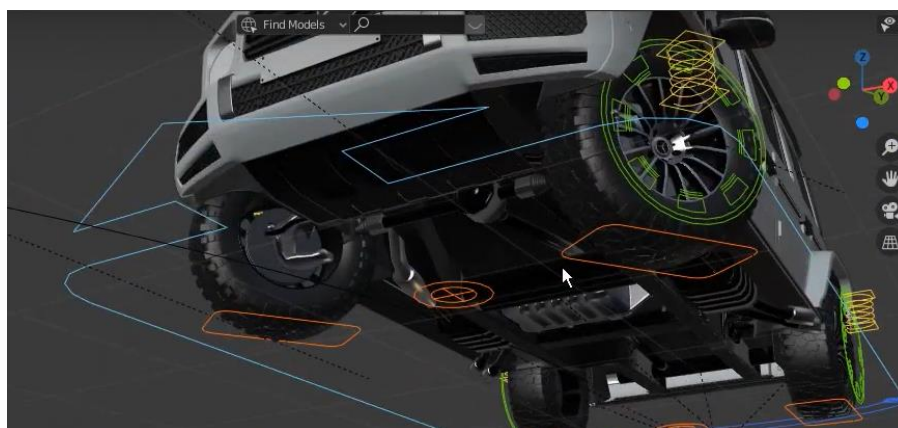


Рис. 3.7 – повертання коліс



камера переключалася на ракурс другої. Схожі махінації провів з іншими камерами (Рис 3.3.2).

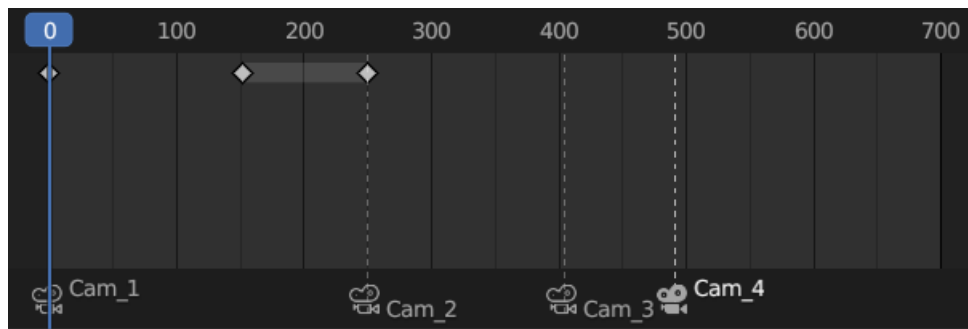


Рис. 3.10 – трекери переключення камер

### Висновок до 3-го розділу

В цьому розділі було розглянуто створення скелету для автомобіля за допомогою аддону *CarRig* та його налаштування. Виконав анімацію автомобіля за допомогою кривої *Bezier*. Виконано додавання декількох камер до сцени, їх анімування та переключення між іншими камерами.

## РОЗДІЛ 4 СТВОРЕННЯ АВТОМОБІЛЯ

### 4.1 Визначення концепції автомобіля

Створення 3D-моделі автомобіля може бути досить складним завданням через ряд факторів:

**Деталізація:** Автомобілі складаються з великої кількості деталей, і кожна з них має свою унікальну форму і пропорції. Для створення реалістичної 3D-моделі потрібно приділити увагу кожній деталі, від елементів кузова до внутрішнього оздоблення.

**Поверхні і матеріали:** Коректне відтворення поверхонь автомобіля вимагає ретельної роботи з матеріалами, текстурами, освітленням і тінюванням. Для досягнення реалістичного вигляду потрібно враховувати взаємодію світла з різними матеріалами, такими як метал, скло, пластик та інші.

**Пропорції і масштаб:** Важливо точно відтворити пропорції та масштаби автомобіля, щоб модель виглядала реалістично. Це може вимагати вивчення технічних креслень або використання фотографій та вимірювань реального автомобіля.

**Деталізація двигуна та салону:** Якщо планується створювати деталізовану модель, це може включати розробку внутрішнього двигуна, салону, приладової панелі та інших внутрішніх деталей. Це може бути викликом через складність технічних деталей та потребу в реалістичному відтворенні матеріалів та текстур.

**Обробка часу та ресурсів:** Створення високоякісної 3D-моделі автомобіля може вимагати значних обчислювальних ресурсів і тривалого часу. Деталізовані моделі з великою кількістю полігонів можуть вимагати потужного обладнання та багато годин роботи.

Враховуючи всі ці фактори, створення 3D-моделі автомобіля може бути викликом для досвідчених 3D-художників. Однак, з використанням

спеціалізованого програмного забезпечення та ресурсів, можна досягти високої якості та реалістичності моделі.

Також створення 3D-моделі автомобіля вимагає використання спеціалізованих програм і навичок в графічному дизайні та моделюванні. Ось загальна концепція для створення 3D-моделі автомобіля:

Збір вихідних даних: Перш за все, необхідно зібрати вихідні дані про автомобіль, такі як червоні документи, фотографії, технічні креслення або реальний автомобіль для спостереження. Це допоможе отримати точне уявлення про форму, пропорції та деталі автомобіля.

Вибір програмного забезпечення: Існує багато програм, призначених для створення 3D-моделей, таких як *Autodesk Maya*, *Blender*, *3ds Max*, *SolidWorks* тощо.

Створення основної форми: треба розпочинати зі створення основної форми автомобіля, використовуючи полігони або *NURBS* поверхні. Також потрібно звернути увагу на основні пропорції, форму кузова, колеса та інші особливості.

Деталізація: Після створення основної форми додаються деталі, такі як фари, вікна, дзеркала, двері, ручки, ґрати радіатора та інші. Використовуються референси для точності.

Текстурування: Потім потрібно додати текстури до моделі, які надають їй реалістичний вигляд. Можливо використовувати фотографії або створювати текстури самостійно.

Освітлення і рендеринг: Встановлення освітлення для 3D-сцени та використання функції рендерингу програми для створення реалістичного візуалу автомобіля. Можна проводити експерименти з освітленням та матеріалами для досягнення бажаного ефекту.

Анімація: При створенні анімованої 3D-моделі, є можливість додати анімацію руху автомобіля, розкриття дверей, обертання коліс тощо. Це може вимагати додаткових навичок в анімації.

Оптимізація та експорт: Перед завершенням проекту треба оптимізувати модель, щоб вона працювала ефективно. Потім експортувати модель у відповідному форматі, який планується використовувати.

Створення детальної 3D-моделі автомобіля може зайняти значний час і вимагати навичок і вдумливості. Процес моделювання може бути розширеним залежно від потреб і задач.

## 4.2 Підбір програмного забезпечення

На сьогоднішній день є дуже багато способів або методів створення 3D моделі автомобіля:

Метод сканування: Цей метод використовується для створення точної 3D-моделі шляхом сканування реального автомобіля за допомогою спеціальних сканерів. Сканери збирають дані про геометрію та поверхневу текстуру автомобіля, а потім ці дані використовуються для створення точної 3D-моделі.

Метод CAD-моделювання: *CAD (Computer-Aided Design)* - це процес створення 3D-моделі за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, яке дозволяє точно моделювати геометрію автомобіля та його компонентів. Цей метод використовується в інженерії та дизайні автомобілів і дозволяє створювати точні технічні моделі з урахуванням всіх деталей.

Метод полігонального моделювання: Цей метод базується на використанні полігонів - геометричних форм, які складаються з вершин, ребер та граней. Художник створює модель, складаючи полігони та ретельно формує їх, щоб створити бажану форму автомобіля. Цей метод дозволяє розробляти деталізовані моделі з увагою до геометрії та поверхонь.

Метод булевої моделювання: Цей метод використовує логічні операції, такі як об'єднання, віднімання та перетин, для створення складних форм автомобіля. Він базується на поєднанні простих геометричних форм (наприклад, кубів, циліндрів, сфер) для створення складних об'єктів. Цей

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

метод дозволяє швидше створювати складні форми, але може вимагати додаткової обробки для отримання деталізованої моделі.

Метод скульптування: Цей метод включає використання цифрового скульптування, де художник працює з 3D-моделлю, наносячи форми та деталі безпосередньо на модель, подібно до роботи з глиною або іншим матеріалом. Цей метод надає більш органічну та вільну форму роботи, але може вимагати додаткового високоякісного ретопологінгу для оптимізації моделі.

Кожен з цих методів має свої переваги та застосування в залежності від потреб і специфіки проекту. Важливо вибрати метод, який відповідає вашим навичкам, часовим обмеженням та вимогам до якості моделі.

Для створення 3D-моделі автомобіля існує кілька потужних програмних засобів. Ось декілька популярних програм, які використовуються в цій галузі:

*Autodesk 3ds Max*: Це одна з найпоширеніших програм для 3D-моделювання та візуалізації. Вона має широкий набір інструментів для створення деталізованих моделей автомобілів, включаючи можливість працювати з поверхнями, текстурами та освітленням.

*Blender*: Це безкоштовна і потужна програма для 3D-моделювання, анімації та візуалізації. Вона має розширені можливості для створення складних моделей автомобілів, включаючи підтримку високодеталізованих поверхонь, роботу з текстурами та освітленням.

*Rhinoceros*: Ця програма широко використовується в індустрії дизайну та інженерії. Вона має потужні інструменти для точного моделювання та деталізації автомобілів, а також підтримку роботи зі складними кривими та поверхнями.

*SolidWorks*: Це програмне забезпечення, спрямоване на інженерне моделювання і креслення. Воно використовується для створення технічно точних 3D-моделей автомобілів, з підтримкою реалістичних матеріалів та аналізу дизайну.

*Alias AutoStudio*: Це спеціалізована програма, розроблена для автомобільного дизайну. Вона надає широкі можливості для створення

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деталізованих моделей автомобілів, включаючи формоутворення, дослідження поверхонь та візуалізацію.

Ці програми мають різні можливості і інтерфейси, тому вибір залежить від досвіду та конкретних потреб.

Моїм вибором став редактор *Blender*.

У програмі *Blender* є декілька додатків (*add-ons*), які можна використовувати для створення кісток (*rigging*) автомобіля. Рігінг - це процес створення скелетної структури, що дозволяє анімувати та керувати рухом моделі. Ось кілька рекомендованих додатків для рігінгу автомобільної моделі в *Blender*:

*Rigify*: Це вбудований додаток у *Blender*, який надає широкі можливості для створення скелетної структури. Він має готові пресети для різних типів моделей, включаючи людину, але його можна налаштувати для використання з автомобільною моделлю.

*Auto-Rig Pro*: Це комерційний додаток, який надає розширені функції рігінгу. Він дозволяє швидко створювати скелетну структуру з передвстановленими контролерами та інструментами для настройки руху. *Auto-Rig Pro* також підтримує рігінг автомобільних моделей.

*BlenRig*: Це безкоштовний додаток для *Blender*, спеціалізований на створенні скелетної структури для персонажів, але його можна використовувати й для автомобільних моделей. *BlenRig* має велику кількість інструментів для рігінгу та анімації, які можна налаштувати для ваших потреб.

Ці додатки дозволяють швидше та ефективніше створювати скелетну структуру для автомобільної моделі та анімувати її рух. Вибір конкретного додатку залежить від вимог, навичок та бюджету.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 4.3 Формування текстурних карт

Формування текстурних карт для автомобіля - це процес створення деталей, кольорів, текстур та інших візуальних елементів, які накладаються на 3D-модель автомобіля. Це дозволяє створити реалістичний зовнішній вигляд автомобіля з урахуванням його деталей та матеріалів.

Збір референсних матеріалів: Перед початком формування текстур необхідно зібрати високоякісні фотографії або ілюстрації, що відображають різні аспекти автомобіля, такі як лакофарбове покриття, текстильні матеріали, хромовані деталі тощо. Це надасть точний вихідний матеріал для створення текстур.

Розробка UV-розгортки: У процесі моделювання автомобіля потрібно створити UV-розгортку, що визначає, як кожна частина моделі буде відображатися на текстурній карті. Це важливий крок, оскільки він дозволяє визначити пропорції та розташування текстурних елементів.

Створення базових текстур: Використовуючи графічний редактор, такий як *Adobe Photoshop* або *Substance Painter*, створюються базові текстури для кожної частини автомобіля. Це може включати колірні картки, картки нормалей, картки висот, картки глянцею та інші. Важливо дотримуватися референсного матеріалу та забезпечити високу якість текстур.

Додавання деталей та реалізму: Є можливість додати деталі, такі як дефекти лакофарбового покриття, царапини, відблиски, відповідно до стану та віку автомобіля. Використовування різних технік, такі як бамп-мапи (*bump maps*) або дисплейсмент-мапи (*displacement maps*), щоб створити рельєфність та текстурні деталі.

Текстурний монтаж: Після створення окремих текстурних карт потрібно об'єднати їх разом у текстурну карту для 3D-моделі автомобіля. Це дозволить оптимізувати використання ресурсів та забезпечити правильне відображення текстур на моделі.

Тестування та корекція: Треба перевірити, як текстури виглядають на 3D-моделі автомобіля, у різних освітленнях та камерних ракурсах. Виконати необхідні корекції, щоб досягти бажаного результату, звертаючи увагу на деталі, кольори та загальний вигляд.

Важливо пам'ятати, що формування текстурних карт для автомобіля є творчим процесом, і воно може зайняти значний час та експериментацію, щоб досягти бажаного результату.

Для даної дипломної роботи, встановив модель автомобіля та текстури до нього з вільного доступу (Рис 4.1.1).

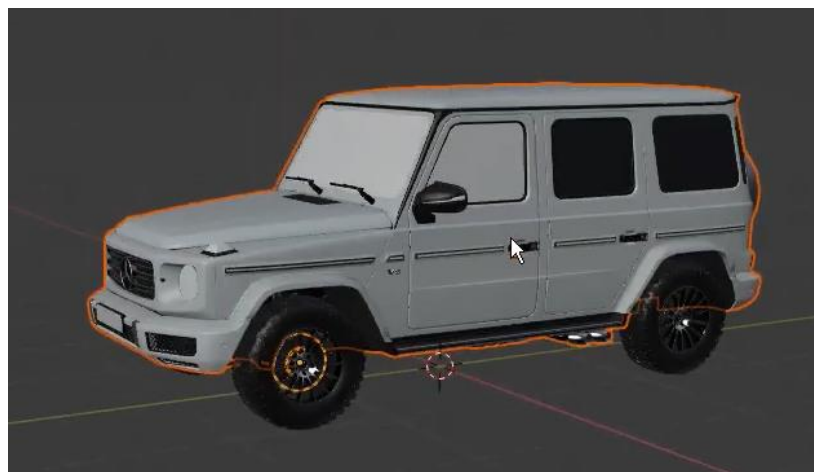


Рис. 4.1 – Встановлена модель автомобіля

#### 4.4 Створення ландшафту

Для створення дороги для автомобіля до кривої *Bezier* (маршрут автомобіля) додав *Plane*, а до самого *Plane*-у додав модифікатор *Array*, щоб площа була по всій довжині кривої (Рис 4.4.1).

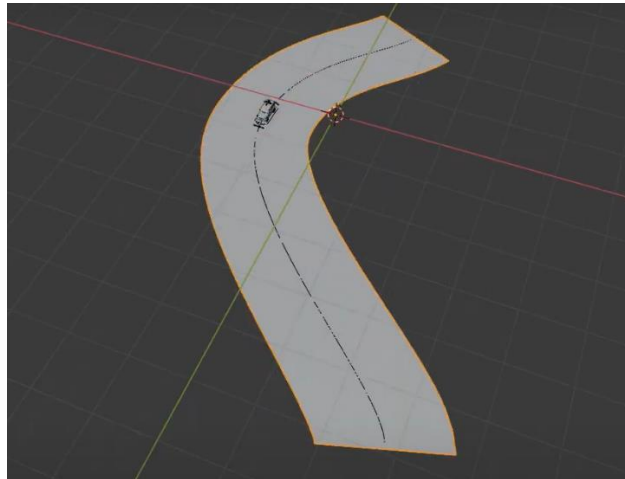


Рис. 4.2 – розташування *Plane*-у на кривій *Bezier*

Налаштував датчики автомобільного рігу на сприйняття доріжки. Для цього виділив доріжку розділив її на сегменти за допомогою *Subdivide* (Рис 4.4.2).

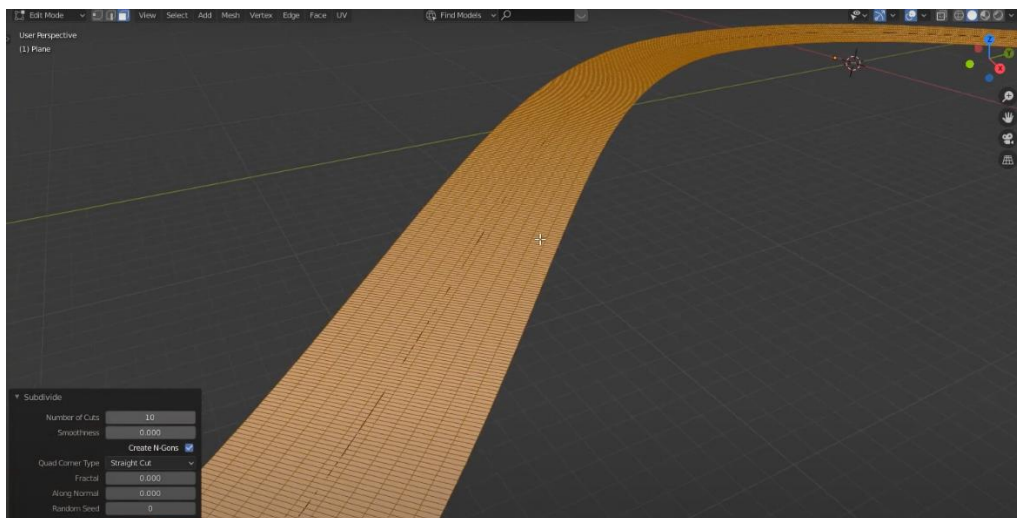


Рис. 4.3 – розділення *Plane*-у на сегменти

Потім зайшов у налаштування рігу, вибрав *GroundSensor*. Відкрив редактор рігу і для кожного датчика вибрав поверхню (Рис 4.4.3).

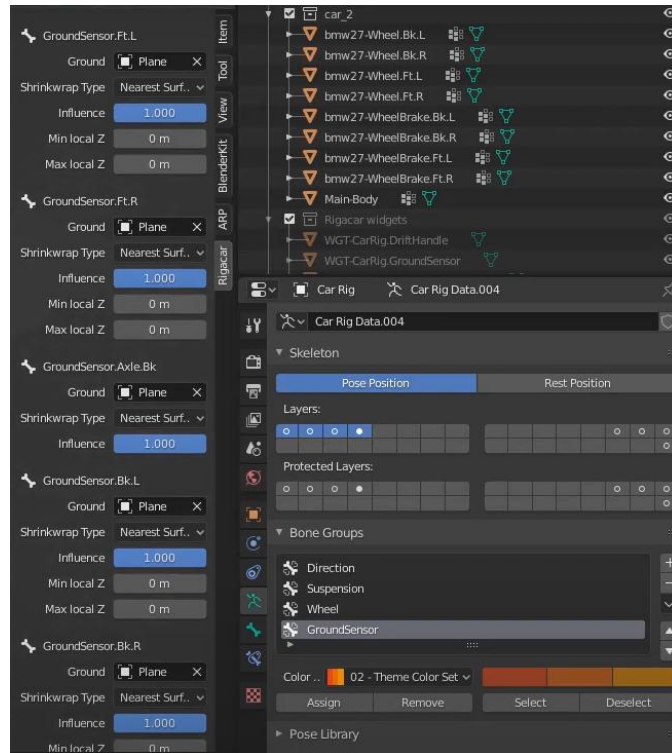


Рис. 4.4 – налаштування датчиків

Щоб створити нерівність на дорозі до *Plane*-у додав модифікатор *Displace* та обрав метод шуму *Cloud*, налаштував його (Рис 4.4.4).



Рис. 4.5 – застосування модифікатору *Displace*

Для створення ландшафту скористався вбудованим аддоном для *Blender*, який має назву *A.N.T. Landscape* (Рис 4.4.5).

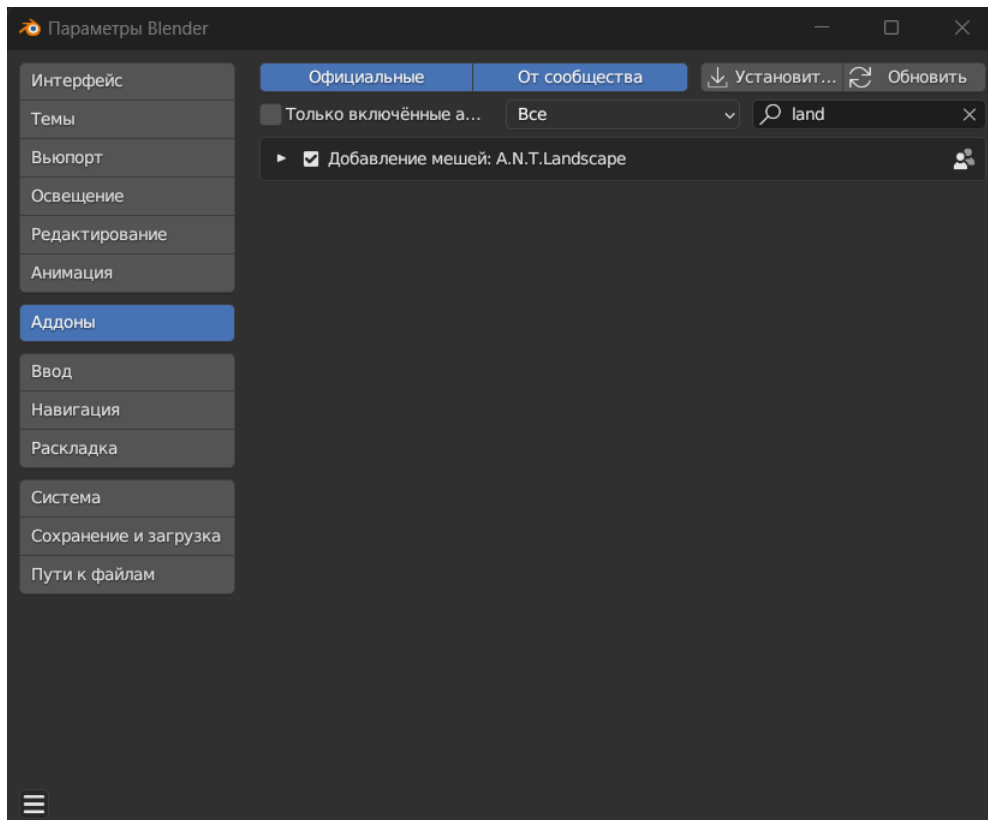


Рис. 4.6 – підключення аддону *A.N.T. Landscape*

За допомогою цього аддону можна додавати різні елементи ландшафту та рандомізувати їх, зберігаючи природню форму (Рис 4.4.6).

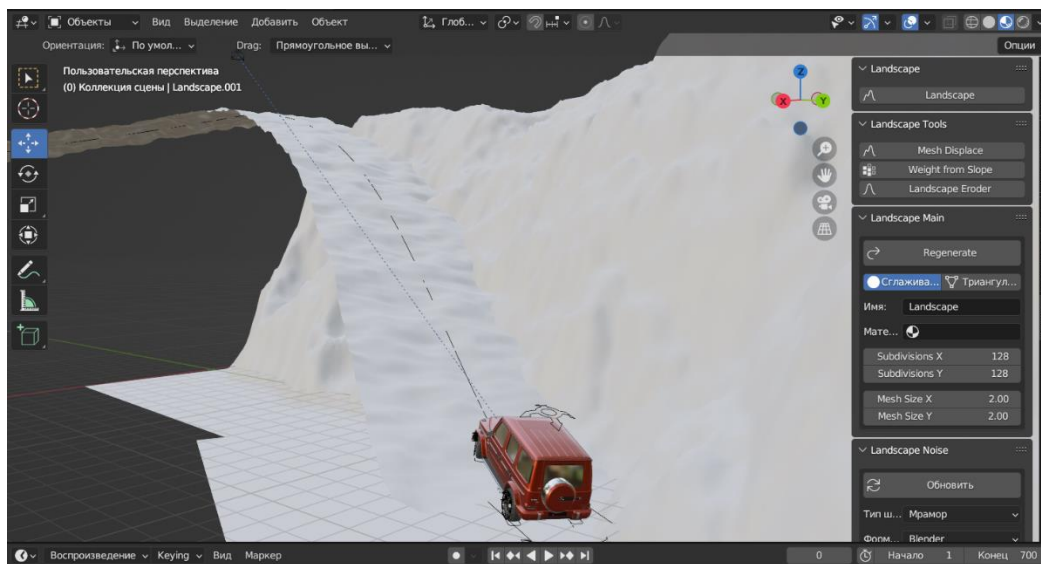


Рис. 4.7 – будовання ландшафту

## 4.5 Текстурування ландшафту

Для текстурування ландшафту скачав та встановив аддон *Lily Surface Scraper*, за допомогою якого можна імпортувати текстури та матеріали з відкритих джерел одразу в 3D редактор. В якості джерела текстур та матеріалів використовував сайт *Poly Heaven*.

До доріжки додав звичайну текстуру землі з камінням (Рис 4.5.1).

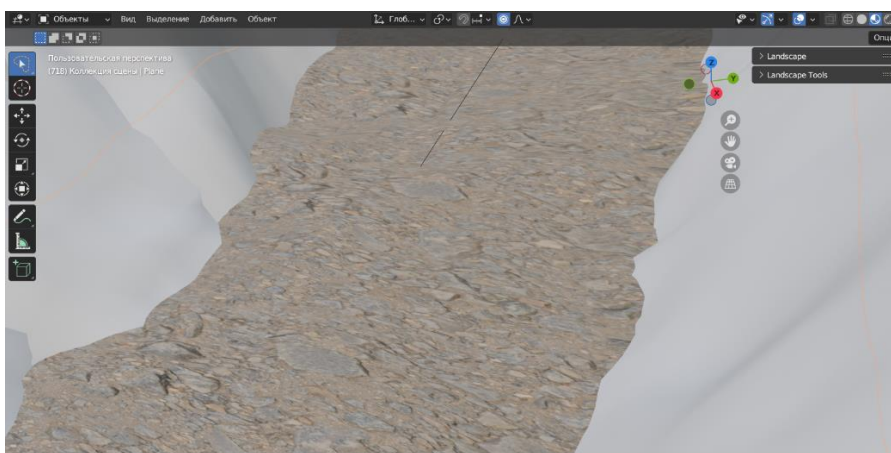


Рис. 4.8 – текстура доріжки

До скель додав об'ємні текстури, які називаються *PBR* текстурами. Вони мають дуже реалістичний вигляд та ідеально підходять до скель (Рис 4.5.2 – 4.5.3).

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 4.9 – текстура скелі



Рис. 4.10 – текстура скелі (рендер)

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## 4.6 Створення відеоролику

До сцени було добавлено джерело світла в якості сонця. Воно було розташоване чітко над сценою (Рис 4.5.4).

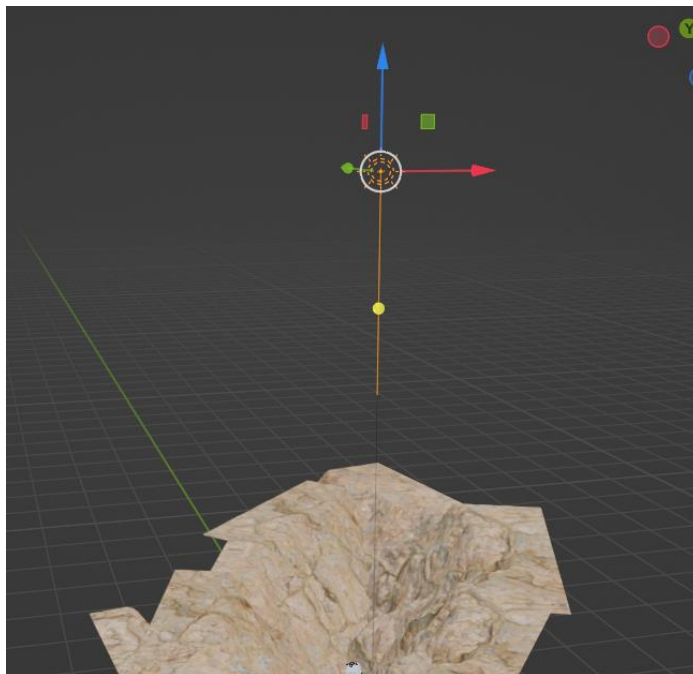


Рис. 4.11 – джерело світла

Для візуалізації сцени був обраний рендер *Cycles*. Візуалізація анімації відбувалася за допомогою секвенції кадрів.

Налаштування рендеру:

1. Розширення кадру – 1680 x 1080р.
2. Кількість семплів – 100.
3. Діапазон кадрів – 0 – 100.
4. Формат файлу – *PNG* з глибиною 8 біт.
5. Частота кадрів 24 к/с.

Характеристика комп'ютерного устаткування:

1. Процесор *intel core i5 10300H*.
2. Відеоадаптер *Nvidia GeForce 1650 ti 4gb*
3. ОЗУ 8 Гб.

Час витрачений на рендер кадрів – 15 годин.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Збірка відеоролику з кадрів секвенції відбувалася у блендері, в розділі *Video Sequencer*. Результат наданий в додатку А.

### **Висновок до 4-го розділу**

В третьому розділі описані та проаналізовані методи створення моделей автомобіля, а також методи моделювання текстуровання, у тому числі з *UV*-розгортками. Розглянуто створення автомобільної дороги з нерівним покриттям та ландшафту, а також текстуровання, включно з *PBR* текстурами. Зазначив налаштування рендеру, та час на його обробку.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

### 5.1 Порівняльний техніко-економічний аналіз проекту

Рекламна індустрія швидко сприймає нові можливості, які дозволяють їй привернути увагу аудиторії та вплинути на неї. 3D-анімація дуже позитивно сприймається людським оком і її ефективність у 5 разів більша, ніж у рекламної 2D-анімації. Іноді використання 3D-анімації – єдина можливість візуалізації. 3D анімація дає маркетологам більше можливостей показати переваги продукції.

У рекламній промисловості використовується коротка анімація: від 10 секунд до 5 хвилин. Цього часу достатньо, щоб показати всі переваги та детально розповісти про продукт чи послугу. Рекламні ролики часто несуть у собі велику кількість інформації, адже ефірний час дуже дорогий. Як і фільм або телевізійна програма, рекламний ролик може бути повністю анімований або додані візуальні ефекти до знятого матеріалу. Реклама вимагає дуже високоякісної анімації, але в той же час замовник дає трохи часу на створення ролика, що робить завдання цікавішим.

Виробники автомобілів були одними з перших, хто усвідомив всю міць тривимірної графіки, і зараз на всіх рекламних плакатах та відеорекламах ми бачимо не справжні автомобілі, а їх тривимірні моделі, вже не кажучи про те, що за допомогою 3D-графіки можна розібрати автомобіль буквально на запчастини.

Метою дипломного проекту є створення 3D моделювання сцени анімованого автомобіля.

Об'єктом дослідження є процес створення 3D відеоролику з використанням інструментів для анімації автомобіля.

Предметом – технологія створення 3D відеоролику з використанням інструментів для анімації автомобіля.

## 5.2 Організаційне обґрунтування проекту

Метою дипломного проекту є створення 3D моделювання сцени анімованого автомобіля.

Для досягнення позначеної мети були поставлені наступні задачі:

1. Вивчення предметної області
2. Вибір середовища розробки
3. Аналіз аналогів
4. Виявлення недоліків
5. Виявлення переваг

Порівняно з аналогами цей проект достатньо дешевий і легкий у використанні.

## 5.3 Класифікаційна оцінка різновиду проекту

Класифікувати цей проект можна за наступними критеріями:

Клас – моно проект;

Тип – організаційно-технічний;

Вид – комбінований;

Тривалість – короткостроковий;

Складність – простий;

Рівень – галузевий;

## 5.4 Етапи виконання проекту

Етапи виконання з орієнтованими термінами:

Підготовчий – систематизація та поповнення практичних навичок по темі дипломного проекту, а також технічних і економічних знань;

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний – планування та розробка звідного плану проекту;  
Завершальний – відладка програми і здача проекту в експлуатацію.

### 5.5 Склад робіт проекту та їх тривалість

Розрахунок параметрів мережного графіку:

Ранній строк здійснення роботи  $T_i$ ;

Тривалість роботи,  $T_{ij}$ ;

Ранній строк здійснення події,  $T_i$ ;

Пізній строк здійснення події,  $T_j$ ;

Повний резерв часу роботи,  $R_j$ .

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Таблиця 5.1

## Календарний план робіт проекту

Код роботи	Назва робіт	T (дні)	Код попередньої роботи
1 – 2	Збір матеріалів для проекту	30	–
1 – 3	Аналіз вимог	35	–
2 – 4	Постановка завдання	5	1 – 2
2 – 5	Установка ПЗ	3	1 – 2
2 – 6	Планування структури проекту	14	1 – 2
4 – 8	Планування інтерфейсу програми	28	2 – 4
5 – 9	Розробка ПО	6	2 – 5
6 – 10	Розробка моделі і ПЗ	4	2 – 6
7 – 10	Розробка інтерфейсу	11	3 – 7
8 – 11	Створення схеми побудови графічного модуля	33	4 – 8
9 – 12	Фіктивна робота	9	5 – 9
9 – 13	Фіктивна робота	6	6 – 9
10 – 14	Реалізація графічного модуля	5	7 – 10, 6 – 10
11 – 15	Фіктивна робота	11	10 – 11
12 – 15	Внесення необхідних даних	2	9 – 12
13 – 15	Створення супроводжуючої документації	5	9 – 13
14 – 16	Фіктивна робота	4	10 – 14
15 – 17	Тестування робочої програми	2	13 – 15, 12 – 15
16 – 17	Відладка проекту і контрольне тестування	5	14 – 16
17 – 18	Підготовка документації і здача проекту	33	15 – 17, 16 – 17

КРБ.КІ.1.440-03.1.13

Арк.

53

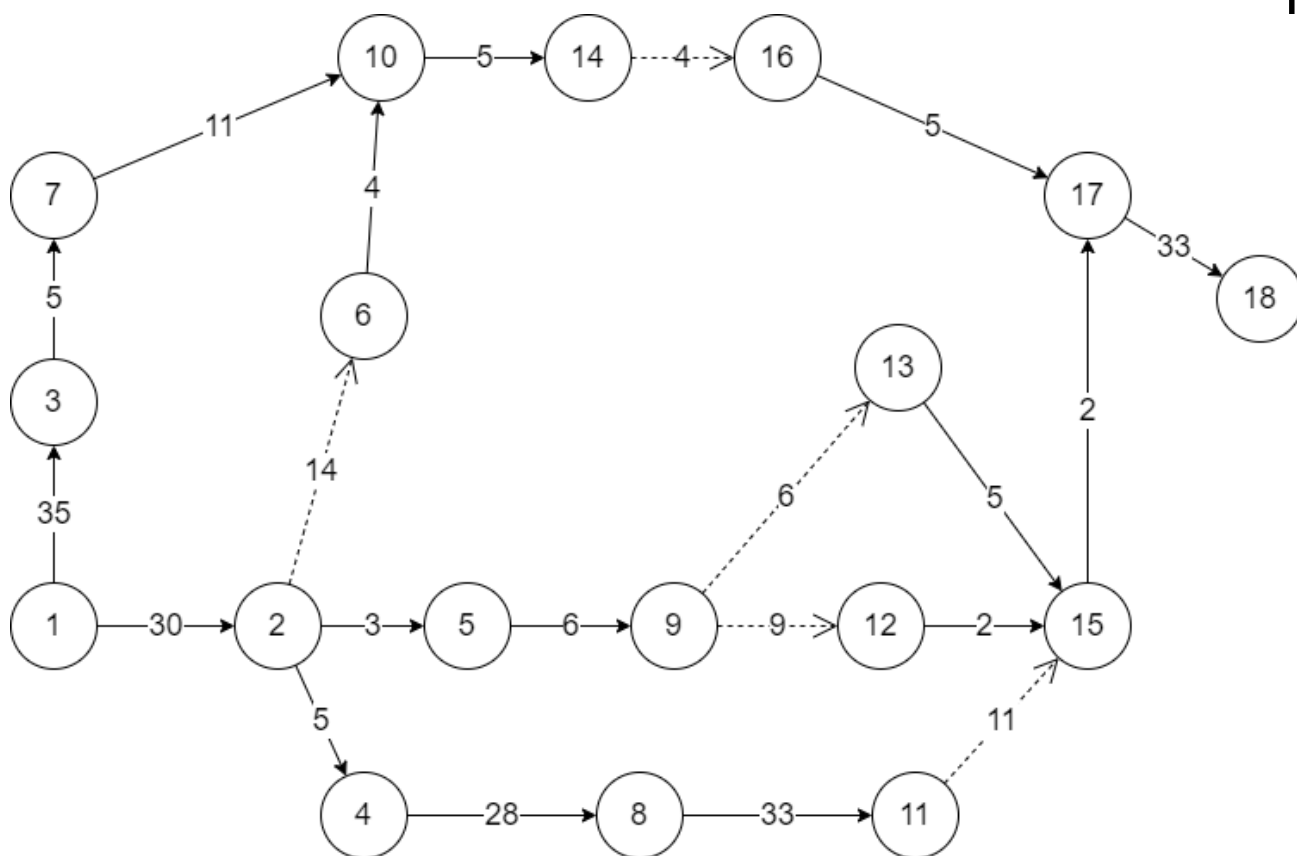


Рис. 5.1 – Мережний графік з виділеним критичним шляхом

Таблиця 5.2

Розрахунок параметрів мережної моделі

Робота	Робота	Ранній строк здійснення події $i$	Тривалість робіт	Ранній строк здійснення події $j$	Пізній строк здійснення події $i$	Тривалість робіт	Пізній строк здійснення події $j$	Повний резерв
$i$	$j$	$Tr[i]$	$Tr[i,j]$	$Tr[j]$	$Tr[i]$	$Tr[i,j]$	$Tr[j]$	$R[j]$
1	2	0	30	30	0	30	30	0
1	3	0	35	35	0	35	35	0
2	4	30	4	34	30	4	34	0
2	5	30	3	33	30	3	33	0
2	6	30	14	44	30	14	44	0

3	7	35	5	40	35	5	40	0
4	8	34	28	62	34	28	62	0
5	9	33	6	39	33	6	39	0
6	10	44	4	48	44	4	48	0
7	10	40	11	51	40	11	51	0
8	11	62	33	95	62	33	95	0
9	12	39	9	48	39	9	48	0
9	13	39	6	45	39	6	45	0
10	14	51	5	56	51	5	56	0
11	15	95	11	106	95	11	106	0
12	15	48	2	50	108	2	106	56
13	15	45	5	50	101	5	106	56
14	16	56	4	60	56	4	60	0
15	17	106	2	108	106	2	108	0
16	17	60	5	65	103	5	108	43
17	18	108	33	141	108	33	141	0
Кількість днів без оптимізації					141			

В результаті обчислень було виявлено, що без оптимізації тривалість проекту становить 141 день. Щоб оптимізувати проект, потрібно використовувати шляхи з найбільш повним резервом: 1 – 2, 2 – 5, 5 – 9, 9 – 12, 12 – 15, 15 – 17, 17 – 18, у яких  $R_j = \{0; 0; 0; 0; 56; 0; 0\}$ .

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13			Арк.
								55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

## 5.6 Маркетингове обґрунтування проекту

Маркетингове обґрунтування проекту передбачає виявлення ключових факторів, що підтверджують його значимість і цілеспрямованість у сучасному бізнес-середовищі. Нижче представлені деякі аргументи, які я включив в маркетингове обґрунтування даного проекту:

**Зростаючий попит на візуалізацію автомобілів:** Автомобільна індустрія є однією з найбільш конкурентних галузей, де візуалізація грає важливу роль. Виробники автомобілів, рекламні агентства та інші гравці в цій галузі все більше використовують 3D анімацію для створення реалістичних та захоплюючих візуальних представлень автомобілів.

**Ефективна презентація продукту:** Використання 3D анімації для представлення автомобілів дозволяє створити докладні та динамічні візуальні зображення, які демонструють усі деталі автомобіля, його функціональні можливості та особливості. Це дозволяє ефективно презентувати продукт перед потенційними клієнтами, інвесторами та іншими зацікавленими сторонами.

**Зниження витрат на фізичні прототипи:** Традиційне створення фізичних прототипів автомобілів є часо- та витратним процесом. Використання 3D анімації дозволяє побудувати віртуальні моделі автомобілів та віртуальні середовища, що допомагають випробувати та вдосконалювати дизайн, функціональність та ергономіку автомобілів перед фізичним виробництвом. Це може значно знизити витрати на прототипування та зберегти час

**Розширення можливостей маркетингу:** 3D анімація надає можливість створювати вражаючі рекламні ролики, презентації та відеоматеріали, які можуть бути використані на веб-сайтах, соціальних медіа, телебаченні та інших маркетингових каналах. Це дозволяє залучати увагу цільової аудиторії, створювати емоційне зв'язок із брендом та ефективно просувати продукт на ринку.

Інноваційність та конкурентні переваги: Впровадження 3D анімації автомобілів може надати компанії конкурентні переваги в галузі візуалізації та маркетингу. Інноваційність і креативність в створенні візуальних матеріалів можуть забезпечити компанії унікальність, привернути увагу клієнтів та допомогти зміцнити позицію на ринку.

Враховуючи зазначені фактори, проект "3D анімація автомобіля" є важливим та актуальним для автомобільної індустрії та інших відповідних секторів. Його реалізація може позитивно вплинути на процеси маркетингу, продажу та просування автомобілів, забезпечуючи конкурентні переваги і покращення візуального враження продукту.

Україна є потенційним регіоном і ринком збуту для даного проекту. Основними конкурентами цього проекту є вже відомі і широко рекламовані аналоги - подібні програмні продукти, які присутні на ринку протягом тривалого часу. У моєму випадку, реклама продукту буде доцільно проводитись через спеціалізовані ЗМІ, такі як спеціалізовані періодичні видання, а також розміщення реклами на Інтернет-сайтах.

### 5.7 Економічні розрахунки проекту

Для визначення трудомісткості розробки проекту необхідно враховувати кілька факторів, таких як обсяг роботи, кваліфікація виконавців та планові терміни, що обумовлюються умовами ринку. У даному випадку розглядається розробка проекту, який має аналогічне програмне забезпечення - ПЗ автоматизованих розрахунків.

Аналогічне ПЗ автоматизованих розрахунків має обсяг роботи  $V_0$ , який складає 5140 умовних машинних команд, і трудомісткість  $T_{нр}$ , яка становить 574 чол/год.

Трудомісткість розроблюваного проекту визначається на кожному етапі окремо на основі трудомісткості аналога з урахуванням складності розробки,

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ступеня новизни та ступеня використання стандартних модулів на підставі наступних формул:

$$T_{\text{мз}} = T_p * L_1 * \text{КН.}$$

$$T_{\text{мп}} = T_p * L_2 * \text{КН.}$$

$$T_{\text{рп}} = T_p * L_3 * \text{КН} * K_{\text{т.}}$$

$$T_{\text{вн}} = T_p * L_4 * \text{КН.}$$

$T_p$  – укрупнена норма часу на розробку аналога ПС, чол/год, корегується поправочним коефіцієнтом, що враховує умови розробки ПС, тобто в умовах комп'ютера,  $K_{\text{к}} = (0,7 + 0,8)$ , тобто:

$$T_p = 574 * 0,8 = 459,2$$

Зважаючи на наявність аналогів даного проекту, можна визначити ступінь новизни проекту, що впливає на його трудомісткість. Для цього використовуються питомі ваги ( $L_j$ ) для кожного етапу розробки, які залежать від ступеня новизни та відповідних стадій. У даному випадку питомі ваги складають:  $L_1 = 0,14$ ,  $L_2 = 0,12$ ,  $L_3 = 0,55$ ,  $L_4 = 0,19$ .

Крім того, враховується поправочний коефіцієнт ( $K_{\text{н}}$ ), що відображає ступінь новизни проекту. У цьому випадку  $K_{\text{н}} = 0,7$ , що показує помірний рівень новизни проекту.

Також, поправочний коефіцієнт ( $K_{\text{т}}$ ) враховує ступінь використання типових програмних модулів у процесі розробки. В даному випадку  $K_{\text{т}} = 0,8$ , що свідчить про помірний рівень використання стандартних модулів.

Враховуючи ці питомі ваги та поправочні коефіцієнти, можна визначити трудомісткість розроблюваного проекту на кожному етапі, враховуючи трудомісткість аналога.

$$T_{\text{тз}} = 459,2 * 0,14 * 0,7 = 45 \left( \frac{\text{осіб}}{\text{год}} \right)$$

$$T_{\text{тп}} = 459,2 * 0,12 * 0,7 = 38,6 \left( \frac{\text{осіб}}{\text{год}} \right)$$

									Арк.
									58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$T_{\text{рп}} = 459,2 * 0,55 * 0,7 * 0,6 = 106,1 \left(\frac{\text{осіб}}{\text{год}}\right)$$

$$T_{\text{вн}} = 459,2 * 0,19 * 0,7 = 61,1 \left(\frac{\text{осіб}}{\text{год}}\right)$$

$$T_{\text{заг}} = 45 + 38,6 + 106,1 + 61,1 = 250,8 \left(\frac{\text{осіб}}{\text{год}}\right)$$

Тривалість розробки проекту в днях визначається по наступній формулі:

$$T_{\text{нн}} = \sum Tij / (8,0 * 0,73),$$

Де  $\sum Tij$  – сумарна тривалість розробки, (год); 8,0 – тривалість робочого дня, (год);

0,73 – коефіцієнт переведення в календарні дні.

$$T_{\text{нн}} = (45 + 38,6 + 106,1 + 61,1) / (8,0 * 0,73) = 43 \text{ (дня)}$$

З урахуванням розрахунку сіткової моделі отримуємо середню тривалість розробки проекту – 92 дня.

### 5.8 Розрахунок ціни розробки

Розробка програмного продукту відбувається з урахуванням того факту, що він буде використовуватися зовнішніми користувачами. Отже ціна програмного продукту визначається за наступною формулою:

$$Ц = К * С + П_{\text{р}};$$

де: С – витрати на розробку проекту;

К – коефіцієнт обліку витрат на виготовлення дослідного зразка проекту як продукції виробничо-технічного рівня ();

$P_{\text{р}}$  – нормативний прибуток, розраховується за формулою:

$$P_{\text{р}} = (С - C_{\text{м}}) * \frac{P_{\text{н}}}{100};$$

									Арк.
									59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.КІ.1.440-03.1.13				

Де:  $P_n$  – норматив рентабельності, (30%);

$C_m$  – матеріальні витрати (грн).

Розробка проекту може включати різні види витрат, які можуть бути оцінені у формі кошторису. Цей кошторис витрат може містити такі складові:

- **Матеріали:** Вартість необхідних матеріалів і компонентів, які використовуються під час розробки проекту. Це можуть бути різні сировинні матеріали, електронні компоненти, програмне забезпечення або інші матеріали, необхідні для втілення проекту в життя.
- **Спеціальне обладнання:** Витрати на придбання або оренду спеціального обладнання, необхідного для виконання робіт з розробки проекту. Це можуть бути лабораторне обладнання, вимірювальні прилади, комп'ютери або інші технічні засоби, які допомагають у виконанні завдань проекту.
- **Основна заробітна плата:** Вартість оплати праці основних співробітників, які працюють над розробкою проекту. Це можуть бути інженери, програмісти, дизайнери або інші спеціалісти, які вносять свій внесок у реалізацію проекту.
- **Додаткова заробітна плата:** Витрати на оплату праці додаткових співробітників, які надають підтримку розробці проекту. Це можуть бути асистенти, тестувальники, консультанти або інші фахівці, які сприяють у здійсненні проекту та підтримці основного персоналу.

Витрати на матеріали.

Дані розрахунки можуть бути представлені у вигляді таблиці:

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Витрати на матеріали

Найменування	Тип/модель	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Папір для друку	A4	1	220,00	220,00
USB накопичувач даних	Transcend JetFlash 700 16GB	1	230,00	230,00
Всього:				550,00

Витрати, які пов'язані з використанням обчислювальної техніки, розраховуються за наступною формулою:

$$C_{EOM} = t^{EOM} * K_u^{EOM} * C^{EOM} * K_{бд}^{EOM} * K_{\text{э}}^{EOM}$$

Де  $t^{EOM}$  – час використання ЕОМ для розробки цього проекту, год (230);

$K_u^{EOM}$  – поправочний коефіцієнт урахування часу використання ЕОМ (1,08);

$K_{бд}^{EOM}$  – використання бази даних (1,0);

$C^{EOM}$  – ціна 1-ої години роботи ЕОМ, грн (5);

$K_{\text{э}}^{EOM}$  – 1,0 (швидкодія ЕОМ більш  $20 * 10^{30}$  опер/с).

$$C_{EOM} = 230 * 1,08 * 5 * 1 * 1 = 1242 \text{ грн}$$

Основна заробітна плата.

Стаття включає основну заробітну плату виконавців, які безпосередньо займаються розробкою даного проекту, з урахуванням її структури, тривалості і рівня участі у розробці. Розрахунок проводиться за допомогою наступної формули:

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{30} = \sum Z_i * K_0 * t_i / D_p$$

Де  $Z_i$  – середньомісячний оклад  $i$ -го працівника, грн;

$D_p$  – середня кількість робочих днів у місяці (22);

$t_i$  – трудомісткість робіт, виконуваних  $i$ -м працівником, дні;

$K_0$  – ступінь участі керівника в проекті (0,1).

Приймаємо заробітну платню у розмірі 8000 грн / місяць керівника на заробітну плату у розмірі 10000 грн/місяць.

$$C_{30} = 10000 * \frac{0,1}{22} * 44 + \frac{8000}{22} * 115 = 43818 \text{ грн}$$

Додаткова заробітна плата.

Враховується додаткова компенсація працівникам, що включає в себе оплату чергових відпусток, компенсацію за невикористану відпустку та оплату пільгових годин для підлітків. Розраховується за наступною формулою:

$$C_{зд} = C_{30} * \alpha_d$$

Де  $\alpha_d$  – коефіцієнт відрахувань на додаткову плату (0,1).

$$C_{зд} = 43818 * 0,1 = 4382 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування.

Враховується відрахування коштів на ЄСВ за встановленим законодавством тарифом від суми основної та додаткової заробітної плати за наступною формулою:

$$C_{cc} = \alpha_{cc}(C_{30} + C_{зд})$$

Де  $\alpha_{cc}$  – коефіцієнт відрахувань на ЄСВ.

$$C_{cc} = 0,22 * (43818 + 4382) = 10604 \text{ грн.}$$

Накладні витрати.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ураховуються витрати на загальноекономічні витрати, непродуктивні витрати та витрати на управління. Накладні витрати встановлюються у відсотковому співвідношенні до основної заробітної плати:

$$C_n = 0,5 * 43818 = 21909 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.5

Результати розрахунку кошторисної вартості

Найменування показника	Кошторисна собівартість, грн	Питома вага %
Матеріали	550	0,67
Спеціальне устаткування	1242	1,51
Основна заробітна плата	43818	53,11
Додаткова заробітна плата	4382	5,31
Відрахування на ЄСВ	10604	12,85
Накладні витрати	21909	26,55
Всього	82505	100

Отже,

$$C = 550 + 1242 + 43818 + 4382 + 10604 + 21909 = 82505 \text{ грн.}$$

$$P_p = (82505 - 550) * 0,30 = 24586 \text{ грн.}$$

$$Ц = 1,1 * 82505 + 24586 = 115341 \text{ грн.}$$

## 5.9 Розрахунок капітальних витрат

Розрахунок капітальних витрат, які пов'язані із впровадженням ІС, здійснюються за наступною формулою:

$$K = K_{\Pi} + K_{\text{КО}} + K_{\text{ВО}} + K_{\text{С}}$$

Де  $K_{\Pi}$  – передвиборчі витрати;

$K_{\text{КО}}$  – вартість комп'ютерного обладнання;

$K_{\text{ВО}}$  – вартість допоміжного обладнання, яке необхідно для надійної роботи ІС;

$K_{\text{С}}$  – вартість будівництва (рконструкції) у зв'язку з впровадженням ІС (0).

В середньому  $K_{\Pi}$  становить до 100% загальної вартості впроваджуваних систем:

$$K_{\Pi} = 115341 * 1,0 = 115341 \text{ грн}$$

Оскільки розробка цієї програми потребує використання додаткових програм, які підлягають ліцензуванню, вартість матеріалів повинна включати в себе витрати на програмне забезпечення, його налаштування та супутні програми. Їх вартість становить 475 грн.

$$K_{\text{КО}} = 475 \text{ грн}$$

Отже,

$$K = K_{\Pi} + K_{\text{КО}} = 115341 + 475 = 115816$$

## 5.10 Розрахунок поточних витрат

Розрахунок поточних або експлуатаційних витрат, пов'язаних з впровадженням ІС, відбувається за формулою:

$$C = C_{\text{опл}} + C_{\text{а}} + C_{\text{ел}} + C_{\Pi} + C_{\text{р}} + C_{\text{всп}}$$

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де  $C_{\text{опл}}$  – річний фонд основної і додаткової оплати праці персоналу, що обслуговує ІС за нарахуваннями;

$C_a$  – це сума річних відрахувань на амортизацію, яка обчислюється від вартості основного та допоміжного обладнання.

$C_{\text{ел}}$  – вартість витрат на електроенергію за рік.

$C_{\text{п}}$  – вартість річного змісту приміщень.

Річний фонд основної заробітної плати персоналу, що обслуговує ІС:

$$Z_{\text{осн}} = \sum \chi_{\text{сі}} * Z_{\text{сі}} + \sum \chi_{\text{рj}} * tcj * \Phi_{\text{рj}}$$

Після впровадження проекту:

$$Z_{\text{осн}} = 1 * 9000 * 12 = 108000 \text{ грн}$$

Фонд додаткової заробітної плати:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} * K_{\text{доп}}$$

Де  $K_{\text{доп}}$  – коефіцієнт додаткової заробітної плати.

Отже, після впровадження проекту  $Z_{\text{доп}}$  буде становити:

$$Z_{\text{доп}} = 0,1 * 108000 = 10800 \text{ грн}$$

Нарахування на заробітну плату:

$$Z_{\text{нач}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) * K_{\text{отч}}$$

Де  $K_{\text{отч}}$  – коефіцієнт відрахувань на соціальні потреби, таких як соціальний та пенсійний фонди та соціальне страхування,  $K_{\text{отч}} = 0,22$ .

Отже,  $Z_{\text{нач}}$  до та після впровадження:

$$Z_{\text{нач}} = (108000 + 10800) * 0,22 = 26136 \text{ грн}$$

Отже, суцільні витрати на оплату праці:

$$C_{\text{опл}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{нач}}$$

Витрати на оплату після впровадження проекту:

$$C_{\text{опл}} = 108000 + 10800 + 26136 = 144936$$

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок витрат на амортизацію відбувається за наступною формулою:

$$C_a = K_{\text{ко}} * \frac{\alpha}{100}$$

Де  $\alpha$  – норма амортизаційних відрахувань (25%).

Отже,

$$C_a = 475 * 0,25 = 119 \text{ грн}$$

Річна вартість використаної електроенергії розраховується за наступною формулою:

$$C_{\text{ел}} = M_y * T_{\text{ко}} * C_{\text{е}} * KI$$

Де  $M_y$  – встановлена сумарна потужність комп'ютерного обладнання, кВт (0,25);

$T_{\text{ко}}$  – річна фундація роботи комп'ютерної системи з урахуванням часу, відведеного на профілактичні огляди (5475 годин);

$C_{\text{е}}$  – вартість 1 кВт/год електроенергії, грн (2,64);

$KI$  – коефіцієнт інтенсивного використання потужності (0,9).

$$C_{\text{ел}} = 0,25 * 5475 * 2,64 * 0,9 = 3252 \text{ грн}$$

$C_p$  становить 6% від вартості комп'ютерного обладнання:

$$C_p = 0,06 * 475 = 28 \text{ грн}$$

$C_{\text{всп}}$  в середньому становить 2% від вартості комп'ютерного обладнання:

$$C_{\text{всп}} = 0,02 * 475 = 10 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на утримання виробничих приміщень на рік  $C_{\text{п}}$  здійснюється на основі необхідної площі, яка необхідна для розміщення всього обладнання ІС, а також середньорічних витрат на утримання виробничої площі.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\Pi} = 15 * 21 * 14 = 4410 \text{ грн}$$

Отже, після впровадження:

$$C2 = 144936 + 4410 + 3252 + 119 + 28 + 10 = 152755 \text{ грн}$$

Діяльність без використання даного проекту є основним варіантом. Для процесу навчання з використанням анімаційних продуктів задіяно двох спеціалістів, які отримують зарплату в розмірі 9000 грн кожен.

$$З_{\text{осн1}} = 9000 * 2 * 12 = 216000 \text{ грн}$$

$$З_{\text{доп1}} = 0,1 * 216000 = 21600 \text{ грн}$$

$$З_{\text{знач1}} = (216000 + 21600) * 0,22 = 52272 \text{ грн}$$

$$C_{\text{опл1}} = 216000 + 21600 + 52272 = 289872 \text{ грн}$$

Отже, до впровадження:

$$C1 = 289872 + 4410 = 294282 \text{ грн}$$

### 5.11 Розрахунок рентабельності

Очікуваний економічний ефект після впровадження проекту розраховується по наступній формулі:

$$E_{\Gamma} = (C1 - C2);$$

$$E_0 = E_{\Gamma} - E_{\text{н}} * K;$$

Де  $E_{\Gamma}$  – річна економія на поточних витратах, грн;

$E_{\text{н}}$  – нормативний коефіцієнт ефективності одноразових витрат (0,25);

$K$  – одноразові витрати на проект, грн;

Отже, річна економія становить:

$$E_0 = (294282 - 152755) - 0,25 * 115816 = 112573 \text{ грн}$$

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахування рентабельності проекту виконується за наступною формулою:

$$E = \frac{E_r}{K}$$

$$E = \frac{112573}{115816} = 0,97$$

Проект є ефективним, так як  $E > E_n$ . Строк окупності проекту можна визначити по формулі:

$$T_{ок} = \frac{1}{E}$$

$$T_{ок} = \frac{1}{0,97} = 1,03 \text{ р} \sim \text{до 1,5 року.}$$

Таблиця 5.6

Техніко-економічні показники проекту

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
Трудомісткість	Дні	92
Ціна проекту	Грн	115341
Капітальні витрати	Грн	115816
Поточні витрати до	Грн/рік	294282
Поточні витрати після	Грн/рік	152755
Економічний ефект від реалізації проекту	Грн/рік	112573
Термін окупності	Міс	12,4
Рентабельність проекту		0,97

## Висновки до 5-го розділу

Виконавши економічні розрахунки, я зробив висновок, що впровадження даного проекту буде вигідним, так як коефіцієнт економічної ефективності становить 0,97, а строк окупності – 12,4 місяці.

## РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 6.1 Основні положення охорони праці

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. В поняття охорони праці входять і всі ті заходи, що спеціально призначені для створення особливих полегшених умов праці для жінок і неповнолітніх, а також працівників зі зниженою працездатністю.

Охорону праці і здоров'я громадян віднесено до пріоритетних напрямків соціальної політики України. Так, Конституція України одним з основних соціальних прав громадян визначає право кожного на належні, безпечні й здорові умови праці, встановлює, що використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється.

Об'єктом управління в СУОП є діяльність структурних підрозділів та служб підприємства по забезпеченню безпечних і здорових умов праці на робочих місцях, виробничих дільницях, цехах та підприємства в цілому. Охорона праці базується на законодавчих, директивних та нормативно-технічних документах.

Головне завдання охорони праці полягає у зниженні ризику поразки працівників небезпечними виробничими факторами або захворювання внаслідок шкідливих виробничих умов. При цьому необхідно забезпечити комфортні умови праці, що сприятимуть максимальній продуктивності

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працівників. Метою виконання даного розділу є проведення аналізу характеристик проектованого об'єкта й умов його роботи.

У цій дипломній роботі питання охорони праці розглядаються стосовно місця перебування, де безпосередньо проводиться моделювання та за умовами праці.

## **6.2 Недоліки та умови роботи за комп'ютером**

Недоліки та умови роботи за комп'ютером можуть включати наступні аспекти:

Довготривала статична позиція: Багатогодинне сидіння за комп'ютером у статичній позиції може призводити до напруження та перенапруження м'язів. Постійне напруження шиї, спини та плечей може призвести до болю і дискомфорту. Брак руху та неправильна постава можуть також спричинити проблеми з мускулоскелетною системою.

Втома очей: Довготривала робота за комп'ютером може спричинити втоми очей. Постійне фокусування на екрані та читання тексту можуть зумовити напруження очей. Це може призвести до сухості, свербіжу, почервоніння та подразнення очей.

Вплив екрану на зорову функцію: Експозиція до екрану комп'ютера може викликати випромінювання синього світла, яке може мати негативний вплив на зорову функцію. Це може призвести до зміни зору, сухості очей, напруження та погіршення якості сну.

Шкідливі ефекти роботи в замкнутому просторі: Робота за комп'ютером зазвичай відбувається в закритих приміщеннях з обмеженою циркуляцією повітря. Це може призвести до накопичення шкідливих речовин, таких як хімічні випари з меблів, килимів, друкованих матеріалів, що може спричинити проблеми з диханням та загрозу алергічних реакцій.

Психологічний стрес: Робота за комп'ютером може бути пов'язана зі стресом, особливо коли необхідно виконувати завдання в обмежені строки або

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						70
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



впровадження стрес-менеджменту, наприклад, регулярні паузи для релаксації, методи розслаблення та практики медитації, щоб зменшити стрес та підтримати психічне благополуччя.

Загалом, робота за комп'ютером має свої недоліки, проте дотримання вищезгаданих умов та рекомендацій може допомогти знизити негативні наслідки і покращити комфорт та ефективність роботи.

### **6.3 Пожежна безпека при роботі з комп'ютером.**

Пожежна безпека є важливим аспектом при роботі з комп'ютером, оскільки неправильна експлуатація апаратури, недбалість або випадкові обставини можуть спричинити пожежу. Для забезпечення пожежної безпеки при роботі з комп'ютером рекомендується дотримуватися наступних заходів та правил:

**Використання електрично безпечних матеріалів:** При з'єднанні електропроводки, використанні розеток та подовжувачів слід використовувати якісні, сертифіковані електричні матеріали, що відповідають вимогам безпеки.

**Правильне підключення та заземлення:** Комп'ютер та його пристрої мають бути правильно підключені до електричної мережі та заземлені для запобігання виникненню перенапруг та коротких замикань, що можуть спричинити пожежу.

**Уникання перевантаження електричної мережі:** При підключенні додаткових пристроїв, таких як принтери, сканери або зовнішні накопичувачі, слід перевіряти, що електрична мережа не перевантажується. Перевантаження може спричинити нагрівання проводів та ризик пожежі.

**Відповідна вентиляція:** Комп'ютери та їх компоненти, особливо сервери, можуть виділяти значну кількість тепла. Важливо забезпечити достатню вентиляцію робочого простору, щоб уникнути перегріву пристроїв, який може призвести до пожежі.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Уникання перегріву комп'ютера: Перегрів комп'ютера може бути небезпечним і спричинити пожежу. Важливо забезпечити належну циркуляцію повітря біля комп'ютера, не блокувати вентиляційні отвори та вчасно очищати вентилятори від пилу.

Використання якісних компонентів та аксесуарів: При підключенні додаткових пристроїв до комп'ютера (наприклад, зарядних пристроїв, USB-кабелів) слід використовувати якісні аксесуари, щоб уникнути перегріву, короткого замикання або пошкодження.

Зберігання та використання запобіжників: Запобіжники, що використовуються в електричних мережах, мають бути правильно підібрані та встановлені, відповідно до вимог безпеки та навантаження мережі.

Регулярна перевірка та обслуговування: Важливо періодично перевіряти стан електричної мережі, комп'ютера та його компонентів. Проводити очищення від пилу, перевіряти наявність пошкоджених кабелів, розеток та інших елементів.

Користування пожежною сигналізацією та засобами пожежогасіння: Робочі приміщення, де знаходяться комп'ютери, повинні бути оснащені пожежною сигналізацією та засобами пожежогасіння (вогнегасниками). Необхідно знати правила користування цими засобами та діяти в разі виникнення пожежі.

Навчання персоналу: Всі працівники, які працюють з комп'ютерами, повинні бути навчені основам пожежної безпеки, включаючи процедури евакуації, користування пожежною сигналізацією та засобами пожежогасіння.

Ці заходи допоможуть запобігти виникненню пожежі та забезпечити безпеку під час роботи з комп'ютером. Важливо дотримуватись правил пожежної безпеки, бути уважним та реагувати на будь-які підозрілі ситуації, що можуть створити ризик пожежі.

## Висновок до 6-го розділу

Розглянуто питання охорони праці стосовно місця перебування, де безпосередньо проводиться моделювання та за умовами праці. Визначені норми пожежної безпеки при роботі за комп'ютером.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.13	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Під час проведення дипломного проекту було проведено дослідження використання тривимірної анімації для навчальних курсів. Виявлено, що це має три важливі переваги: здатність реалізувати механічні властивості автомобіля без задіяння справжнього; привабливість та інтерес глядачів завдяки реалістичній анімації; більш ефективний вплив на споживачів, що обирають для себе автомобіль.

Вибір засобів та методів реалізації був обґрунтований. Кожен крок у процесі створення відеоролика був детально описаний. Був розроблений і уважно продуманий сценарій. Для створення відеоролику були використані такі методи: текстурування ландшафту за допомогою аддону Lily Surface Scraper, створення скелету за допомогою аддону Car Rig, створення відеоролика в редакторі Blender з використанням кривої Bezier та інструментів аддону Car Rig.

Результати досліджень були представлені у форматі відеоряду у форматі mp4.

Можна продовжити роботу над цією темою, спрямовуючи її на поліпшення отриманого зображення, додавання візуальних ефектів та музичного супроводження.

Загальний ролик відповідає вимогам цільової аудиторії та може використовуватися як відеоконтент в Інтернеті. Анімація автомобіля може бути використана як катсцена відеогри, або як реклама певного автомобіля.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.13</i>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. С. О. Сафронов, Н. А. Караван, ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ .
2. Євсеїчева К. П., ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ.
3. Старченко Г. В. Управління проектами: теорія та практика : навч. посіб. / Г. В. Старченко. – Чернігів : видавець Брагинець О. В., 2018.
4. Редакція Комп'ютерної Академії “ШАГ”, Застосування 3D-анімації та візуалізації.
5. Хміль О.І., Роль 3D графіки в сучасному світі.
6. Методичні вказівки “Економічні розрахунки” В.І. Колесник.
7. Анімація та рігінг. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.blender.org/manual/ru/dev/animation/index.html>.
8. Rendering (Візуалізація). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.blender.org/manual/ru/dev/render/index.html>.
9. Аддон Car Rig [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://github.com/digicreatures/rigacar/releases/tag/v5.0>.
10. Аддон Lily Surface Scraper [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://github.com/eliemichel/LilySurfaceScraper/releases>.
11. Види анімації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Анімація>.
12. Основи анімації. Анімація. Її види, принципи, технології. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/osnovi-animaci-animaciya-vidi-principi-tehnologi-114659.html>.
13. Рендер та обробка Blender 3D [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dtf.ru/gamedev/183152-render-i-obrabotka-v-blender>.
14. 3D моделювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/3D\\_моделювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/3D_моделювання).
15. Вид камери [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://docs.blender.org/manual/ru/3.3/editors/3dview/navigate/camera\\_view.html](https://docs.blender.org/manual/ru/3.3/editors/3dview/navigate/camera_view.html).
16. Правила техніки безпеки роботи з комп'ютером [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.zhu.edu.ua/mk\\_school/mod/page/view.php?id=5793&lang=ru](http://www.zhu.edu.ua/mk_school/mod/page/view.php?id=5793&lang=ru).
17. Інструкція з охорони праці при роботі з комп'ютером [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvita-docs.com/node/41>.
18. Текстури [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://polyhaven.com/textures>.
19. Текстурування Blender 3D [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://younglinux.info/blender/texture>.