

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Дослідження процесу розробки анімаційного 3D
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)
відеоролика

Здобувача Глушкова А.С.
(прізвище, ініціали)

2 курсу 561a групи

Керівники: д.т.н., проф Артеменко С.В
(посада, прізвище та ініціали)

ст. викл. Сіренко О.І.
(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 30.11 2023 р., протокол № 3

Завідувач кафедри комп. інженерії Сергій АРТЕМЕНКО
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	<u>комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту</u>
Кафедра	<u>комп'ютерної інженерії</u>
Ступінь вищої освіти	<u>магістр</u>
Спеціальність	<u>123 «Комп'ютерна інженерія»</u>
Освітня програма	<u>Комп'ютерні системи та мережі</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії
Сергій АРТЕМЕНКО
« 30 » листопада 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Глушкова Артема Сергійовича

1. Тема роботи Дослідження процесу розробки анімаційного 3D відеоролика

Затверджена наказом університету від « 30 » 11 2022 р, наказ № 884-03

2 Термін здачі здобувачем закінченої роботи 28 листопада 2023 р.

3. Вихідні дані роботи

1.3D редактор Maya

2.Рендер Arnold

3. Редактор Adobe Premier Pro

4. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Вступ. 2. Дослідження предметної області. 3.Визначення технології моделювання

4. Налаштування матеріалів 5. Створення анімації. 6. Економічні розрахунки.

7. Охорона праці. 8. Загальні висновки.

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

Слайд 1. Характеристика кваліфікаційної роботи. Слайд 2. Постановка завдання.

Слайд 3. Світовий ринок анімації. Слайд 4. Аналоги. Слайд 5. Постановка завдання.

Слайд 6. Моделювання. Слайд 7.Налаштування матеріалів. Слайд 8.Створення анімації.

Слайд 9. Рендерінг. Слайд 10. Висновки.

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Економіка	д. е. н., проф., Басюркіна Н.Й.		
Охорона праці	д.т.н., проф., Артеменко С.В.		
Нормоконтроль	ст. викл., Сіренко О.І.		

7. Дата видачі завдання 30.11.2022

Керівники _____ *Сергій АРТЕМЕНКО*

_____ *Олександр СІРЕНКО*

Завдання прийняв до виконання _____ *Артем ГЛУШКОВ*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Передпроектний аналіз предметної області.</i>	<i>26.12.2022</i>	
2.	<i>Аналіз подібних систем.</i>	<i>30.01.2023</i>	
3.	<i>Постановка завдання.</i>	<i>5.02.2023</i>	
4.	<i>Визначення методів моделювання та анімації.</i>	<i>30.04.2023</i>	
5.	<i>Визначення методів візуалізації.</i>	<i>16.05.2023</i>	
6.	<i>Моделювання.</i>	<i>27.06.2023</i>	
7.	<i>Анімація.</i>	<i>27.07.2023</i>	
8.	<i>Візуалізація.</i>	<i>25.08.2023</i>	
9.	<i>Техніко-економічний аналіз проекту.</i>	<i>02.09.2023</i>	
10.	<i>Опрацювання питань охорони праці.</i>	<i>04.10.2023</i>	
11.	<i>Оформлення пояснювальної записки і презентації.</i>	<i>01.11.2023</i>	

Здобувач - дипломник _____ *Артем ГЛУШКОВ*

Керівники роботи _____ *Сергій АРТЕМЕНКО*

_____ *Олександр СІРЕНКО*

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 _____ *Артем ГЛУШКОВ*

АННОТАЦІЯ

Робота присвячена дослідженню анімації у редакторі *Maya*. Проаналізовано предметну область, розглянуто існуючі сучасні аналоги. Показано їх переваги та недоліки. Проведено аналіз способів анімації, визначені засоби і інструменти створення моделі і рендерингу. Передбачено створення 3D моделі та налаштування матеріалів. Створено відеоряд на основі результатів анімації. Створено та опрацьовано в редакторі відео *Adobe Premier Pro* підсумковий ролик.

Ключові слова: 3D редактор *Maya*, *subdivision modeling*, *arnold render*, редактор *Adobe After Premier Pro*, ключова анімація.

ABSTRACT

The work is devoted to the study of animation in the Maya editor. The subject area was analyzed, existing modern analogues were considered. Their advantages and disadvantages are shown. An analysis of animation methods was carried out, means and tools for model creation and rendering were determined. Creation of a 3D model and setting of materials is provided. A video series is created based on the results of the animation. The final video was created and processed in the Adobe Premier Pro video editor.

Keywords: *Maya 3D editor, subdivision modeling, arnold render, Adobe After Premier Pro editor, key animation.*

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА	
ЗАВДАННЯ	10
1.1 Огляд предметної області комп'ютерної анімації.....	10
1.2 Огляд існуючих програм.....	15
1.2.1 Blender	15
1.2.2 Cinema 4D.....	16
1.2.3 Houdini.....	17
1.2.3 Maya	18
1.3 Постановка завдання	21
Висновки до першого розділу.....	22
РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ, АНІМАЦІЇ ТА	
РЕНДЕРИНГУ	
2.1 Розробка пайплайну.....	23
2.2 Способи моделювання.....	24
2.3 Способи анімації	28
2.3.1 Анімація з використанням ключових кадрів	28
2.3.2 Скелетна анімація.....	29
2.3.3 Захоплення руху.	32
2.4 Рендер движки.....	34
2.4.1 V-Ray	34
2.4.2 Redshift	36
2.4.2 Arnold	37

					КРМ.КІ. 1.884-03.2.1						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження процесу розробки анімаційного 3D відеоролика			Літ.	Арк.	Акрушіє	
Розробив		Глушков АРТЕМ								6	99
Перевірів		Сергій АРТЕМЕНКО									
Рецензент		Володимир ПОПОВ									
Нормоконтроль		Олександр СІРЕНКО									
Затвердив		Сергій АРТЕМЕНКО			ар. 561а, ОНТУ						

Висновки до другого розділу.....	39
РОЗДІЛ 3 МОДЕЛЮВАННЯ, АНІМАЦІЯ ТА РЕНДЕРИНГ	40
3.1 Моделювання	40
3.2 Налаштування матеріалів.....	44
3.3 Налаштування сцени та створення анімації.....	47
3.4 Рендерінг.....	54
Висновок до третього розділу	59
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	60
4.1 Порівняльний техніко-економічний аналіз проекту	60
4.2 Організаційне обґрунтування проекту	61
4.3 Класифікаційна оцінка різновиду проекту.....	61
4.4 Етапи виконання проекту	61
4.5 Склад робіт проекту, їх тривалість	62
4.6 Маркетингове обґрунтування проекту	66
4.7 Економічні розрахунки проекту.....	66
4.8 Розрахунок ціни розробки	67
4.9 Розрахунок капітальних витрат.....	71
4.10 Розрахунок поточних(експлуатаційних) витрат.....	72
4.11 Розрахунок економічної ефективності	74
4.12 Бізнес-план стартапу	77
Висновки до четвертого розділу	78
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	79
5.1 Загальні вимоги до особистого робочого міста.....	79
5.2 Загальні вимоги безпеки при роботі з комп'ютером	82
5.3 Вимоги безпеки перед початком роботи з комп'ютером	84
5.4 Вимоги безпеки під час роботи з комп'ютером	84
5.5 Вимоги безпеки після закінчення роботи з комп'ютером	86

5.6 Вимоги техніки безпеки при роботі з комп'ютером.....	87
Висновки до п'ятого розділу	88
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	90
Додаток А кадри відеоролику	92
Додаток Б Графічний матеріал	96

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

У сучасному світі вимоги до візуалізації інформації та розважального контенту зростають у геометричній прогресії. У цьому контексті особливо потрібні тривимірні відеоролики, що надають глядачеві унікальну можливість занурення у віртуальний простір з неймовірним рівнем деталізації. Даний дипломний проект присвячений дослідженню та аналізу процесу розробки тривимірного відеоролика, що включає такі ключові етапи, як моделювання, налаштування матеріалів, анімація, налаштування освітлення і рендеринг.

Світові тренди в галузі комп'ютерної графіки безперервно зміщують межі можливостей, і саме в контексті 3D-відеороликів ці тенденції виявляються найяскравіше. Кваліфікаційна робота прагне розглянути не лише технічні аспекти створення 3D-контенту, а й проникнути в суть творчого процесу, досліджуючи вплив вибору методів моделювання, мистецьких прийомів анімації та оптимізації рендерингу на якість та сприйняття фінального продукту.

У ході цього дослідження буде розглянуто методологію роботи з тривимірними моделями, передові технології та інструменти, а також проаналізовано принципи ефективної взаємодії між різними етапами процесу розробки 3D-відеоролика.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Огляд предметної області комп'ютерної анімації

Комп'ютерна анімація є важливою та невід'ємною частиною сучасної культури та технологічного прогресу. Вона є мистецтвом створення рухомих зображень з використанням комп'ютерних технологій і надає глибокий вплив на різні галузі людської діяльності. З моменту свого виникнення в середині 20 століття комп'ютерна анімація пройшла довгий та захоплюючий шлях розвитку, долаючи безліч технологічних та мистецьких бар'єрів. У цій роботі ми проведемо огляд ключових етапів розвитку комп'ютерної анімації, починаючи з її ранніх спроб і закінчуючи сучасними тенденціями та майбутніми перспективами.

Комп'ютерна анімація не лише змінила наше сприйняття розважальних та освітніх контентів, а й стала потужним інструментом для наукової візуалізації та візуального мистецтва. Її еволюція від простих двовимірних анімацій до реалістичних тривимірних світів переплітається з розвитком обчислювальних потужностей, графічних технологій та творчої уяви художників та розробників.

Перші кроки у розвитку комп'ютерної анімації були дуже скромними і обмеженими проти сучасними стандартами. У цій секції ми розглянемо цей ранній етап розвитку комп'ютерної анімації докладніше.

Аналогові комп'ютери та перфокарти (1940-1950 роки): У період після Другої світової війни дослідники почали експериментувати з аналоговими комп'ютерами та перфокартами для створення простих анімаційних ефектів. Аналогові комп'ютери використовувалися для обчислень, а перфокарти служили програмування послідовності кадрів. Це були перші спроби створення комп'ютерної анімації, але вони були дуже обмежені у своїх можливостях.

					КРМ.КІ.1.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Іван Сазерленд і *Sketchpad* (1960-і роки): Іван Сазерленд, один із провідних дослідників у галузі комп'ютерної графіки, розробив програму під назвою *Sketchpad* у МІТ. Ця програма дозволяла художникам створювати зображення та анімації за допомогою комп'ютера. *Sketchpad* вважається одним із перших кроків у напрямку інтерактивної комп'ютерної анімації.

На ранніх етапах розвитку комп'ютерної анімації обчислювальні ресурси були дуже обмеженими. Це робило анімацію повільною та витратною у виробництві. Створення навіть простих анімацій потребувало значної години та зусиль. Незважаючи на обмеження, на цьому етапі були закладені основи анімації, такі як розуміння ключових кадрів (*keyframes*) та методів інтерполяції для створення плавних рухів між ними.

Розвиток графічних інтерфейсів відіграв ключову роль у прогресі комп'ютерної анімації, забезпечуючи більш зручні та інтуїтивні засоби створення та редагування анімації. У цій секції ми розглянемо, які зміни відбулися області графічних інтерфейсів і як вони вплинули на комп'ютерну анімацію.

Поява маніпуляторів (1960-1970-і роки). На ранніх етапах комп'ютерної анімації використання маніпуляторів, таких як миша, стало більш поширеним. Це значно спростило процес малювання та редагування зображень, що було критично важливим для анімації.

Графічні програми та редактори (1970-1980-і роки). У цей час почали з'являтися перші графічні програми та редактори, призначені для створення статичних та анімованих зображень. Прикладами можуть бути *Adobe Photoshop*, *CorelDRAW* та *Autodesk Animator*. Ці інструменти стали доступними для художників та аніматорів, дозволяючи їм створювати більш складні та креативні анімації.

Інтерактивні середовища (1980-1990 роки). З розвитком комп'ютерних графічних середовищ розробники почали створювати інструменти для інтерактивної анімації. Програми, такі як *Macromedia Flash*, надали

					КРМ.КІ.1.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

аніматорам можливість створювати інтерактивні веб-анімації та мультимедійні програми.

Інтерфейси для 3D-графіки (1990-і роки). З поширенням тривимірної графіки було розроблено спеціалізовані графічні інтерфейси для моделювання та анімації 3D-об'єктів. Прикладом таких програм можуть бути *Autodesk 3ds Max*, *Maya* та *Blender*. Ці програми надають широкі можливості для створення складних тривимірних анімацій та спецефектів.

Покращення інтерфейсів сенсорних пристроїв (2010-і роки). З появою сенсорних пристроїв, таких як планшети та смартфони, були розроблені програми та інтерфейси, призначені для малювання та анімації за допомогою сенсорних жестів. Це зробило процес створення анімації більш доступним та інтуїтивним.

Розвиток графічних інтерфейсів зробило комп'ютерну анімацію доступнішою для широкої аудиторії художників та творців контенту. Він також зробив процес роботи з анімацією більш швидким та ефективним, що дозволило розвитку креативності у цій галузі та розширенню її застосування у різних галузях, таких як кіно, ігри, освіта та наукова візуалізація.

Впровадження тривимірної графіки та тривимірної анімації у комп'ютерній графіці призвело до значних змін у створенні анімаційних творів та спеціальних ефектів. Розгляньмо докладніше цей важливий етап у розвитку комп'ютерної анімації.

Перехід від 2D до 3D (1980-1990-і роки). У 1980-х роках комп'ютери стали досить потужними, щоб обробляти тривимірні зображення в реальному часі. Це дозволило аніматорам та художникам створювати більш складні та реалістичні анімації.

Використання комп'ютерів для моделювання (1990-і роки). З розвитком 3D-графіки комп'ютери стали незамінними інструментами для створення тривимірних моделей та анімації. Програми для моделювання, такі як *Autodesk 3ds Max*, *Maya* та *Cinema 4D*, стали стандартами для створення тривимірної анімації.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Розвиток технологій рендерінгу (2000-і роки). Технології рендерінгу, які використовуються для створення візуальних ефектів та тривимірних сцен, стали більш потужними та реалістичними. Це призвело до покращення якості анімації та її більш реалістичного зовнішнього вигляду.

Зародження віртуальної реальності (2010 роки). Розвиток 3D-графіки супроводжується появою віртуальної реальності (VR). VR використовує тривимірні середовища та анімацію для створення повноцінних віртуальних світів, в які користувачі можуть занурюватись. Це відкриває нові можливості для інтерактивних анімаційних програм та ігор.

3D-анімація в кіно та іграх: 3D-графіка та тривимірна анімація повністю змінюють кінематограф та ігрову індустрію. Фільми, такі як Аватар (2009) та Зоряні війни: Пробудження Сили (2015), пропонують глядачам дивовижні візуальні світи, створені з використанням 3D-анімації.

Застосування у науковій візуалізації: Тривимірна анімація також знайшла своє застосування у науковій візуалізації. Вчені використовують 3D-графіку для створення візуалізацій складних наукових даних, що допомагає краще розуміти та досліджувати різні явища та процеси.

Комп'ютерна анімація відіграє важливу роль в освіті та науковій візуалізації, полегшуючи розуміння складних концепцій та явищ. Далі буде докладніше розглянуто, як комп'ютерна анімація застосовується у цих областях:

1. Освіта:

- а) інтерактивні освітні програми: Комп'ютерна анімація використовується для створення інтерактивних освітніх програм, які допомагають студентам навчатися більш ефективно. Наприклад, у галузі біології можна створити анімації, які демонструють процеси клітинного поділу чи дихання;
- б) навчання на віддалених платформах: З розвитком дистанційного навчання комп'ютерна анімація стала важливим інструментом

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

передачі інформації та утримання уваги студентів у віртуальних класах;

с) медична освіта: У медичній освіті комп'ютерна анімація використовується для візуалізації анатомії, хірургічних процедур та патологій, що допомагає майбутнім лікарям краще розуміти людське тіло;

д) фізика та інженерія: Анімації використовуються для ілюстрації фізичних законів та інженерних концепцій, що допомагає студентам краще зрозуміти абстрактні концепції.

2. Наукова візуалізація:

а) дослідження даних: Комп'ютерна анімація може візуалізувати складні наукові дані, такі як кліматичні зміни, рух планет, молекулярні взаємодії та багато іншого. Це допомагає дослідникам виявляти закономірності та тренди;

б) моделювання явищ: У науковій візуалізації створюються тривимірні моделі вивчення явищ, які неможливо відтворити у реальному житті. Прикладом може бути візуалізація процесів, що відбуваються всередині ядра зірки або природних катастроф;

с) освіта в науці: Комп'ютерна анімація використовується для створення освітніх матеріалів у наукових музеях та виставках, що допомагає привернути увагу відвідувачів та полегшити розуміння складних наукових концепцій;

д) медична наукова візуалізація: У медичних дослідженнях комп'ютерна анімація може допомогти у візуалізації результатів клінічних досліджень, а також дозволяє дослідникам вивчати тканини та органи всередині людського тіла.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Огляд існуючих програм

1.2.1 Blender

Blender — професійне вільне та відкрите програмне забезпечення для створення тривимірної комп'ютерної графіки, що включає засоби моделювання, скульптингу, анімації, симуляції, рендерингу, постобробки та монтажу відео зі звуком, компонування за допомогою «вузлів» (*Node Compositing*), а також створення 2D-анімацій. В даний час користується великою популярністю серед безкоштовних 3D-редакторів у зв'язку з його швидким стабільним розвитком та технічною підтримкою.

Характерною особливістю пакету *Blender* є його невеликий розмір у порівнянні з іншими популярними пакетами для 3D-моделювання. Документація не входить, але доступна онлайн. Демонстраційні сцени можна завантажити на офіційному сайті або на сайті відкритих проєктів *Blender Cloud*.

Функції:

- підтримка різноманітних геометричних примітивів, включаючи полігональні моделі, систему швидкого моделювання в режимі *subdivision surface*, криві Безьє, поверхні *NURBS*, *metaballs*, скульптурне моделювання та векторні шрифти;
- універсальні вбудовані механізми рендерингу та інтеграція із зовнішніми рендерерами *YafRay*, *LuxRender* та багатьма іншими;
- інструменти анімації, серед яких інверсна кінематика, скелетна анімація та сіточна деформація, анімація за ключовими кадрами, нелінійна анімація, редагування вагових коефіцієнтів вершин, обмежувачі;
- динаміка м'яких тіл (включаючи визначення колізій об'єктів при взаємодії), динаміка твердих тіл на основі фізичного двигуна *Bullet*.
- Система частинок включає систему волосся на основі частинок;
- модифікатори застосування неруйнівних ефектів;

					КРМ.КІ.1.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- мова програмування *Python* використовується як засіб визначення інтерфейсу, створення інструментів та прототипів, системи логіки в іграх, як засіб імпорту/експорту файлів (наприклад, *COLLADA*), автоматизації задач;
- базові функції нелінійного відео та аудіо монтажу;
- композитинг відео, робота із хромакеєм;
- трекінг камери та об'єктів;
- *real-time* контроль під час фізичної симуляції та рендерингу;
- процедурне та *node-based* текстурування, а також можливість малювати текстуру прямо на моделі;
- *grease pencil* – інструмент для *2D*-анімації у повному *3D*-пайплайні.

1.2.2 Cinema 4D

Cinema 4D є універсальною комплексною програмою для створення та редагування двовимірних та тривимірних ефектів та об'єктів. Дозволяє рендерувати об'єкти методом Гуро. Підтримка моделювання, малювання, скульптингу, композитингу, трекінгу, анімації та високоякісного рендерингу. Відрізняється більш простим інтерфейсом, ніж у аналогів.

Функції:

- моделювання;
- матеріали та текстурування;
- освітлення;
- анімація;
- камера;
- Advanced Renderer;
- редагування UV;
- велика API: *C++*, *Python*;
- бібліотека *Prime*, що включає матеріали, об'єкти та передумовки;
- фізичний двигун рендера;
- *openvdb volume modeling*;

					KPM.KI.1.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- просунуті інструменти камери;
- інструментарій *MoGraph*;
- бібліотека *Broadcast*, яка включає матеріали, камери та об'єкти;
- *sketch & toon*;
- бібліотека *Visualize*, включаючи матеріали, предустановки та архітектурні об'єкти;
- *team Render* (необмежену кількість вузлів) ;
- динаміка;
- скульптурне моделювання;
- система створення волосся;
- просунуті інструменти для створення персонажів.
- трекер рухів.

1.2.3 Houdini

Houdini — професійний програмний пакет для роботи із тривимірною графікою, розроблений компанією Side Effects Software (Торонто, Канада). *Houdini* дуже затребуваний програмний пакет, що дозволяє створювати просунуті ефекти, має потужний рендеринг та моделювання. Головна відмінність цього пакета в тому, що він є середовищем візуального програмування.

Функції:

1. Моделювання

- a) безліч геометричних примітивів;
- b) полігональне моделювання;
- c) сплайни (включаючи *B*-сплайни (*NURBS*), криві Без'є);
- d) метаболі;
- e) *I*-система;
- f) ноди зміни властивостей об'єктів, об'єднаних у групу: *SOPs* (*surface operators*);
- g) групування геометрії;

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

h) частинки - ноди для роботи з частинками, об'єднаними в групу:
POPs (particle operators);

2. Анімація

- a) заснована на ключових кадрах анімація;
- b) з можливістю процедурного керування каналами параметрів сцени за допомогою *HScript* або операторів групи *CHOPs (channel operators)*;
- c) редактор ключових кадрів — з можливістю графічного представлення параметра сцени, зміни типу інтерполяції значення та розташування у часі ключового кадру;
- d) персонажна анімація - інструменти для персонажної анімації: скелети, ріг, волосся і шерсть (з прорахунком фізичної взаємодії), взаємодії персонажів (*Crowd control*);

3. Фізичне моделювання

- a) твердих (*Rigid Body*) та м'яких тіл (*Soft Body*);
- b) тканин (*Cloth*);
- c) волосся та вовни (*Fur*);
- d) розрахунок фізичної поведінки та візуалізації газів та рідин (моделювання поведінки вогню, диму, більшості атмосферних явищ, розчинення однієї рідини в іншій, карти намокання (*Wet Map*);

4. Освітлення

- a) великий набір джерел світла.
- b) шейдери освітлення (*Light Shader*);
- c) прорахування більшості фізичних властивостей світла: тіней та глобального висвітлення.

1.2.3 Maya

Autodesk Maya — це професійний комерційний пакет програмного забезпечення для створення тривимірної комп'ютерної графіки та анімації. Це

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

потужний інструмент для моделювання, анімації, симуляції, рендерингу та інших аспектів роботи з тривимірною графікою. *Autodesk Maya* використовується в індустрії розваг, включаючи створення фільмів, відеоігор, реклами та інших візуальних проєктів.

Основні функції *Autodesk Maya* включають:

- моделювання: підтримка різних видів геометричних об'єктів, включаючи полігони, *nurbs*-поверхні, криві Безьє, скульптинг та інші техніки моделювання;
- анімація: інструменти анімації, включаючи скелетну анімацію, інверсну кінематику, ключові кадри, динамічні симуляції та багато іншого.
- рендеринг: вбудовані рендерери та підтримка інших рендерерів для створення відмінної візуальної якості.
- динаміка: система симуляції м'яких і твердих тіл, включаючи взаємодію та колізії об'єктів.
- частинки: розширена система частинок для створення різноманітних ефектів, включаючи вогонь, дим та інші.
- композитинг: інтегровані засоби композитингу для обробки та збору різних візуальних елементів.
- текстурування: Процедурне та засноване на вузлах текстурування для деталізації поверхонь моделей;
- інтеграція з іншими інструментами: можливість імпорту та експорту файлів у різних форматах, що сприяє співпраці з іншими програмами та пакетами.

Далі представлена таблиця, що включає аналіз позитивних і негативних аспектів програм, розглянутих у контексті визначення оптимального вибору (таблиця 1.1). Наведена таблиця надає огляд основних характеристик програм, що розглядаються, з метою полегшення процесу прийняття рішення щодо кращого програмного рішення.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняльна таблиця розглянутих програм

	Blender	Maya	Cinema 4D	Houdini
Вартість	Плюси: Безкоштовно та з відкритим вихідним кодом.	Плюси: Доступний в оренді, є студентська версія.	Плюси: Існує варіант <i>Lite</i> з обмеженим функціоналом.	Плюси: Безкоштовна версія <i>Houdini Apprentice</i> .
	Мінуси: Інтерфейс може здатися дещо складним для новачків.	Мінуси: Дорогий, особливо для професійної версії.	Мінуси: Не дуже багато функцій для складних візуальних ефектів.	Мінуси: Дорогий.
Інтерфейс та зручність використання	Плюси: Інтерфейс, що налаштовується, безліч віджетів і панелей.	Плюси: Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.	Плюси: Простий та зрозумілий інтерфейс.	Плюси: Процедурне та параметричне моделювання.
	Мінуси: Може бути складним для новачків через велику кількість функцій.	Мінуси: Інтерфейс може здаватися застарілим, порівняно з деякими сучасними програмами.	Мінуси: Деякі професіонали можуть вважати його менш потужним.	Мінуси: Складний для новачків
Моделювання	Плюси: Потужні інструменти для моделювання.	Плюси: Широкий набір інструментів для моделювання.	Плюси: Просте та швидке моделювання.	Плюси: Процедурна анімація, динамічні системи.
	Мінуси: Можуть виникнути проблеми з продуктивністю під час роботи з великими сценами.	Мінуси: Складнощі роботи з <i>NURBS</i> -поверхнями.	Мінуси: Не так багато розвинених інструментів.	Мінуси: Складне для новачків в анімації.
Анімація	Плюси: Повний набір інструментів для анімації.	Плюси: <i>Arnold</i> рендер, підтримка зовнішніх рендерів.	Плюси: Гарний інструментарій для <i>Motion Graphics</i> .	Плюси: Рендер <i>Mantra</i> , підтримка зовнішніх рендерів.
	Мінуси: Деякі користувачі знаходять складний інтерфейс анімації.	Мінуси: Потрібно часу, щоб освоїти всі можливості.	Мінуси: Можуть бути відсутні просунуті функції.	Мінуси: Вивчення кривої навчання для <i>Mantra</i> .

Візуалізація та рендеринг	Плюси: Потужні інструменти створення візуальних ефектів.	Плюси: Інтегровані інструменти для створення складних візуальних ефектів.	Плюси: Інтегрований фізичний рендер.	Плюси: Потужні інструменти для процедурних ефектів.
	Мінуси: Деякі функції візуальних ефектів можуть бути складними для новачків.	Мінуси: <i>Arnold</i> може бути повільним у слабких системах.	Мінуси: Не так багато розвинених опцій, як у деяких конкурентних продуктах.	Мінуси: Складне для новачків у візуальних ефектах.
Візуальні ефекти та динаміка	Плюси: <i>Python API</i> , плагіни, широкі можливості скриптингу.	Плюси: Інтегровані інструменти для створення візуальних ефектів.	Плюси: Гарні інструменти <i>Motion Graphics</i> .	Плюси: Потужні інструменти для процедурних ефектів.
	Мінуси: Документація API може бути неповною.	Мінуси: Потрібен час для вивчення.	Мінуси: Можливі обмеження у просунутих візуальних ефектах.	Мінуси: Складне для новачків у візуальних ефектах.

За результатами аналізу програма *Autodesk Maya* виділяється на фоні інших розглянутих варіантів. Вона надає широкий інструментарій для моделювання та анімації, має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, а також підтримує потужний рендер *Arnold* для фотореалістичної візуалізації.

1.3 Постановка завдання

Мета завдання – розробка презентації мобільного телефону для рекламних цілей з максимальним ефектом привернення уваги та витонченою передачею унікальних характеристик продукту. Мета цього завдання полягає у створенні візуально вражаючої презентації мобільного телефону, яка, підкреслить ключові особливості продукту, сприяючи успішній рекламній кампанії. Метою завдання є створення унікального візуального контенту, що запам'ятовується, здатного миттєво зацікавити і привернути увагу цільової аудиторії. Це включає використання сучасних технологій і креативних підходів

										Арк.
										21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ.КІ.1.884-03.2.1					

до дизайну, які виділять продукт серед конкурентів. Завдання полягає у передачі дизайну та стилю мобільного телефону з високим ступенем реалізму.

Ціль завдання в тому, щоб ефективно демонструвати ключові функціональні можливості мобільного телефону. Анімація та візуалізація цих можливостей мають бути привабливими та легко сприйнятими, щоб підкреслити переваги продукту.

В дипломній роботі потрібно створити ролик з урахуванням наступних умов:

1. Відеоролик повинен мати оптимальну тривалість для утримання уваги глядача (до 30 секунд).
2. Формат відео повинен бути сумісним із різними платформами, включаючи соціальні мережі, *YouTube* та веб-сайти.
3. Акцентувати увагу на ключових функціях та характеристиках телефону (камера, дизайн, дисплей).
4. Використати тривимірні моделі та сцену. Використати візуальні ефекти. Для моделювання та анімації використовувати технології, які підтримуються *Maya*. Для кінцевого складання використовувати *Adobe Premiere Pro*.
5. Роботи ведуться за заздалегідь продуманим пайплайном на основі аналізу алгоритмів, методів і засобів реалізації. Проміжні результати зберігати на додатковий носій.

Висновки до першого розділу

У цьому розділі був зроблений аналітичний огляд предметної області комп'ютерної анімації, а також аналіз ринку подібних застосунків. Виконана робота дозволить перейти до подальшого проектування і реалізації комп'ютерної анімації в рамках дипломного проектування.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ, АНІМАЦІЇ ТА РЕНДЕРИНГУ

2.1 Розробка пайплайну

Пайплайн в комп'ютерній анімації є послідовністю етапів, через які проходить проект анімації, починаючи з ідеї та закінчуючи остаточним рендерингом та постобробкою (рис 2.1). Ось загальні етапи пайплайну комп'ютерної анімації:

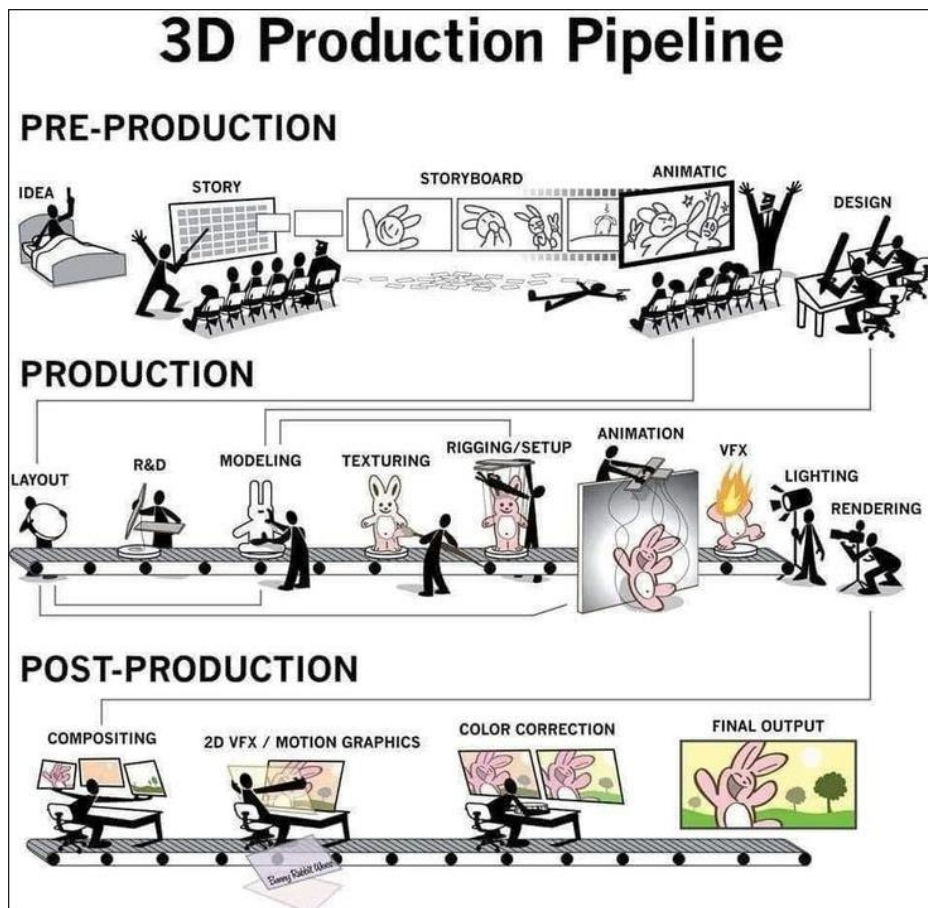


Рис. 2.1 – Загальна організація пайплайну

Ось загальні етапи пайплайну комп'ютерної анімації:

1. Ідея та концепт: цей етап включає створення загального концепту для анімації, в тому числі визначення історії, персонажів, світу і дизайну. Це може включати розробку сценарію, макетів та концепт-артів.

2. Препродакшн (*Pre-production*): на цьому етапі створюються деталізовані характеристики персонажів, об'єктів та сцен. Також визначаються макети, сториборди, аніматичні плани та інші елементи, що допоможуть визначити візуальний стиль анімації.
3. Моделювання (*Modeling*): у цій фазі анімаційні об'єкти та персонажі моделюються у 3D-просторі за допомогою спеціалізованих програм. Створюються тривимірні моделі з урахуванням деталей та текстур.
4. Ріггінг (*Rigging*): риггінг – це процес створення структурної структури та контрольних елементів для анімаційних персонажів. Це дозволяє аніматорам керувати рухами персонажів.
5. Анімація: на цьому етапі аніматори створюють рухи для персонажів та об'єктів, використовуючи риггінг та ключові кадри. Це включає роботу з анімаційними програмами зі створення бажаних рухів.
6. Освітлення та матеріали (*Lighting and Materials*): у цьому етапі визначаються та налаштовуються джерела світла, текстури та матеріали, щоб надати сценам бажаного візуального стилю.
7. Рендеринг (*Rendering*): рендеринг – процес перетворення тривимірної стіни на двомірні зображення (кадри). Це може займати значну кількість часу, особливо складних сцен.
8. Пост-продакшн (*Post-production*): на цьому етапі проводиться монтаж, додавання спецефектів, корекція кольору та звуку, а також інші останні штрихи для завершення анімації.
9. Завершення та публікація: після завершення постпродакшна анімація готова до публікації. Вона може бути експортована у різні формати для кіно, телебачення, інтернету та інших платформ.

2.2 Способи моделювання

3D-моделювання – це процес створення тривимірних моделей об'єктів та сцен із використанням комп'ютерних програм. Ці моделі можуть бути використані в різних областях, таких як анімація, ігрова індустрія, візуалізація

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дизайну, інженерне моделювання, медична візуалізація, архітектурне проектування та інші.

Існує кілька різних видів 3D-моделювання, включаючи:

1. Полігональне моделювання (*Polygonal Modeling*). Це підхід до тривимірного моделювання, який використовує ребра, вершини та грані для формування моделей. Модельєри починають із простих форм і додають деталі, щоб розвивати їх. Вони змінюють форми, регулюючи координати однієї або кількох вершин. Полігональне або багатогранне моделювання найкраще підходить там, де візуалізація важливіша за точність. Він широко використовується дизайнерами відеоігор і анімаційними студіями. Комп'ютерам потрібно менше часу для візуалізації полігональних моделей. Таким чином, програми полігонального моделювання добре працюють у браузерях (рис 2.2).

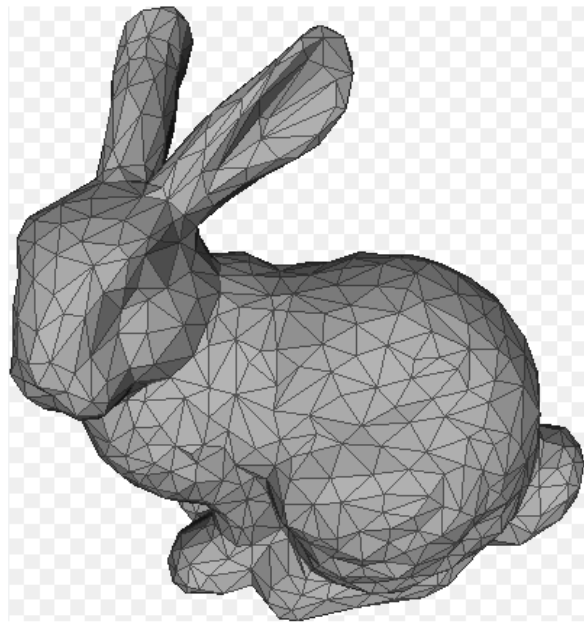


Рис. 2.2 – Полігональне моделювання

2. Субдивізіонне моделювання (*Subdivision Modeling*): цей метод починається з базової сітки полігонів, а потім використовує згладжування для створення більш гладких і органічних поверхонь. це техніка цифрового 3D-моделювання, яка використовується для створення чистих моделей із масштабованою деталізацією, які добре виглядають під час візуалізації. Він

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

4. Точкове моделювання (*Point Modeling*): цей метод включає створення моделей шляхом додавання і переміщення окремих точок (вершин) в 3D-просторі. У точковому моделюванні модель створюється шляхом додавання вершин у 3D-простір. Вершини зазвичай з'єднуються лініями, щоб створити геометричні фігури, поверхні та об'єкти. Оператор точкового моделювання може переміщати, масштабувати та обертати вершини для створення потрібної форми та деталізації об'єкта. Очкове моделювання може бути корисним інструментом у 3D-графіці та дизайні, особливо для створення унікальних та складних об'єктів або для редагування існуючих моделей. Цей метод забезпечує високий рівень контролю над геометрією та дозволяє художникам та дизайнерам реалізувати свої творчі ідеї.

5. Метод об'ємного моделювання (*Volumetric Modeling*): цей метод використовує вокселі для представлення об'єктів та сцен. Він часто застосовується у медичній візуалізації та інших областях, де потрібне точне представлення об'ємних даних (рис 2.5).

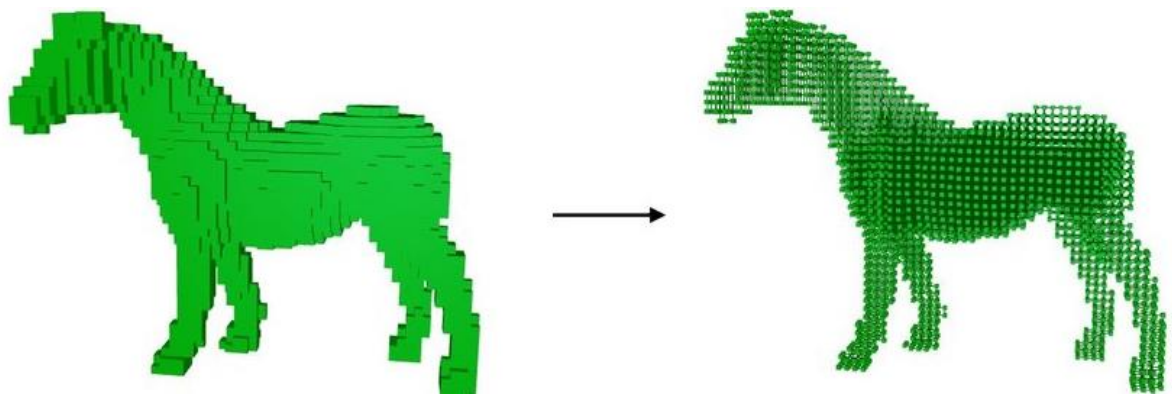


Рис. 2.5 – Метод об'ємного моделювання

З урахуванням вищесказаного, можна зробити висновок, що *Subdivision Modeling* є найбільш підходящим методом у різних сценаріях, особливо при моделюванні об'єктів, таких як телефон. Цей метод забезпечує високий ступінь деталізації, плавні поверхні та легкість внесення змін, що є важливим при створенні реалістичних моделей.

					КРМ.КІ.1.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.3 Способи анімації

Анімація – це процес створення зображення, що створює ілюзію руху. Це може бути досягнуто різними методами, включаючи зміну положення об'єктів кадр за кадром, використання комп'ютерних програм для створення тривимірних моделей та їх анімації, а також використання фізичних об'єктів для створення руху та запис цього руху. Далі проаналізовано основні способи анімації, це дозволить виявити найбільш підходящий для складання методики.

2.3.1 Анімація з використанням ключових кадрів

Анімація за ключовими кадрами (keyframe animation) - це техніка створення анімації, заснована на визначенні ключових моментів зміни стану об'єкта чи персонажа у певний час. Ключові кадри є основними кадрами, в яких задаються певні параметри, такі як положення, розмір, колір та інші властивості об'єкта, що анімується. Під ключовий кадрами розуміються моменти часу, у яких виявляються будь-які події реалізації, відображають початок деяких перетворень об'єкта. З кожною подією виникає пов'язаний зі своїм ключем анімації, тому кадри можна вважати ключовими, якщо в них виявляються ключові емоції. Дана технологія отримання анімації передбачає, що потрібно задати, як має виглядати об'єкт у тому чи іншому кадрі, тобто пов'язати з певним моментом часу подія анімації. А потім визначити дані кадри як ключові (*keyframes*), що призведе до створення об'єкта ключів анімації, в яких будуть зафіксовані особливості його відображення в певні моменти часу. Крім ключових кадрів в анімації будуть присутні проміжні кадри (*in-betweens*), які формуються програмою автоматично та визначають зміну об'єкта між ключовими позиціями.

Проміжні кадри в ключовій анімації є кадрами, які автоматично створюються програмою на основі встановлених ключових кадрів. Ці кадри служать для плавного переходу від одного ключового моменту до іншого та забезпечують безперервний та природний рух об'єкта або персонажа протягом

					КРМ.КІ.1.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Інверсна кінематика (*inverse kinematics, IK*) — процес визначення параметрів пов'язаних рухомих об'єктів (наприклад, кінематична пара або кінематичний ланцюг) для досягнення необхідної позиції, орієнтації та розташування цих об'єктів. Інверсна кінематика є типом планування руху. Інверсна кінематика активно використовується в робототехніці, тривимірній комп'ютерній анімації та розробці комп'ютерних ігор. Вона використовується в основному в тих ситуаціях, коли потрібне точне позиціонування рухливих зчленувань одного об'єкта щодо інших об'єктів довкілля. Алгоритм інверсної кінематики протилежний алгоритму прямої кінематики.

Інверсна кінематика, як і пряма, застосовуються до моделей будь-яких персонажів або об'єктів, створених з використанням скелетної анімації. Суть скелетної анімації у тому, що об'єкт складається з набору твердих сегментів (компонентів), з'єднаних зчленуваннями (*joint*). При цьому сегменти можуть об'єднуватися в кінематичні пари, які об'єднуються в кінематичні ланцюги. Дані сегменти утворюють ієрархічні ланцюжки, які мають верхній і нижній рівень. Сегменти (компоненти) верхніх рівнів називаються предками (або батьківськими сегментами), а компоненти нижніх - компонентами-нащадками (або дочірніми сегментами). Наприклад, якщо розглянути руку людини, то плечовий суглоб буде найвищим рівнем, а кінчик пальця - найнижчим, тобто компонентом-нащадком до плечового суглоба. Ліктьовий суглоб знаходиться всередині ланцюжка, він матиме як батьківські (плечо), так і дочірні (зап'ясті, пальці) сегменти.

Основною відмінністю прямої кінематики від інверсної кінематики є те, що за прямої будь-яка дія передається по ієрархічному ланцюжку зверху вниз. Наприклад, при русі кульшового суглоба рухаються всі нащадки, тобто колінний суглоб і всі інші. Інверсна кінематика використовує принцип, діаметрально протилежний принципу прямої - переміщення компонентів-нащадків призводить до зміни положення компонентів-предків, тобто алгоритм розраховує положення та орієнтацію компонентів-предків, виходячи з положення та орієнтації компонентів-нащадків.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

В інверсній кінематиці дочірній сегмент (компонент-нащадок), який викликає зміну положення та орієнтацію інших об'єктів і розташований у середині окремого ієрархічного ланцюжка сегментів, називається ефектором. Якщо ефектор є кінцевим об'єктом даного ієрархічного ланцюжка, він називається кінцевим ефектором. Саме через ефектор здійснюється маніпулювання всім ієрархічним ланцюжком. Зміна положення та орієнтації кінцевого ефектора призводить до зміни положення та орієнтації всіх сегментів ієрархічного ланцюжка за законами інверсної кінематики. Зміна положення та орієнтації простого (не кінцевого) ефектора призводить до того, що положення об'єктів, що стоять за ієрархією нижче за нього, змінюється за законами прямої кінематики, а об'єктів з вищою ієрархією - за законами інверсної кінематики. Ключем до успішної реалізації інверсної кінематики є анімація в межах обмежень (*Constraints*): кінцівки моделі персонажа повинні поводитися в розумних антропоморфічних межах. Така сама ситуація і з робототехнічними пристроями, які мають фізичні обмеження, такі як середовище, в якому вони працюють, обмеження руху їх суглобів та обмежені фізичні навантаження та швидкості, з якими вони можуть працювати (рис 2.8).

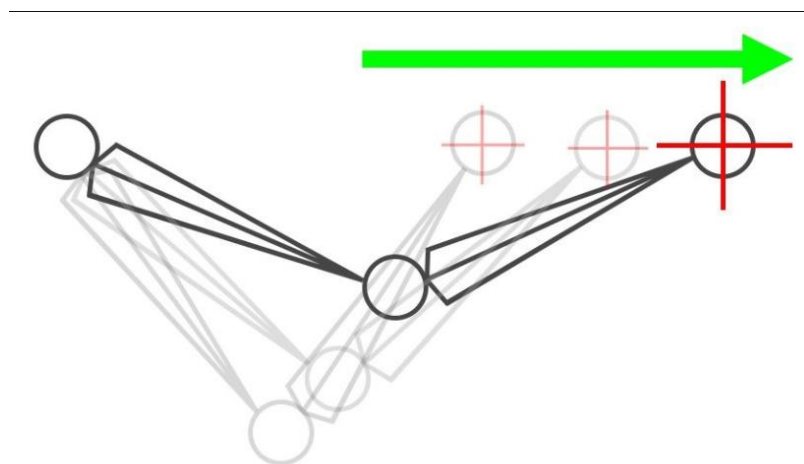


Рис. 2.8 – Інверсна кінематика

2.3.3 Захоплення руху.

Захоплення руху (*Motion capture*) — метод анімації, який дозволяє оцифрувати рухи актора і використовувати їх для керування тривимірною

										Арк.
										32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ.КІ.1.884-03.2.1					

моделлю персонажа. Сучасна система мокапа складається умовно з трьох основних компонентів: костюм із набором спеціальних датчиків, засоби реєстрації у вигляді різних камер та безпосередньо софт для збору та обробки інформації.

Оптичні системи захоплення руху застосовуються найчастіше через найкраще співвідношення ціни та якості. Принцип роботи полягає у реєстрації оптичного сигналу від маркерів, проте метод вимагає чимало камер, щоб відстежувати маркери з різних ракурсів. Щонайменше три камери, але якщо в сцені беруть участь кілька людей та декорації, то число може збільшитися до кількох десятків.

Оптичні мітки поділяються на пасивні та активні. У пасивних на костюмі використовуються світловідбиваючі маркери, що відбивають промені від камери. При цьому сама камера оснащується системою підсвічування, як правило, інфрачервоною (рис 2.9).

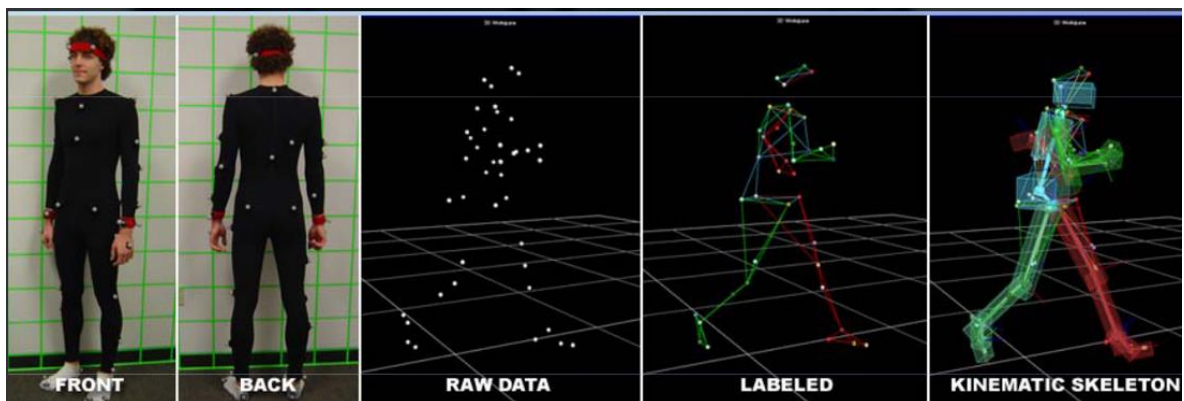


Рис. 2.9 – Motion capture

Активні маркери є джерелами світла. Як правило, це невеликі світлодіоди, які реєструються в режимі реального часу. Кожному маркеру надається ідентифікатор, що дозволяє програмам захоплення рухів не плутати маркери один з одним, а також впізнавати їх після того, як вони були заблоковані і знову з'явилися в полі камер. В інерційних системах використовують інерційні датчики: мініатюрні гіроскопи, розташовані на тілі актора. Дані з датчиків передаються на комп'ютер, де вони обробляються та записуються. Система визначає як положення маркера, а й кут його нахилу.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Враховуючи різні методи анімації, ключова анімація може бути ефективним вибором. Переваги ключової анімації включають гнучкість, можливість точного контролю за рухом об'єкта в певні моменти часу, що дозволить створювати складні та точні анімації. Ефективність цього полягає в автоматичному створенні проміжних кадрів, що значно скорочує час створення анімації проти ручним завданням кожного кадру. Простота внесення змін до анімації також є перевагою, оскільки можна просто переміщати ключові кадри або редагувати параметри.

2.4 Рендер движки

В області комп'ютерної графіки рендер-движки є фундаментальними компонентами, що надають програмні засоби для перетворення абстрактних тривимірних моделей на двовимірні зображення. Ці движки є складні алгоритми і програмні рішення, засновані на принципах растеризації та трасування променів. Рендер-движки відіграють ключову роль у симуляції світлових явищ, матеріалів та текстур, сприяючи створенню віртуальних сцен із високим ступенем реалізму.

У даному контексті рендер-движки можна розглядати як комплексні системи, оптимізовані для ефективною візуалізації тривимірної графіки. У процесі роботи вони обробляють безліч параметрів, включаючи джерела світла, властивості матеріалів, геометричні дані і камерні параметри. Таким чином, їхня функціональність стає невід'ємною частиною сучасних технологій візуального моделювання та розробки віртуальних середовищ.

2.4.1 V-Ray

V-Ray - це додатковий модуль для системи 3D-візуалізації. Він дозволяє зробити зображення максимально реалістичним за рахунок застосування більш високих швидкостей розрахунку, а також використання власної бібліотеки з великою кількістю сценаріїв освітлення. Створений за допомогою такого модуля проект можна порівняти за якістю зображення з професійною

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

За високу швидкість роботи *Redshift* відповідає інноваційна технологія прискорення *GPU*. Це дозволяє розпаралелювати процеси рендерингу та використовувати потужності графічних процесорів для забезпечення швидкого та ефективного створення візуальних ефектів. Такий підхід робить *Redshift* ідеальним вибором для великих та складних проектів. *Redshift* пропонує широкий набір інструментів для налаштування матеріалів та світла, забезпечуючи художникам максимальний контроль над візуальними аспектами сцени. Це включає підтримку різних типів матеріалів, текстур і освітлення, що дозволяє створювати різноманітні і переконливі візуальні композиції. *Redshift* підтримує багатоканальний висновок, що дозволяє зберігати різні проходи зображення для подальшого редагування у поствиробничих програмах. Це забезпечує більшу гнучкість та можливість тонкого налаштування візуальних ефектів після завершення рендерингу.

Redshift забезпечує інтеграцію з основними 3D-пакетами, такими як *Autodesk Maya*, *Maxon Cinema 4D*, *SideFX Houdini* та іншими. Це полегшує інтеграцію у виробничі потоки різних галузей, розширюючи коло застосування даного рендер-движка.

2.4.2 Arnold

Рендер *Arnold*, розроблений компанією *Solid Angle*, є передовою технологією в області комп'ютерної графіки. Він став особливо затребуваним серед професіоналів у візуальних мистецтвах завдяки своїй здатності забезпечувати фотореалістичні результати у сферах анімації, кіноіндустрії та дизайну. *Arnold* ґрунтується на методі трасування променів, що є фундаментальним принципом у сучасній комп'ютерній графіці. Цей метод дозволяє змодельовати шлях світла у сцені, включаючи відображення, заломлення та тіні, забезпечуючи високий рівень фотореалізму. Багато сучасних рішень у візуалізації та візуальних ефектах засновані саме на цьому методі. *Arnold* інтегрується тісно з такими провідними програмами, як *Autodesk Maya* та *Cinema 4D*. Це забезпечує художникам максимальну

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

гнучкість та зручність у роботі, а також відкриває доступ до широкого спектру інструментів для моделювання та анімації (рис 2.12).



Рис. 2.12 – візуалізація за допомогою Arnold.

Arnold пропонує видатну ефективність рендерингу, що досягається за рахунок оптимізованих алгоритмів та вміння ефективно використовувати обчислювальні ресурси. Це особливо важливо при роботі з великими та складними сценами, де висока продуктивність стає пріоритетом. *Arnold* підтримує динамічне освітлення та просунуті техніки текстурування, що дозволяє створювати переконливі візуальні ефекти. Реалістичні матеріали, світлові ефекти та відображення стають доступними для митців, що дає змогу втілювати в життя творчі ідеї. *Arnold* забезпечує художникам високий рівень контролю за матеріалами за допомогою гнучкої системи налаштування. Це дозволяє тонко налаштовувати зовнішній вигляд різних поверхонь від текстильних матеріалів до металу.

Для анімації презентації телефону вибрано рендер *Arnold*. Цей вибір обґрунтовується кількома важливими факторами. *Arnold* відомий своєю високою продуктивністю та фотореалістичним зображенням, що особливо важливо при створенні візуально привабливих анімацій для презентацій продукції.

					КРМ.КІ.1.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Однією з ключових переваг *Arnold* є можливість створювати реалістичні зображення, включаючи реалістичне освітлення і тіні. Це важливо для досягнення високого рівня візуальної привабливості, особливо при поданні продукту, такого як телефон.

Таким чином, вибір рендера *Arnold* обумовлений його технічними можливостями, здатністю створювати високоякісні візуальні ефекти та підтримкою зовнішніх двигунів, що у сукупності робить його ефективним інструментом для анімації презентації рекламного продукту.

Висновки до другого розділу

У розділі розглянуті методи моделювання, розглянуті та проаналізовані способи анімації, розглянуто де вони застосовуються і які способи найоптимальніші на даний час. Розглянуті принципи технології ключової анімації.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛЮВАННЯ, АНІМАЦІЯ ТА РЕНДЕРИНГ

3.1 Моделювання

Вибір методики моделювання телефону базується на врахуванні кількох факторів. Важливо зважити на вимоги до візуальної реалістичності, можливість деталізації моделі та ефективність роботи з текстурами.

Для створення якісної та реалістичної моделі телефону важливо вибрати відповідну методику моделювання, яка дозволить досягти потрібного рівня деталізації та точності. Використання субдивізійного моделювання дає можливість контролювати кожен полігон окремо, що дозволяє визначити форму та деталі моделі з високою точністю.

Також важливим аспектом є робота з текстурами, які додають реалістичні деталі моделі, такі як текст на екрані телефону, блискучі елементи або шорсткості корпусу. Субдивізійне моделювання добре поєднується із текстуруванням, що робить його оптимальним вибором для створення моделі.

Оскільки дана техніка має гнучкість, точність і можливість роботи з текстурами, вона дозволяє досягти високого рівня реалістичності та точності у створенні моделей телефонів. Також субдивізійне моделювання забезпечує ефективність роботи та дозволяє створювати деталізовані моделі з мінімальними вимогами до обчислювальних ресурсів.

Надалі буде зроблено детальний опис процесу створення моделі, налаштування освітлення, а також розробка анімації та остаточний рендеринг.

Для створення основи телефону створюю куб та налаштовую параметри масштабу. В редакторі атрибутів куба є параметри *Width*, *Height* та *Depth*. Налаштовую ці параметри приблизно під розміри стандартного телефона та додаю полігонів для подальшої зручності (рис. 3.1).

					КРМ.КІ.1.884-03.2.1	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

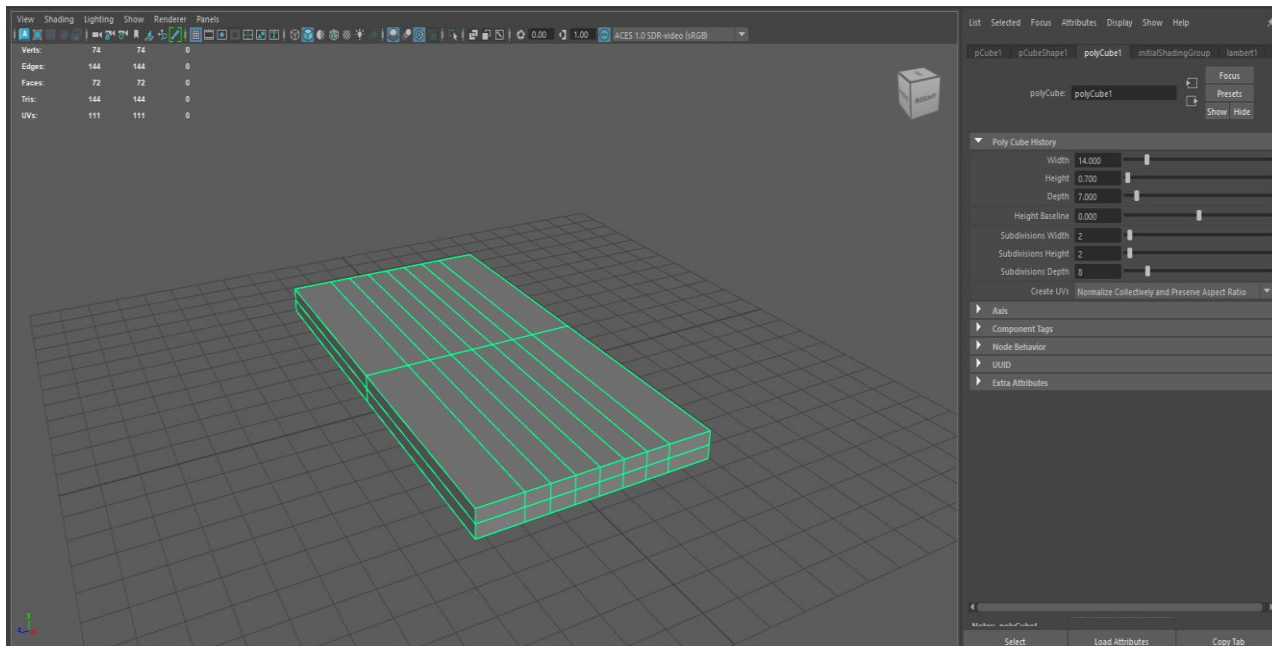


Рис. 3.1 – Результат налаштування атрибутів куба.

Далі надаю форму фігурі за допомогою модифікатора *Bevel*. *Bevel* розширює кожну вибрану вершину та ребро в нову грань, заокруглюючи краї багатокутної сітки. Можна розташувати ці нові грані зі зміщенням від початкового краю або масштабувати їх у напрямку до центру оригінальної грані за допомогою *Bevel Options*.

Виконання *Bevel* на будь-якій сітці дає передбачувані результати. Усі скошені ребра рівні по довжині, а нові сегменти паралельні (рис. 3.2) .

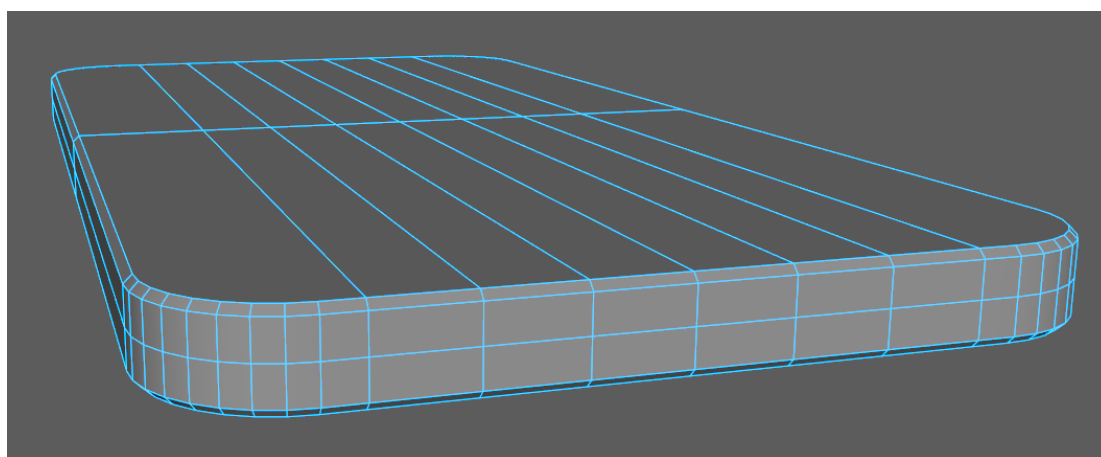


Рис. 3.2 – *Bevel*.

Наступний крок – це створення кнопок, динаміки та роз'єму під зарядку. Всі ці елементи можна створити за допомогою модифікатора *Boolean*.

					KPM.KI.1.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

У *Maya* операції *Boolean* використовуються для моделювання полігональних об'єктів. За допомогою операцій можна комбінувати об'єкти для створення нових форм, які може бути важко змоделювати за допомогою інших методів. Доступні три основні операції: об'єднання – операція об'єднує два об'єкти шляхом їх злиття, відмінність – ця операція віднімає один об'єкт від іншого, залишаючи лише частини, які не перекриваються. Перетин – зберігає лише компоненти двох об'єктів, що перекриваються.

Логічні операції в *Maya* розроблені таким чином, щоб звести використання пам'яті до мінімуму, дозволяючи використовувати складні сцени та щільні сітки без впливу на продуктивність. У цьому випадку робилася операція відмінності (*Difference A-B*) (рис. 3.3).

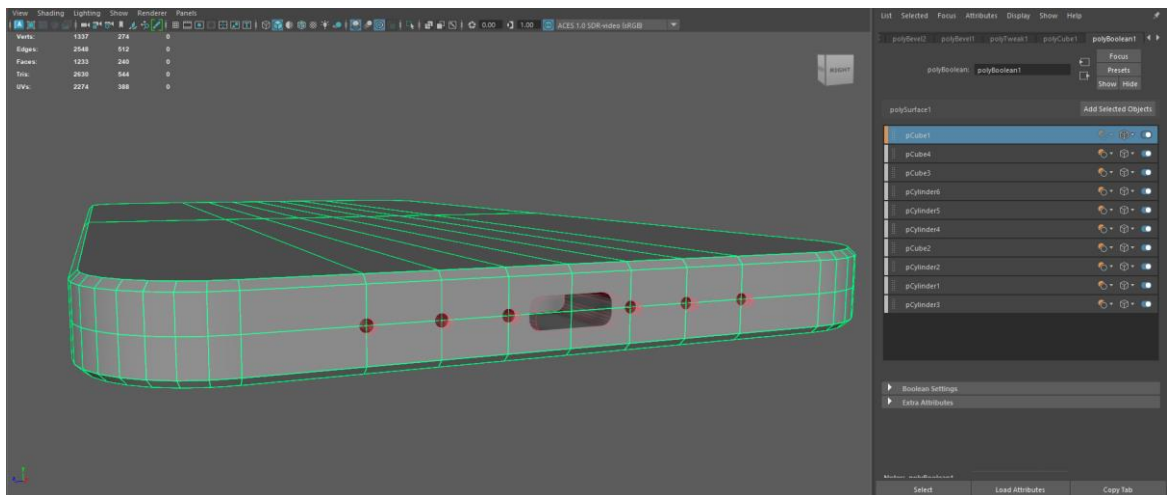


Рис. 3.3 – *Boolean*.

Далі потрібно створити кнопки в отворах, що з'явилися після операції *Boolean* за допомогою операції *Extrude* використовується для витягування виділених компонентів (таких як вершини, ребра або полігони) вздовж їх нормалі (рис. 3.4) .

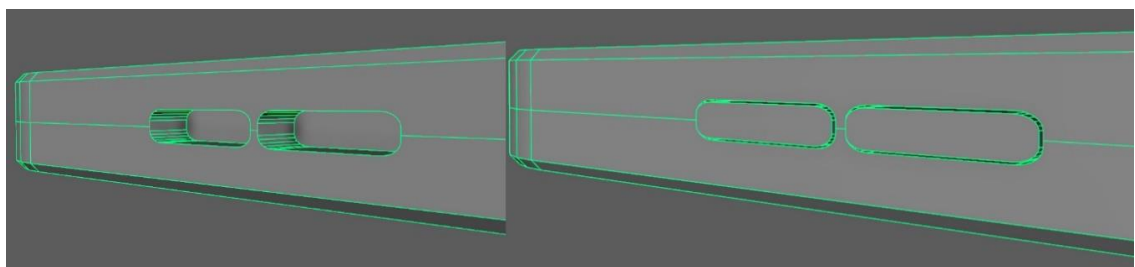


Рис. 3.4 – *Extrude*.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Після створення корпусу телефону, треба створити блок камер. Для цього треба створити фігуру *Circle* та використати параметр *offset* в *extrude*. Цей параметр дозволяє контролювати, наскільки далеко видавлені елементи будуть знаходитися від оригінальної поверхні, створююся нові грані на існуючій поверхні та переміщуються усередину. Параметр *offset* визначає відстань, на яку потрібно змістити нові елементи щодо старих (рис. 3.5).

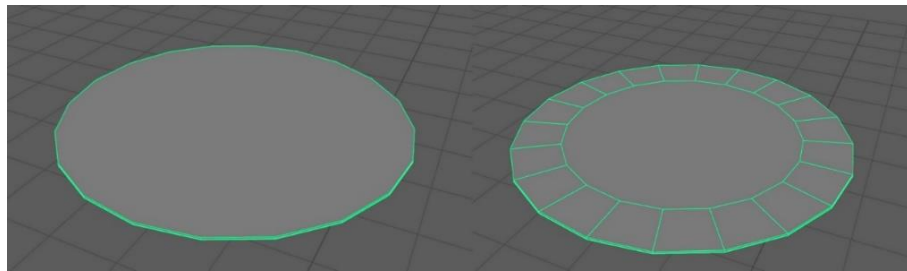


Рис. 3.5 –Параметр *offset*.

Далі сторена поверхня витягується, згладжується модифікатором *Bevel* та розтягується по осі *x* (рис. 3.6).

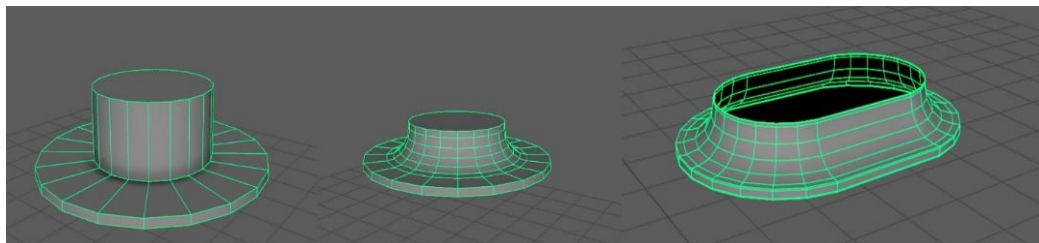


Рис. 3.6 – Процес створення блоку для камер.

Створення камер робиться за допомогою примітиви *Sphere* та модифікатора *Extrude*. Таким чином створюється чотири камери різних форм та розмірів (рис. 3.7).

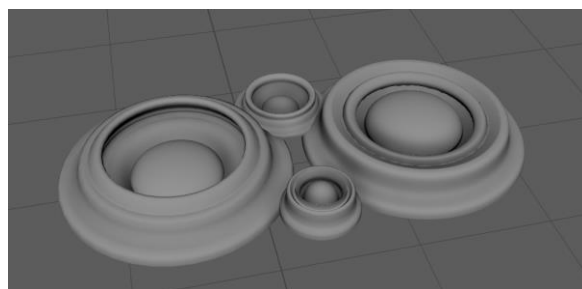


Рис 3.7 – Блок камер.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Останній крок – це з'єднання всіх компонентів та їх групування у єдину ієрархію (рис. 3.8).

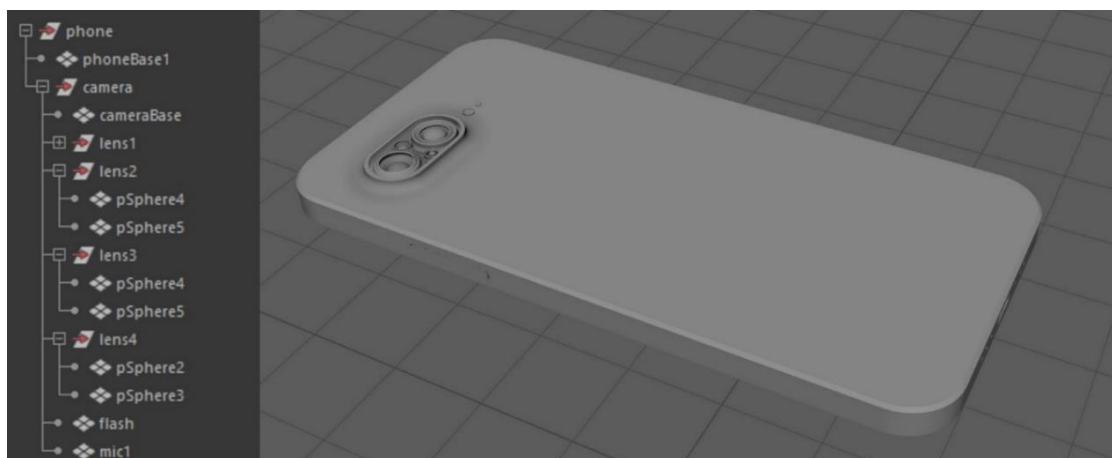


Рис. 3.8 – Єдина ієрархія компонентів.

3.2 Налаштування матеріалів

Для створення матеріалів для телефону був обраний шейдер *Standard surface*. Цей шейдер, інтегрований з рендерером *Arnold*, має особливості, спеціально розроблені для забезпечення високого рівня реалізму та зручності в процесі моделювання.

Шейдер *Standard Surface* - це універсальний фізичний шейдер, здатний створювати багато типів матеріалів. *Standard Surface* пропонує фізично точні параметри, що відповідають властивостям реальних матеріалів, що забезпечує точність відтворення світлових та відбивних характеристик. Він включає дифузний шар, дзеркальний шар зі складним Френелем для металів, дзеркальне пропускання для скла, підповерхневе розсіювання для шкіри, тонке розсіювання для води і льоду, вторинне дзеркальне покриття і випромінювання світла. Цей шейдер моделює матеріал, що складається з десяти компонентів, які накладені та ієрархічно перемішані, як показано на рисунку 3.9. Властивості окремих компонентів можуть відрізнятися залежно від поверхні.

					КРМ.КІ.1.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Для матеріалу *lens* були додані параметри *transmission* та *specular*, до їх основи доданий матовий матеріал *black*. Це логічний вибір для лінз камер, оскільки вони зазвичай виготовлені із прозорих матеріалів, таких як скло або оптичний пластик. Ця властивість дозволяє лінзам пропускати світло, що важливо для їхньої функціональності в зйомці зображень. Параметр *specular*, встановлений в одиницю, відображає прагнення максимального дзеркального відбиття світла від поверхні лінз. Цей вибір узгоджується з оптичними властивостями лінз, де дзеркальні відображення можуть впливати на їх зовнішній вигляд та характеристики (рис. 3.12).

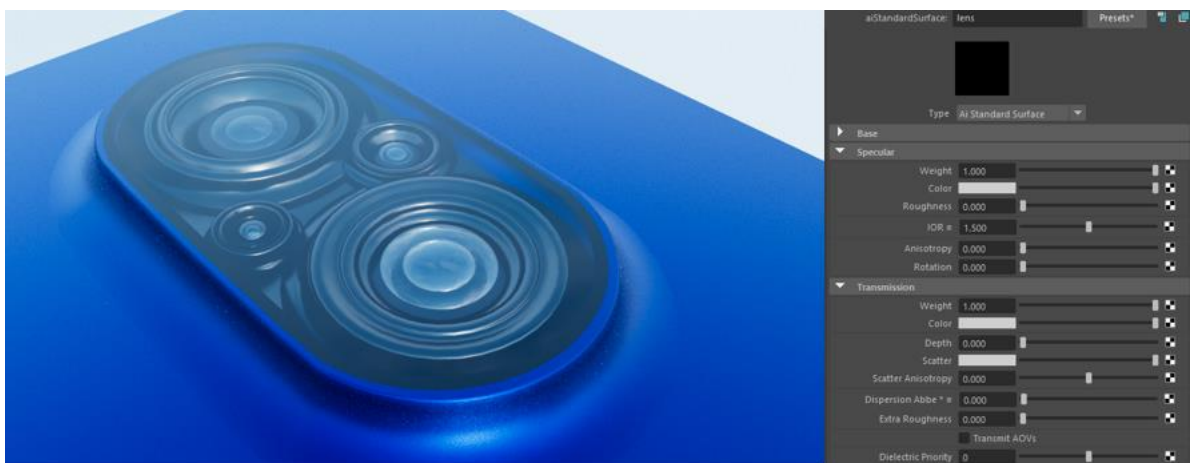


Рис. 3.12 – Матеріал *lens*.

3.3 Налаштування сцени та створення анімації

У створенні сцени ключову роль відіграє уважне настроювання оточення та освітлення. Ці елементи є невід'ємною частиною процесу анімації, визначаючи візуальне сприйняття об'єктів та динамічних змін. Для створення освітлення було вирішено додати *HDR* зображення фотостудії. *HDR* зображення мають широкий динамічний діапазон, включаючи яскраві та темні області, що дає можливість точного відтворення тонких переходів між світлими та темними областями. Крім того, *HDR* зображення включають інформацію про відображення та відблиски, забезпечуючи реалістичне освітлення. Застосування *HDR* зображення фотостудії дає можливість

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

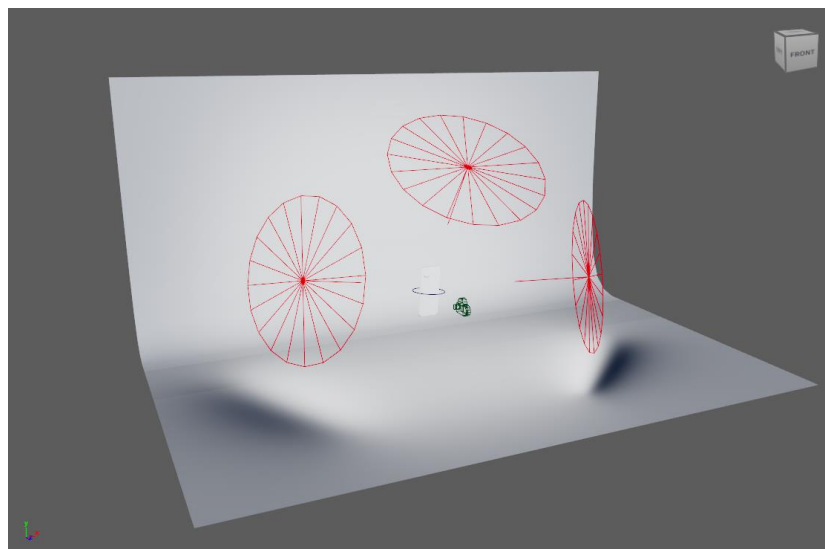


Рис. 3.15 – Готова сцена.

Для подальшої зручності до моделі був доданий контролер за допомогою примітиви *NURBS (Circle)* та прив'язки *Parent Constraint*. Інтеграція контролера в сцену є важливим аспектом для ефективного керування та анімації моделі. Створення контролера на основі *NURBS*-кола дозволяє легко маніпулювати об'єктом, задаючи переміщення та обертання. При цьому застосування *Parent Constraint* встановлює бажаний зв'язок між контролером та об'єктом, забезпечуючи контроль над становищем, орієнтацією та масштабом об'єкта в залежності від рухів контролера (рис. 3.16).



Рис. 3.16 – Прив'язка *Parent Constraint*.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

У середовищі *Maya* анімації створюються як *Animation*. При переході в цей режим через командне меню, що динамічно змінюється відповідно до вибраного режиму, з'являються команди для встановлення ключових кадрів, створення зв'язків та анімації шляху. Для керування параметрами анімації передбачені спеціальні слайдери, розташовані в нижній частині програмного вікна: слайдер часу (*Time Slider*) та слайдер діапазону (*Range Slider*) (рис. 3.17).

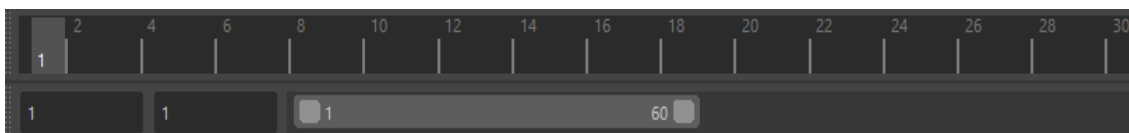


Рис. 3.17 – *Time Slider* та *Range Slider*.

Слайдер часу включає тимчасову шкалу з повзунком та кнопками управління відтворенням, зупинкою анімації та перемотуванням кадрів. Ця шкала дозволяє переміщатися потрібними кадрами і встановлювати ключові кадри анімації. Переміщення повзунка таймера анімації за допомогою миші дозволяє спостерігати рух об'єктів у сцені, а запуск анімації дозволяє керувати її етапами через положення повзунка слайдера.

Виділені кадри підтримують певні операції (копіювання, вирізання, видалення), доступні через контекстне меню, яке викликається правим кліком в області *Time Slider*. Якщо виділений об'єкт сцени відповідає ключам анімації, вони відображаються на часовій шкалі у вигляді червоних вертикальних ліній.

Range Slider відповідає за керування додатковими параметрами анімації. З його допомогою можна вказати діапазон відтворення анімації та її загальну тривалість. Також через нього можна тимчасово обмежити діапазон відтворення, вказавши початковий та кінцевий кадри інтервалу.

Під ключовими кадрами розуміються моменти часу, у яких відбуваються анімаційні події, що відображають початок певних перетворень об'єкта. Кожній події анімації відповідає ключ анімації, і кадри можна вважати ключовими, якщо вони містять ключі анімації. Такий метод створення анімації передбачає визначення зовнішнього вигляду об'єкта в конкретний момент

					КРМ.КІ.1.884-03.2.1	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

часу, зв'язування з цим моментом події анімації, і завдання кадрів даних як ключових, що призводить до створення ключових кадрів анімації з фіксацією особливостей його відображення в певні моменти часу. В анімації також присутні проміжні кадри, які автоматично формуються програмою і визначають зміну об'єкта між ключовими позиціями.

Відеоролик, створений на основі анімації, буде складатися з шести анімованих сцен, кожна з яких є унікальним моментом у русі телефону та буде доповнювати загальний контекст анімації. Цей підхід забезпечить більш динамічне та цікаве візуальне сприйняття тривимірних сцен.

Перша сцена – це демонстрація задньої частини телефону. Анімація створюється шляхом зміни положення об'єкта протягом часу, з установкою ключових кадрів на першому та останньому кадрі. У цьому випадку, зміщення телефону з лівої частини екрана в праву формує рух, який інтерполіє програма, забезпечуючи плавну зміну положення об'єкта (рис. 3.18).

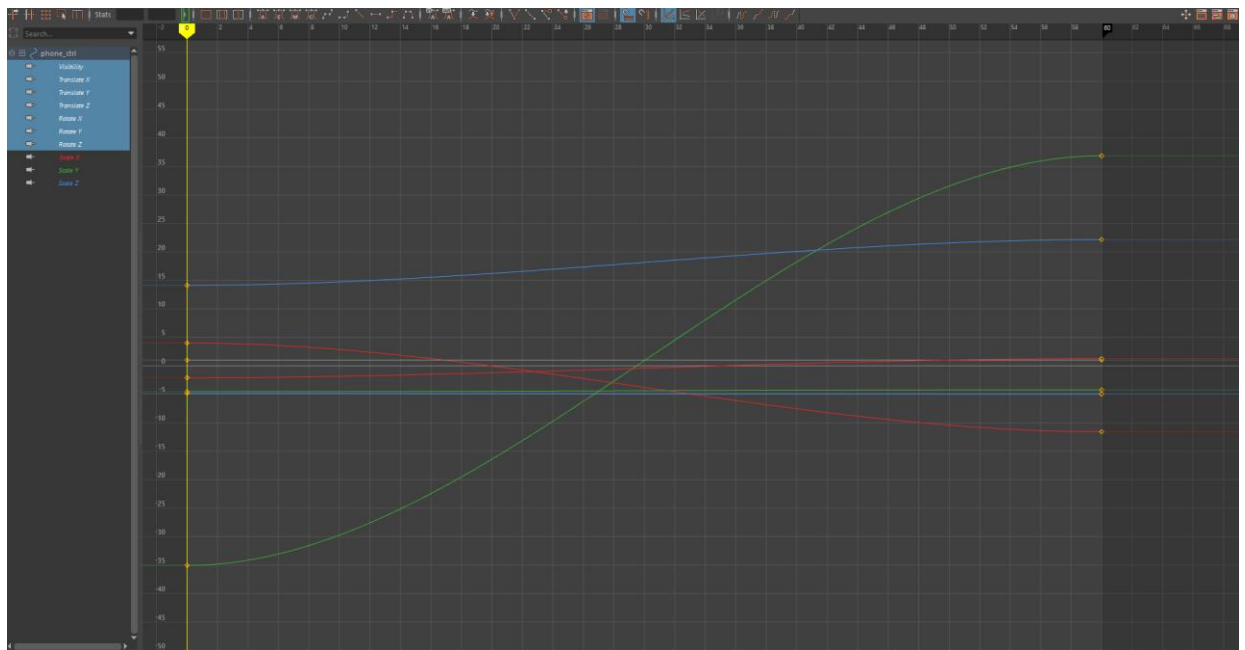


Рис. 3.18 – Анімаційні криві для першої сцени.

Друга сцена буде демонструвати екран та кнопки телефону. У даній сцені буде анімована камера та обертання телефону (рис. 3.19 та 3.20).

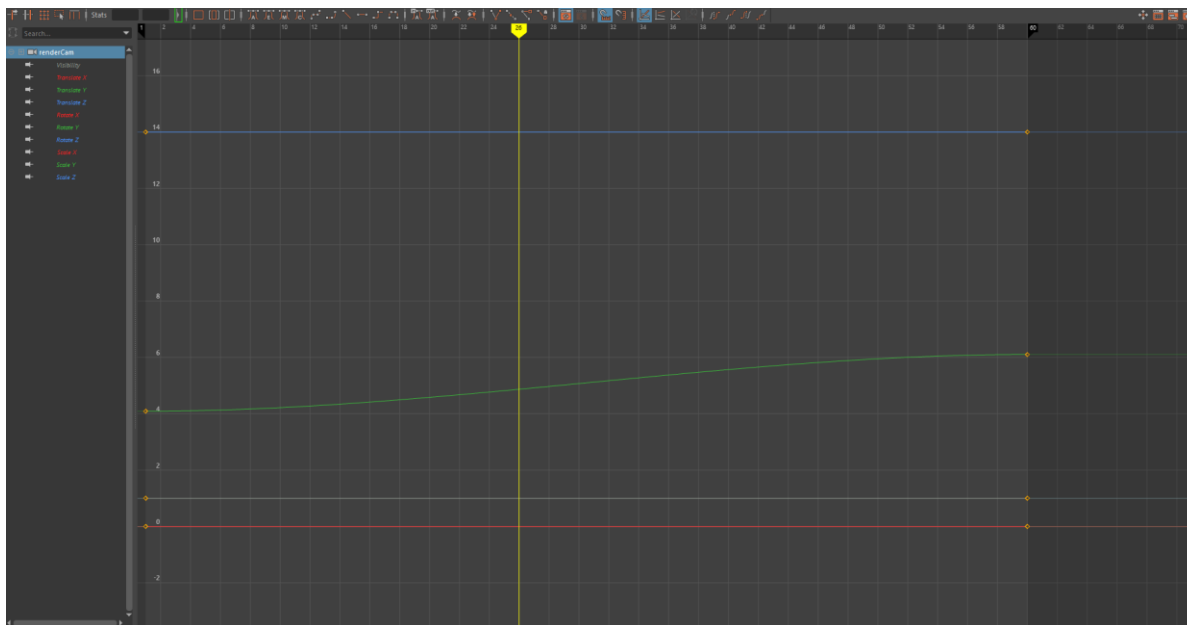


Рис. 3.19 – Анімаційні криві для камери.

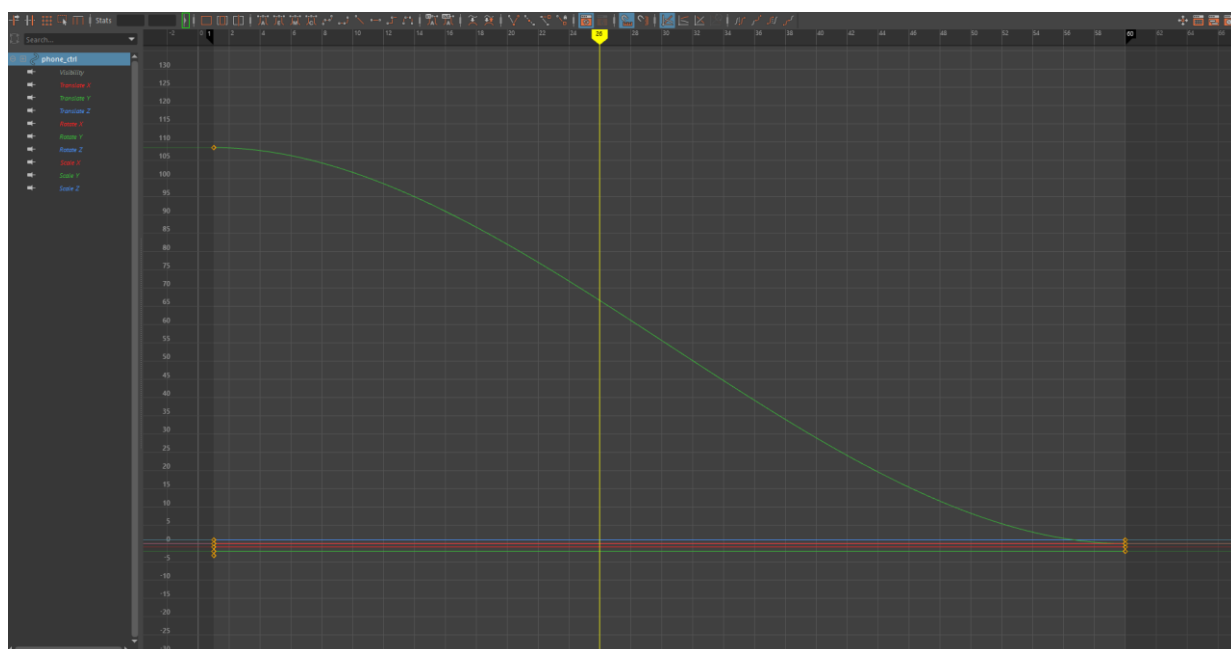


Рис. 3.20 – Анімаційні криві для телефону.

У третій сцені демонструються камери телефону. На початковому кадрі відбувається анімація висування камер, де встановлюються ключові кадри положення, орієнтації і масштабу камер у висунутому стані, потім камери переміщуються у початкове положення (рис. 3.21).

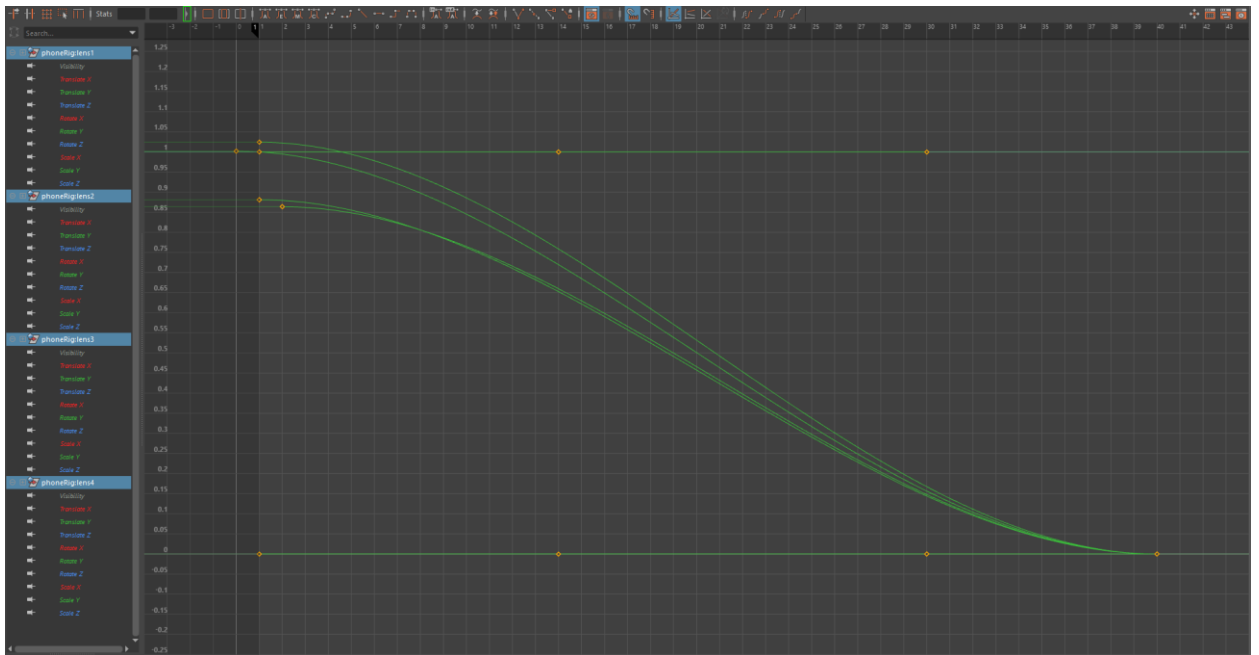


Рис. 3.21 – Анімаційні криві для чотирьох камер.

У четвертій сцені демонструється телефон з іншим кольором, також анімована камера та дві моделі телефону (рис. 3.22).

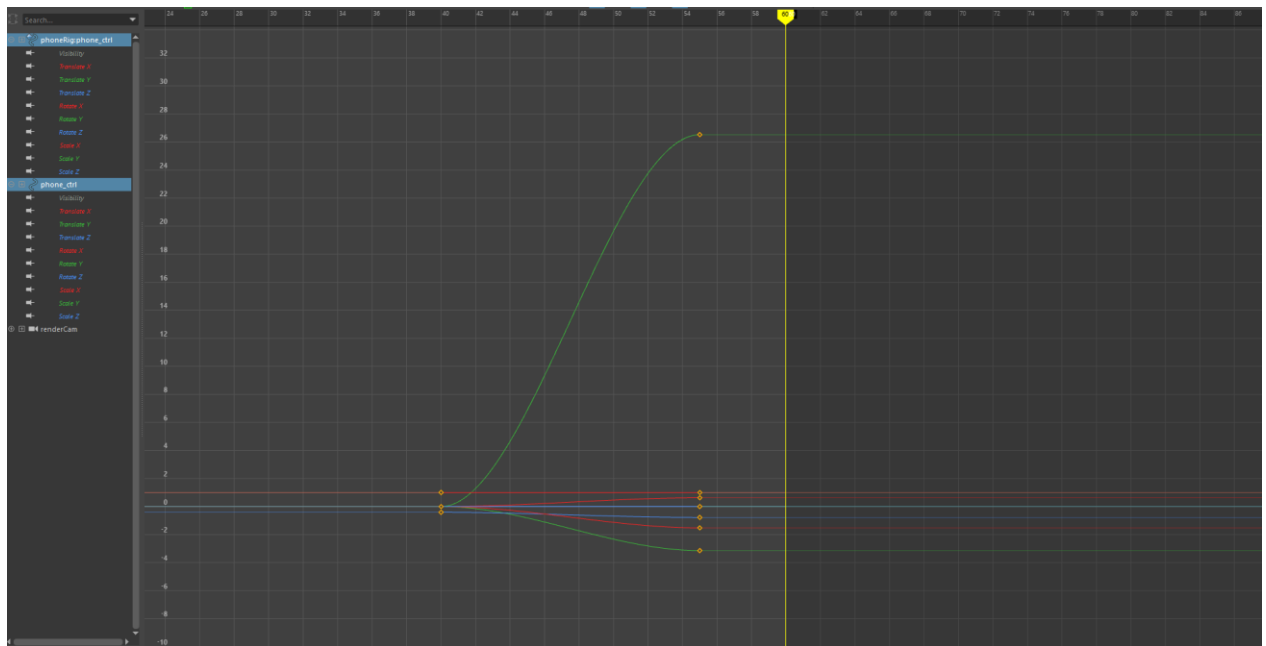


Рис. 3.22 – Анімаційні криві для двох телефонів.

П'ята та шоста сцени будуть демонструвати телефон у новому кольорі (рис. 3.23).

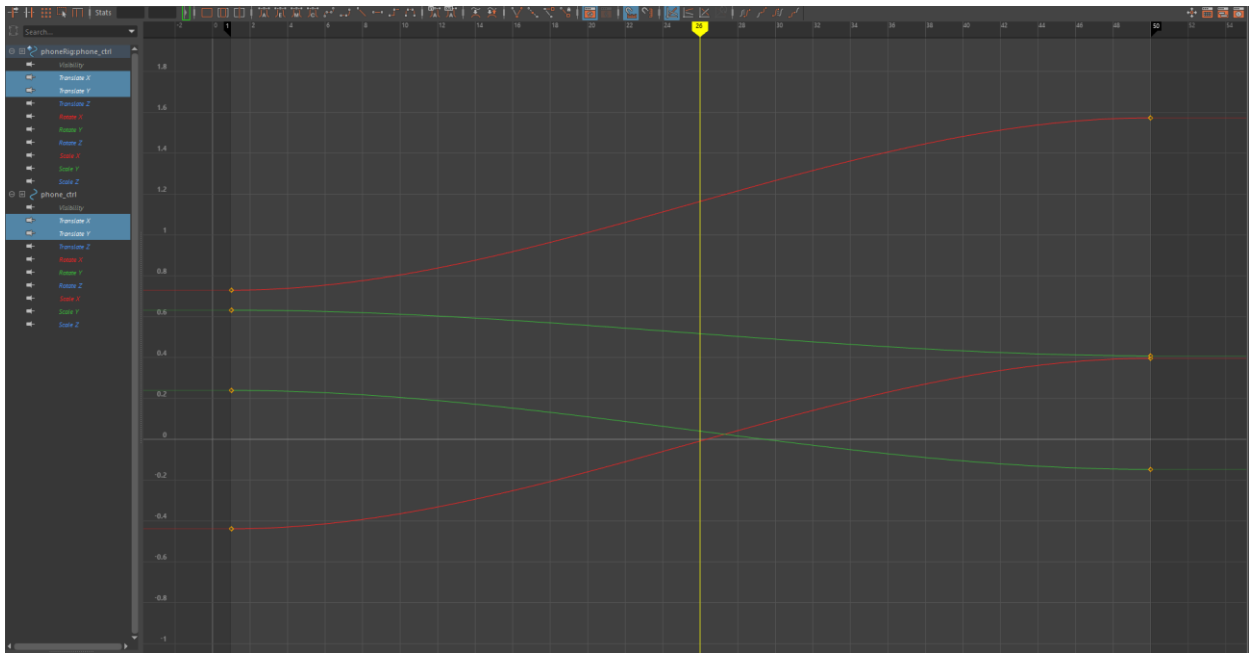


Рис. 3.23 – Анімаційні криві телефону (п'ята та шоста сцени).

3.4 Рендерінг

У контексті рендерингу параметри семплювання відіграє ключову роль у визначенні якості кінцевого зображення. У рендерері *Arnold*, ці параметри є фундаментальними інструментами, спрямованими на балансування між якістю зображення і часом рендерингу.

Семплювання означає процес взяття зразка кольору кожного пікселя зображення. Цей процес є невід'ємною частиною рендерингу та визначає рівень деталізації та чіткості кінцевого візуального результату.

Arnold пропонує кілька ключових параметрів семплювання, які можуть бути ретельно налаштовані в залежності від вимог конкретного проекту. У даному випадку будуть використовуватись такі параметри як *Camera(AA)* (камера), *Diffuse* (розсіювання) та *Specular* (дзеркальність), надають контроль за кількістю зразків, взятих для кожної з цих характеристик у кожному пікселі зображення.

На діаграмі нижче показаний метод визначення типу шуму у сцені і того, який параметр вибірки використовуватиме його поліпшення (рис. 3.24).

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

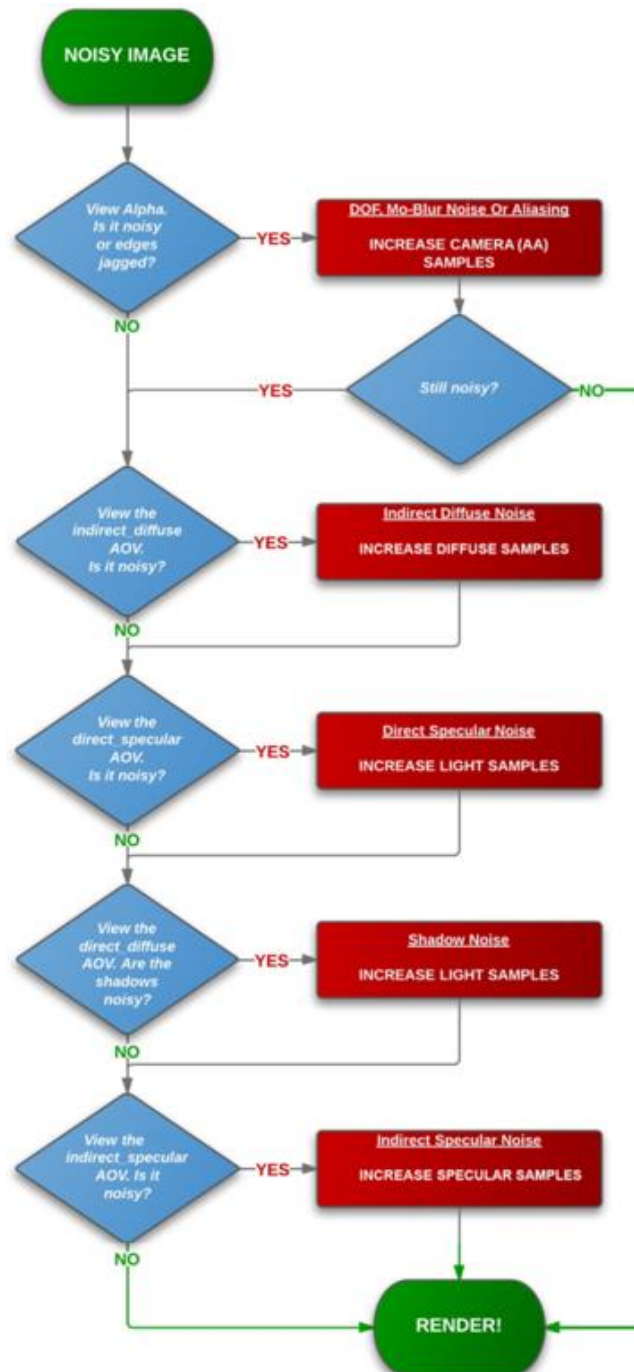


Рис. 3.24 – Процес видалення шуму.

Суперсемплінг контролює кількість променів на піксель, які трасуватимуться від камери. Чим більша кількість семплів, тим краща якість згладжування та довший час рендерингу. Точна кількість променів на піксель дорівнює квадрату цього значення. Наприклад, значення семплів камери (AA) дорівнює 3, означає $3 \times 3 = 9$ -піксельні семпли. Розмиття в русі та якість глибини різкості можна покращити лише за рахунок збільшення вибірки Camera (AA).

Підбір оптимальних значень параметра *Camera* (AA) здійснюється методом спроб та помилок. Після кожної корекції значення параметра виробляється новий рендер і аналізується візуальна ефективність зменшення шумів. Оцінка здійснюється шляхом візуального порівняння шумів в альфа-каналі зображення.

Зупинка процесу на значенні *Camera* (AA) = 3 свідчить про те, що це значення забезпечує оптимальний компроміс між деталізацією зображення та витратами часу на рендеринг (рис. 3.25).



а) значення параметра 0; б) значення параметра 3

Рис. 3.25 – Параметр *Camera* (AA) у альфа-каналі

а) значення параметра 0; б) значення параметра 3

Diffuse керує кількістю променів, що випромінюються при обчисленні відбитого непрямого випромінювання, інтегрованого по півсфері. Точна кількість напівсферичних променів дорівнює квадрату цієї величини. Збільште це число, щоб зменшити непрямий дифузний шум. Треба пам'ятати, що дифузна вибірка виконується для кожної вибірки *Camera* (AA), тому високі значення як для вибірок *Camera* (AA), так і для дифузних вибірок будуть мати тенденцію до повільного рендерингу.

Коли дифузні вибірки більші за нуль, промені камери, що перетинаються з дифузними поверхнями, випромінюють непрямі дифузні промені. Промені випромінюються у випадкових напрямках у межах півсфери. Шум з'являється, коли променів недостатньо для дозволу діапазону значень навколишнього середовища.

Збільшення кількості *Diffuse_samples* збільшить кількість дифузних променів, що випускаються з точки (рис. 3.26).

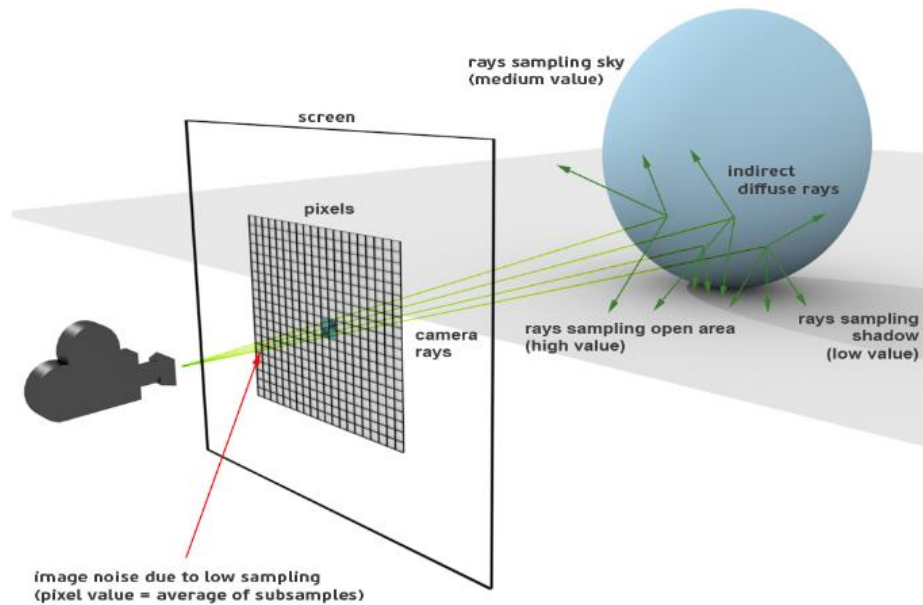


Рис. 3.26 – Вибірка променів *indirect_diffuse* та шум *indirect_diffuse*

Обране значення *Diffuse* = 2 обумовлене бажанням забезпечити ефективний компроміс між якістю рендерингу та часом виконання. При такому значенні *Diffuse_samples* відбувається значуще збільшення кількості дифузних променів, що випускаються з точки, і відповідно, зменшується рівень непрямого дифузного шуму (рис. 3.27).

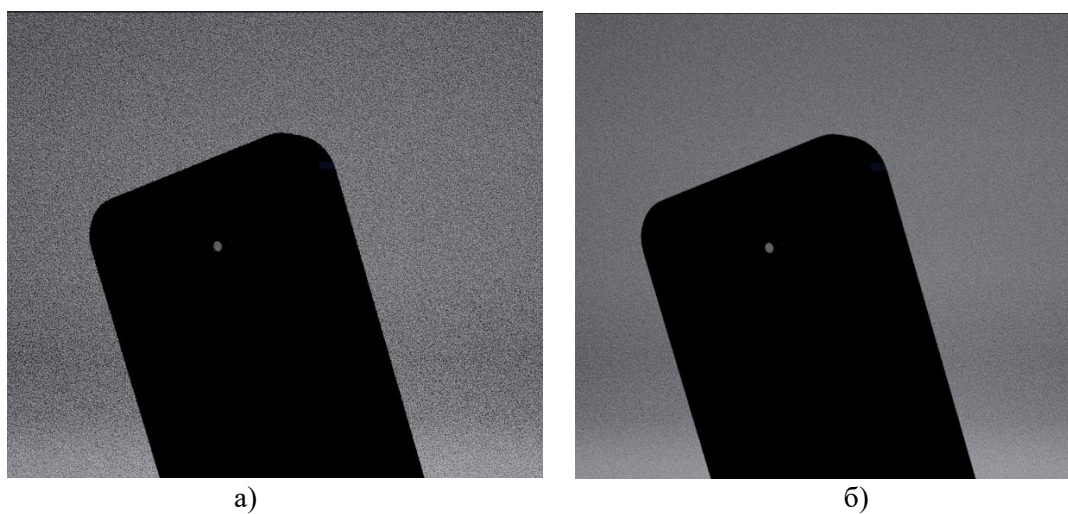


Рис. 3.27 – Параметр *Diffuse* у каналі *indirect_diffuse*
 а) значення параметра 1; б) значення параметра 2

Параметр *Specular* Керує кількістю променів, що випромінюються при обчисленні відбитого непрямого випромінювання, інтегрованого по півсфері, зваженого за допомогою дзеркального *BRDF*. Точна кількість променів дорівнює квадрату цього значення (рис. 3.28).

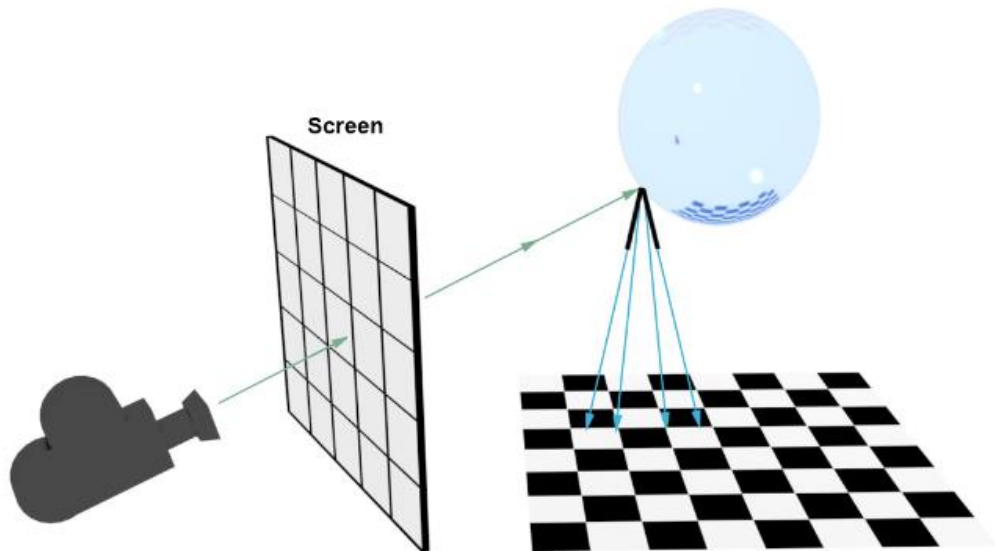


Рис. 3.28 – Розповсюдження променів при рендерінгу

Для *Specular* було обрано значення 4. Це значення враховує прагнення забезпечити високий рівень деталізації у відображеннях. Аналогічно *Diffuse*, вибір *Specular* використовується для кожної вибірки *Camera* (AA), і велике значення *Specular_samples* можна збільшувати час рендерингу (рис. 3.29).

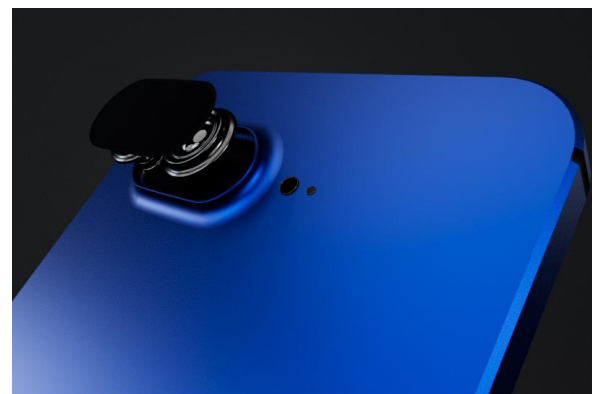


Рис. 3.29 – Параметр *Specular* у каналі *specular_direct*
 а) значення параметра 0; б) значення параметра 4

Візуалізація відбувається у режимі *render sequence*, в результаті чого отримана послідовність (секвенція) кадрів:

1. Розмір кадру – 1920 × 1080 пікселів.
2. Пресет – *HD1080*.
3. Діапазон кадрів – 1 – 544.
4. Формат файлу – *PNG* з голубиною 16 біт на канал.
5. Активна камера – *renderCam*.
6. Гамма 2.2.

Статистика візуалізації:

- кадрів загальною 544;
- частота кадрів 24 *fps*;
- процесор *intel core i5 11400h*;
- *RAM* 16 Гб;
- середній час візуалізації кадру анімації 4 хв;
- загальний час створення секвенції 36 годин.

Збірка відеоряду з кадрів секвенції та постобробка відбувається в програмі *Adobe Premiere Pro*.

Висновок до третього розділу

У розділі було здійснено субдивізійне моделювання для досягнення високої деталізації моделей, застосування стандартних матеріалів з використанням *aiStandardSurface*. Розглянуті принципи використання та налаштування освітлення, описано процес створення секвенції кадрів.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Порівняльний техніко-економічний аналіз проекту

Сьогодні 3D графіка активно використовується в рекламі, кінофільмах, проектуванні, мультфільмах і іграх. Людина сприймає навколишній світ візуально, тому рекламні ролики настільки ефективні. Анімаційні ролики мають величезний вплив на аудиторію трьома різними способами: візуальним, слуховим і кінестетичним (відчуття руху). Анімація надає безмежні інструменти для втілення найнеймовірніших ідей, світів і персонажів, дозволяє показати складне – простим, а нудне – цікавим.

Тривимірна анімація – складний і трудомісткий процес, що вимагає спеціального програмного забезпечення і навичок. Процес створення тривимірного відеоролику можна розділити на кілька частин. Одними з етапів його виробництва є створення персонажів, їх ретельна підготовка до анімації і, власне, 3D анімація.

3D-анімація представляє собою результат розміщення і маніпулювання персонажами і об'єктами в тривимірному просторі і створення ілюзії руху. Однією з найбільш затребуваних областей тривимірної графіки є створення тривимірних персонажів і надання їм рухів. 3D-аніматори прагнуть отримати максимально реалістичний рух об'єктів і персонажів, на що витрачають чимало часу на вивчення основних принципів руху, щоб зробити правдоподібну анімацію.

Тому в даній роботі створенню і анімації персонажа приділяється особлива увага.

Метою дипломного проекту є створення 3D відеоролику у фентезі стилі на основі нелінійної анімації персонажу.

Об'єктом дослідження є процес створення 3D відеоролику у фентезі стилі на основі нелінійної анімації персонажу.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Предметом – технологія створення 3D відеоролику у фентезі стилі на основі нелінійної анімації персонажу.

Комп'ютерна анімація – вид анімації, створюваний за допомогою комп'ютера. На сьогодні комп'ютерна анімація набула широкого застосування як в області розваг, так і у виробничій, науковій і діловій сферах.

4.2 Організаційне обґрунтування проекту

Метою дипломної роботи створення 3D ролику на базі нелінійної анімації. Основними перевагами є: простота в освоєнні та використанні, зрозумілість в інтерфейсу.

Для досягнення позначеної мети були поставлені наступні задачі:

- вивчення предметної області;
- вибір середовища розробки;
- аналіз аналогів;
- виявлення недоліків;
- виявлення переваг;
- розробка додатка для користувача.

Порівняно з аналогами даний проект значно дешевший і легкий у використанні.

4.3 Класифікаційна оцінка різновиду проекту

Класифікувати даний проект можна за наступними критеріями:

- клас – моно проект, оскільки проект орієнтований на певне середовище застосування і порівняно невеликий;
- тип – організаційно-технічний, оскільки характеризується показниками швидкості, продуктивності і якістю роботи;
- вид – комбінований, оскільки містить іноваційні та інші види.

4.4 Етапи виконання проекту

Етапи виконання з орієнтованими термінами:

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Таблиця 4.1

Календарний план робіт проекту, склад робіт по життєвому циклу
проекту

Код роботи	Назва робіт	T (дні)	Код попередньої роботи
1 – 2	Збір матеріалів для проекту	35	–
1 – 3	Аналіз вимог	43	–
2 – 4	Постановка завдання	6	1 – 2
2 – 5	Установка програмних засобів	5	1 – 2
2 – 6	Планування структури проекту	18	1 – 2
4 – 8	Планування інтерфейсу програми	34	2 – 4
5 – 9	Розробка ПО (предметна область)	7	2 – 5
6 – 10	Розробка моделі і програмного застосування	6	2 – 6
7 – 10	Розробка інтерфейсу	14	3 – 7
8 – 11	Створення схеми побудови графічного модуля	40	4 – 8
9 – 12	Фіктивна робота	10	5 – 9
9 – 13	Фіктивна робота	8	6 – 9
10 – 14	Реалізація графічного модуля	8	7 – 10, 6 – 10
11 – 15	Фіктивна робота	16	10 – 11
12 – 15	Внесення необхідних даних	3	9 – 12
13 – 15	Створення супроводжуючої документації	7	9 – 13
14 – 16	Фіктивна робота	6	10 – 14
15 – 17	Тестування робочої програми	3	13 – 15, 12 – 15
16 – 17	Відладка проекту і контрольне тестування	7	14 – 16
17 – 18	Підготовка документації і здача проекту	38	15 – 17, 16 - 17

Таблиця 4.2

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]	T[i,j]	Tr[j]	R[j]
1	2	0	35	35	0	35	35	0
1	3	0	43	43	0	43	43	0
2	4	35	6	41	35	6	41	0
2	5	35	5	40	35	5	40	5
2	6	35	18	53	35	18	53	60
3	7	43	5	48	43	5	48	57
4	8	41	34	75	41	34	75	0
5	9	40	7	47	40	7	47	71
6	10	53	6	59	53	6	59	60
7	10	48	14	62	48	14	62	57
8	11	75	40	115	75	40	115	0
9	12	47	10	57	47	10	57	71
9	13	47	8	55	47	8	55	69
10	14	62	8	70	62	8	70	57
11	15	115	16	131	115	16	131	0
12	15	57	3	60	128	3	131	71
13	15	55	7	62	124	7	131	69
14	16	70	6	76	70	6	76	51
15	17	131	3	134	131	3	134	0
16	17	76	7	83	127	7	134	51
17	18	134	38	172	134	38	172	0
Кількість днів без оптимізації					172			

Таблиця 4.3

Календарний план – графік розробки

№ стадії	Стадія	Зміст	Виконавці										
			Категорія	Кількість	С	Лс	Бр	К	Т	Ч			
1	Технічне завдання	Збір даних і матеріалів, постановка завдання	Розробник ПО, постановник завдань	2	■								
2	Ескізний проект	Планування структури	Розробник ПО, постановник завдань	2			■						
3	Технічний проект	Планування інтерфейсу програми. Розробка ПО. Розробка моделі і програмного застосування.	Розробник ПО	1				■					
4	Робочий проект	Заповнення необхідною інформацією Тестування робочої програми.	Розробник ПО	1						■			
5	Впровадження	Відладка проекту і контрольне тестування. Підготовка документації і здача проекту.	Розробник ПО	1								■	

В результаті розрахунку параметрів виявлено, що без оптимізації тривалість проекту складає 172 дні. Для того, щоб оптимізувати проект, менеджер проекту повинен використовувати шляхи з найбільш повним

											Арк.
											65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ.КІ.1.884-03.2.1						

резервом. Це шляхи 1 – 2, 2 – 5, 5 – 9, 9 – 12, 12 – 15, 15 – 17, 17 – 18, у яких $R_j = \{50; 5; 71; 0\}$.

4.6 Маркетингове обґрунтування проекту

Потенційним регіоном і ринком збуту даного проекту є Україна, а так само територія СНД. Програмний продукт складається з власне самої програми і набору класів і бібліотек. Головними конкурентами проекту є більш розрекламовані і відомі аналоги – подібні програмні продукти, що знаходяться на ринку збуту не перший рік. У нашому випадку доцільно проводити рекламу продукту за допомогою спеціалізованих ЗМІ, наприклад, спеціалізованих періодичних видань, а так само розміщувати рекламу на Інтернет-сайтах.

4.7 Економічні розрахунки проекту

Визначення трудомісткості розробки проекту (П)

Тривалість розробки П залежить від об'єму П трудомісткості його розробки, кваліфікації виконавців, а також планових термінів, що диктуються умовами ринку.

Розроблюваному П відповідає аналог – ПЗ автоматизованих розрахунків.

$V_0 = 5750$ умовних машинних команд із трудомісткістю $T_{np} = 654$ чол/год.

Трудомісткість розроблюваного П визначається по кожному етапу окремо на підставі трудомісткості аналога з урахуванням складності розробки, ступеня новизни й ступеня використання в розробці стандартних модулів на підставі формул:

$$T_{m3} = T_p * L1 * k_n. \quad (5.1)$$

$$T_{m1} = T_p * L2 * k_n. \quad (5.2)$$

$$T_{pn} = T_p * L3 * k_n * K_m. \quad (5.3)$$

$$T_{vn} = T_p * L4 * k_n \quad (5.4)$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

T_p – укрупнена норма часу на розробку аналога ПС, чол./год, що коректується поправочним коефіцієнтом, що враховує умови розробки ПС, тобто в умовах комп'ютера, $K_k=(0,7+0,8)$, тобто

$$T_p=654*0,8=523,2 \text{ чол/год}$$

Так як даний проект має аналоги, то його можна віднести до ступеня новизни: L_j – питома вага j -го етапу розробки (залежно від ступеня новизни й відповідних стадій): $L_1=0,12$; $L_2=0,11$; $L_3=0,61$; $L_4=0,16$.

K_n – поправочний коефіцієнт, що враховує ступінь новизни, у нашому випадку $K_n=0,7$.

K_t – поправочний коефіцієнт, що враховує ступінь використання в розробці типових програм, $K_t=0,8$.

$$T_{m3}=523,2*0,12*0,7=43,95 \text{ (чол/год)}$$

$$T_{m1}=523,2*0,11*0,7=57,55 \text{ (чол/год)} \quad T_{p1}=523,2*0,61*0,7*0,6=178,72 \text{ (чол/год)}$$

$$T_{v1}=523,2*0,16*0,7=58,6 \text{ (чол/год)}$$

$$T_{заг}=43,95+57,55+178,72+58,6=338,82 \text{ (чол/год)}$$

Тривалість розробки П в днях визначається по формулі (5.5):

$$T_{пн}=\sum T_{ij}/(8,0*0,73), \quad (5.5)$$

де $\sum T_{ij}$ – сумарна тривалість розробки, год; 8,0 – тривалість робочого дня, год; 0,73 – коефіцієнт переведення в календарні дні.

$$T_{пн}=(43,95+57,55+178,72+58,6)/8,0*0,73*360=58 \text{ (днів)}$$

З урахуванням попереднього розрахунку сіткової моделі приймаємо середню тривалість розробки П – 115 днів.

4.8 Розрахунок ціни розробки

Програмна продукція розробляється з урахуванням, що даний програмний продукт буде використовуватися сторонніми особами

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

(користувачами). Отже ціна програмного продукту визначається за формулою:

$$Ц = K * C + Пр; \quad (5.6)$$

де: С – витрати на розробку проекту (кошторисна собівартість);

К – коефіцієнт обліку витрат на виготовлення дослідного зразка П як продукції виробничо-технічного призначення (К=1.1);

Пр – нормативний прибуток, що розраховується за формулою:

$$Пр = (C - C_m) * P_n / 100; \quad (5.7)$$

де: P_n – норматив рентабельності, (рекомендується 25%); C_m – матеріальні витрати, грн.

Витрати на розробку проекту можуть бути представлені у вигляді кошторису витрат, що включає в себе наступні пункти: матеріали; спеціальне обладнання; основна заробітна плата; додаткова заробітна плата.

1. Витрати на матеріали.

Розрахунки за даною статтею витрат представлені у вигляді таблиці:

Таблиця 4.4

Витрати на матеріали

Найменування матеріальних витрат	Тип, модель	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Папір для друку	A4	1	70,00	70,00
Лазерні диски	<i>Samsung</i>	2	4,00	8,00
Накопичувач даних	<i>Silicon Power 16 Gb</i>	1	120,00	120,00
Всього:				198,00

					КРМ.КІ.1.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

2. Спеціальне обладнання.

Витрати, пов'язані з використанням обчислювальної техніки, визначаються за формулою:

$$C_{EOM} = t^{EOM} * K_u^{EOM} * Ц^{EOM} * K_{\delta}^{EOM} * K_{\varepsilon}^{EOM}, \quad (5.8)$$

де t^{EOM} – час використання ЕОМ для розробки даного П, год (290);

K_u^{EOM} – поправочний коефіцієнт урахування часу використання ЕОМ (1,08); K_{δ}^{EOM} – використання бази даних (1,0 – не використовується);

$Ц^{EOM}$ – ціна 1-ої години роботи ЕОМ, грн. (5); K_{ε}^{EOM} – 1,0 (швидкодія ЕОМ більш $20 * 10^{30}$ опер/с).

$$C_{EOM} = 290 * 1,08 * 5 * 1 * 1 = 1566 \text{ грн.}$$

3. Основна заробітна плата.

В статтю включається основна заробітна платня виконавців, безпосередньо зайнятих розробкою даного П, з урахуванням його окладу, часу і ступеню участі в розробці. Розрахунок ведеться по формулі (5.9):

$$C_{зп} = \sum Z_i * K_0 * \tau_i / D_p, \quad (5.9)$$

де Z_i – середньомісячний оклад і-го виконавця, грн; D_p – середня кількість робочих днів в місяці (22);

τ_i – трудомісткість робіт, виконуваних і-м виконавцем, дні (визначається з розрахунків мережного трафіка);

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

Приймаємо заробітну платню у розмірі 6500 грн/місяць та керівника у розмірі 10000 грн/місяць.

$$C_{зо} = 10000 * 0,1 / 22 * 44 + 6500 / 22 * 115 = 35977 \text{ грн.}$$

4. Додаткова заробітна платня.

Додаткова заробітна плата враховує оплату чергових відпусток, компенсацію за недовикористану відпустку, оплату пільгових годин підліткам. Розрахунок

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ведеться по формулі:

$$C_{зд} = C_{зо} * \alpha_{д}, \quad (5.10)$$

де $\alpha_{д}$ – коефіцієнт відрахувань на додаткову платню (0,1).

$$\text{Тоді } C_{зд} = 35977 * 0,1 = 3597 \text{ грн.}$$

5. Відрахування на соціальне страхування.

У статті враховуються відрахування до бюджету соціального страхування за встановленим законодавством тарифом від суми основної і додаткової заробітної платні, тобто:

$$C_{сс} = \alpha_{сс} (C_{зо} + C_{зд}), \quad (5.11)$$

де $\alpha_{сс}$ – коефіцієнт відрахувань на соціальне страхування.

$$C_{сс} = 0,22 * (35977 + 3597) = 8706 \text{ грн.}$$

6. Накладні витрати.

У статті враховуються витрати на загальногосподарські витрати, непродуктивні витрати і витрати на управління. Накладні витрати визначають в процентному відношенні до основної заробітної платні, тобто:

$$C_{н} = 0,5 * 35977 = 17988 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку кошторисної вартості П зведені в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5

Результати розрахунку кошторисної вартості

Найменування статті	Кошторисна собівартість	Питома вага %
Матеріали	198	0,5
Спеціальне устаткування	1566	3
Основна заробітна платня	35977	53

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Додаткова заробітна платня	3597	5,0
Відрахування на соціальне страхування	8706	12,5
Накладні витрати	17988	26
Разом	68032	100

Таким чином,

$$C=198+1566+3597+3597+8706+17988=68032 \text{ грн.}$$

$$Pr=(68032-198)*0,25=16958 \text{ грн.}$$

$$Ц=1,1*68032+17988=92823 \text{ грн.}$$

4.9 Розрахунок капітальних витрат

Розрахунок капітальних витрат, пов'язаних з впровадженням ІС, здійснюється за формулою:

$$K=Kп+Kко+Kво+Kс \quad (5.13)$$

де $Kп$ – передвиборчі витрати;

$Kко$ – вартість комп'ютерного обладнання;

$Kво$ – вартість допоміжного обладнання, необхідного для надійної роботи ІС;

$Kс$ – вартість будівництва (реконструкції) у зв'язку з впровадженням ІС (0).

В середньому $Kп$ складають до 100% загальної вартості впроваджуваних систем:

$$Kп=81507*1,0=81507 \text{ грн.}$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Оскільки розробка даної програми вимагає додаткових застосувань, що ліцензують, то у витратах на матеріали необхідно врахувати програмні засоби, їх настройку і допоміжні програми. Їх вартість складає 825 грн., 00 копійок.

$$K_{ко}=825,00 \text{ грн.}$$

Таким чином,

$$K=K_{п}+K_{ко}=81507+825,00=82332 \text{ грн.}$$

4.10 Розрахунок поточних(експлуатаційних) витрат

Розглянемо ситуацію, коли фірмі, котра займається використанням анімаційних продуктів для підготовки до здачі ЗНО треба 2 викладача. Після впровадження, у зв'язку із зменшенням трудомісткості робіт, це завдання може виконувати одна людина за більш короткий час.

Розрахунок поточних (експлуатаційних) витрат, пов'язаних з впровадженням ІС, здійснюється по формулі (5.14):

$$C=C_{опл}+C_a+C_{ел}+C_{п}+C_{р}+C_{всп}, \quad (5.14)$$

де $C_{опл}$ – річний фонд основної і додаткової оплати праці персоналу, що обслуговує ІС з нарахуваннями;

C_a – сума річних амортизаційних відрахувань від вартості основного і допоміжного устаткування;

$C_{ел}$ – вартість витрат на електроенергію за рік; $C_{п}$ – вартість річного змісту приміщень.

Річний фонд основної заробітної плати персоналу, що обслуговує ІС:

$$Z_{осн}=\sum C_{сі} * Z_{сі} + \sum C_{рj} * t_{сj} * \Phi_{рj}, \quad (5.15)$$

Після впровадження П:

$$Z_{осн}=1 * 8000 * 12=96000 \text{ грн.}$$

Фонд додаткової заробітної плати:

$$Z_{доп}=Z_{осн} * K_{доп}, \quad (5.16)$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Кдоп – коефіцієнт додаткової заробітної плати (0,1).

Таким чином, Здоп до та після впровадження:

$$\text{Здоп}=0,1*96000=9600 \text{ грн.}$$

Нарахування на заробітну плату:

$$\text{Знач}=(\text{Зосн}+\text{Здоп})*\text{Котч}, \quad (5.17)$$

де Котч – коефіцієнт відрахувань на соціальні потреби (до фондів: пенсійний, зайнятості, соціального страхування), Котч=0,22.

Таким чином, Знач до та після впровадження:

$$\text{Знач}=(96000+9600)*0,22=23232 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальні витрати на оплату праці:

$$\text{Сопл}=\text{Зосн}+\text{Здоп}+\text{Знач}, \quad (5.18)$$

Витрати на оплату після впровадження:

$$\text{Сопл}=96000+9600+23232=128832 \text{ грн.}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань визначається по формулі (5.19)

$$\text{Са}=\text{Кко}*\alpha/100, \quad (5.19)$$

де α – норма амортизаційних відрахувань (для комп'ютерного устаткування 25%).

$$\text{Са}=\text{Кко}*0,25=825*0,25=495 \text{ грн.}$$

Річна вартість споживаної електроенергії Сел визначається по формулі:

$$\text{Сел}=\text{Му}*\text{Тко}*\text{Це}*\text{К1}, \quad (5.20)$$

де Му – встановлена сумарна потужність комп'ютерного устаткування, кВт (0,3); Тко – річна фундація роботи ЕОМ з урахуванням часу на профілактичні огляди(складає 6320 годин);

Це – вартість 1кВт/годину електроенергії грн (3,05);

К1 – коефіцієнт інтенсивного використання потужності (0,9).

					<i>КРМ.КІ. 1.884-03.2.1</i>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{ел} = 0,3 * 6320 * 3,5 * 0,9 = 5972 \text{ грн.}$$

Ср складає 6% від вартості комп'ютерного устаткування:

$$C_p = 0,06 * 750 = 45,00 \text{ грн.}$$

Свсп складає 1,5% - 2,5% від вартості комп'ютерного устаткування:

$$C_{всп} = 0,02 * 750 = 15,00 \text{ грн.}$$

Витрати на зміст виробничих приміщень в рік Сп розраховується виходячи з необхідної площі для розміщення всього устаткування ІС і середньорічних витрат на зміст їм виробничої площі (25-50).

$$C_{п} = 17 * 20 * 12 = 4080 \text{ грн.}$$

Таким чином, після впровадження:

$$C_2 = 128832 + 4080 + 5972 + 495 + 45 + 15 = 139\,439 \text{ грн.}$$

Базовим варіантом є діяльність без застосування даного П. Процесом навчання із застосуванням анімаційних продуктів займаються двоє спеціалістів з зарплатою по 8000 грн.

$$Z_{осн1} = 8000 * 2 * 12 = 192000 \text{ грн. } Z_{доп1} = 0,1 * 192000 = 19200 \text{ грн.}$$

$$Z_{нач1} = (192000 + 19200) * 0,22 = 46464 \text{ грн.}$$

$$C_{опл1} = 192000 + 19200 + 46464 = 257664 \text{ грн.}$$

$$C_{п} = 17 * 20 * 12 = 4080 \text{ грн.}$$

Таким чином, до впровадження:

$$C_1 = 257664 + 4080 = 261744 \text{ грн.}$$

4.11 Розрахунок економічної ефективності

Після впровадження П очікуваний економічний ефект визначається по формулі:

$$\begin{aligned} E_{г} &= (C_1 - C_2); \\ E_0 &= E_{г} - E_{н} * K \end{aligned} \quad (4.21)$$

де $E_{г}$ – річна економія на поточних витратах, грн;

$E_{н}$ – нормативний коефіцієнт ефективності одноразових витрат (0,25); K – одноразові витрати на проект, грн.;

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Таким чином, річна економія складає:

$$Є_0=(261744-139\,439)-0,25*82332=122305-20583=101722 \text{ грн.}$$

Розрахуємо коефіцієнт економічної ефективності по формулі:

$$E=Є_0/K, \quad (4.22)$$

$$E=101722/82332=1,23$$

Проект є ефективним, так як $E > E_n$, $1,23 > 0,25$. Строк окупності витрат на впровадження ІУС визначимо по формулі:

Основні розраховані техніко-економічні показники наведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7

Техніко-економічні показники проекту

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
		до/після впровадження проекту
Трудомісткість	Дні	115
Ціна П	грн	81507
Капітальні витрати	грн	82332
Поточні витрати до	грн/рік	261714
Поточні витрати після	грн/рік	138672
Економічний ефект від реалізації проекту	грн/рік	101722
Термін окупності	міс.	9,7
Економічна ефективність (рентабельність) проекту		1,23

Переваги та недоліки компаній корккуретнів

Компанія	Переваги	Недоліки
<i>Framestore</i>	Високоякісні візуальні ефекти, широкий досвід у рекламі	Можливі високі витрати на послуги
<i>The Mill</i>	Має багатий досвід у візуальних ефектах,	Вартість послуг може бути високою
<i>Blur Studio</i>	Креативний підхід до 3D-анімації, робота з відомими брендами	Обмежений досвід у рекламних проєктах
<i>RealtimeUK</i>	Креативний підхід до 3D-анімації, робота з відомими брендами	Можливо, обмежений досвід у рекламних проєктах
<i>Platige Image</i>	Спеціалізація в рекламі та відеоіграх,	Не так відома, як деякі інші студії
Moving Picture Company	Візуально вражаючі роботи, досвід у рекламі та розвагах	Вартість послуг може бути високою
<i>Digital Domain</i>	Багаторічний досвід у візуальних ефектах та рекламі	Великі проєкти можуть вимагати значних бюджетів
<i>Psyop</i>	Креативні рішення, робота з різноманітними брендами	Обмежений географічний охоплення
<i>Trizz</i>	Міжнародний досвід, інноваційний підхід	Не так відома, як великі студії

4.12 Бізнес-план стартапу

1. Введення: у світі візуальна привабливість грає ключову роль успішної маркетингової стратегії. Створення рекламних анімаційних 3D відеороликів надає унікальну можливість брендам та компаніям виділитись в океані конкуренції. Даний стартап надаватиме професійні послуги з розробки високоякісних 3D анімацій для рекламних цілей.

2. Ринковий аналіз: згідно з дослідженнями, ринок анімаційної реклами очікується збільшитися у розмірах та вартості найближчими роками. Компанії дедалі більше визнають ефективність використання анімації задля привернення уваги цільової аудиторії. Мета – зайняти свою нішу, надаючи визначні послуги зі створення інноваційних 3D відеороликів.

3. Унікальна пропозиція: стартап відрізнятиметься високим професіоналізмом команди художників та аніматорів, здатних втілити найскладніші ідеї клієнтів у захоплюючі 3D відеоролики. Пропонується індивідуальний підхід до кожного проекту, гарантуючи високу якість та дотримання термінів.

4. Цільова аудиторія: потенційними клієнтами є компанії, орієнтовані на молодіжний ринок, технологічні стартапи, а також бренди, які прагнуть інноваційного вигляду. Також пропонуються послуги для малого та середнього бізнесу, яким необхідна креативна та незабутня реклама.

5. Монетизація: пропонується гнучка система ціноутворення, залежно від складності проекту, тривалості відеоролика та вимог клієнта. Розглядається можливість запровадження абонентської моделі для постійних клієнтів, надаючи їм додаткові бонуси та знижки.

6. Маркетинг та реклама: для залучення клієнтів буде використовуватися цільовий маркетинг у соціальних мережах, створення креативних прикладів робіт для демонстрації на веб-сайті та активну участь в індустріальних виставках та заходах.

7. Фінансові прогнози: прогнозований дохід залежатиме від обсягу

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

замовлень та їхньої складності. Очікується, що з першого року буде досягнута точка беззбитковості, а потім забезпечити стійке зростання доходів з кожним роком.

8. Висновок: стартап зі створення рекламних анімаційних 3D роликів є унікальною нагодою взяти свою частку на зростаючому ринку візуальної реклами. Наш фокус на якісних рішеннях, індивідуальному підході та ефективному маркетингу допоможе нам досягти успіху та впевнено заявити про себе на ринку.

Висновки до четвертого розділу

Зробивши економічні розрахунки, можна зробити висновок про те, що впровадження даного П є досить вигідним, про що свідчить коефіцієнт економічної ефективності – 1,24 строк його окупності 9,7 міс.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Загальні вимоги до особистого робочого міста

Сучасний розвиток технічного та технологічного стану виробництва передбачає постійну автоматизацію та оптимізацію виробничих процесів. Сьогодні, напевно, важко уявити компанію, господарська діяльність в якій здійснювалась би без використання комп'ютерної техніки. Через масовий характер робіт, що виконуються працівниками за допомогою комп'ютера, законодавством України чітко врегульовано норми та вимоги до використання комп'ютерної техніки на підприємстві, безпосередньо й охорона праці при роботі з комп'ютером.

Вимоги до приміщення. Приміщення, в яких планується установка та подальша робота з комп'ютером, повинні відповідати проектній документації будинку, погодженій з уповноваженими державними органами. Крім того, роботодавець повинен враховувати санітарні нормативи освітлення, вимоги до параметрів мікроклімату (температура, відносна вологість), ступеня і сили вібрації, звукового шуму і вогнестійкості приміщення, а також характеристики електромагнітного, ультрафіолетового та інфрачервоного полів. Конкретні показники зазначених санітарних норм див. в Державних санітарних правилах і нормах роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПІН 3.3.2.007-98, затверджених Постановою Головного державного санітарного лікаря України №7 від 10 грудня 1998 року. Правила поширюються на умови й організацію праці при роботі з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) усіх типів вітчизняного та зарубіжного виробництва на основі електронно-променевих трубок (ЕПТ), що використовуються в електронно-обчислювальних машинах (ЕОМ) колективного використання та персональних ЕОМ (ПЕОМ). Так, наприклад, роботодавцю заборонено встановлювати комп'ютери в приміщеннях,

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.2.1</i>	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розташованих у підвалах будинків. Для уникнення можливих аварій та замикань, поряд з приміщеннями, де вестиметься робота з комп'ютером (над чи під ними), також не дозволяється проведення робіт, що потребують здійснення надмірно вологих технологічних процесів. Відповідне приміщення повинно бути укомплектоване системами центрального або індивідуального опалення, кондиціонування чи вентиляції повітря. Але при установці зазначених систем, необхідно переконатись, що батареї опалення, водопровідні труби, вентиляційні кабелі тощо, надійно сховані під захисними щитками, які перешкоджатимуть можливому потраплянню робітника під напругу.

У кожній кімнаті, де обладнуватимуться робочі місця співробітників, що працюватимуть на комп'ютері, повинні бути наявні елементи природного та штучного освітлення. При цьому, на вікнах слід встановити легко регульовані жалюзі чи штори, які дозволять працівникам коригувати рівень освітлення в приміщенні. Бажано розмістити комп'ютери в кімнаті таким чином, щоб світло потрапляло на екрани моніторів з півдня чи північного сходу. З метою досягнення максимального рівня безпеки і охорони праці при роботі з комп'ютером, виробничі приміщення необхідно обладнати аптечками першої медичної допомоги, системами автоматичної пожежної сигналізації і вогнегасниками. В приміщенні, в якому разом працюють 5 або більше комп'ютерів, на видимому місці встановлюється службовий вимикач, який у разі потреби дозволить повністю відключити електричне живлення кімнати.

Вимоги до особистого робочого місця працівника. Роботодавець, який використовує найману працю робітників, повинен забезпечити відповідність їхніх робочих місць комфортним та безпечним умовам. Розмір одного робочого місця має становити не менше 6 квадратних метрів.

При необхідності, суміжні робочі місця співробітників, що працюють з комп'ютером, слід розділити перегородками висотою до 2 метрів. При визначенні достатнього розміру приміщення і робочого місця на одну особу необхідно додатково враховувати шафи, сейфи, тумби або інші предмети меблів чи обладнання, які знаходяться в кімнаті. На столі працівника можливо

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розмістити допоміжні для роботи пристрої (принтери, колонки, сканери), а також місця для зберігання документів, за умови, що це не обмежуватиме видимість екрану і не заважатиме працівнику. Робочий стілець співробітника має бути підйомно-поворотним, легко регульованим за висотою та забезпечувати належну підтримку та зручне положення спини і хребта особи. На підприємстві забороняється: проводити ремонт та технічне обслуговування комп'ютера за робочим місцем працівника; самочинно ремонтувати або намагатись здійснити технічне налагодження комп'ютера без залучення компетентних спеціалістів; складувати на робочому місці зайві документи, деталі та предмети, що не потрібні для роботи; використовувати монітори з нечітким зображенням та монітори, у яких наявні поламки екрану; працювати з матричним принтером без антивібраційного покриття та зі знятою кришкою. Допускати до роботи осіб, які не пройшли затверджений на підприємстві курс охорони праці для роботи з комп'ютером, не дозволяється.

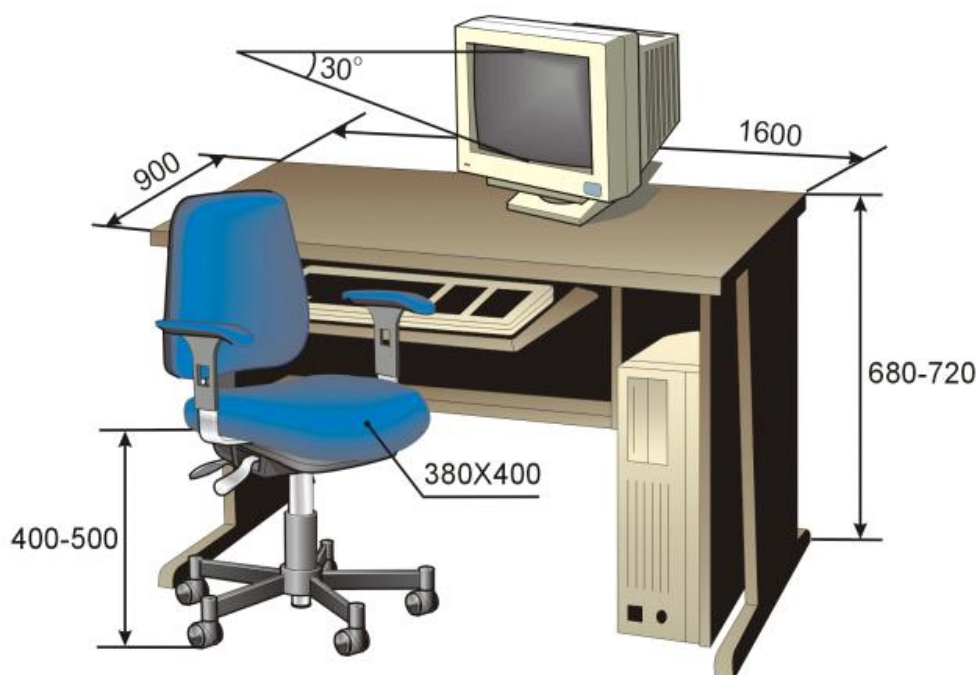


Рис. 5.1 – Вимоги до робочого місця

Соціальні та профілактичні засоби захисту робітників, які працюють з комп'ютером. При прийнятті на роботу кожна особа має пройти лікарський

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

огляд. Окрім того, при подальшій трудовій діяльності в компанії, така особа підлягає регулярному лікарському огляду не рідше ніж раз на 2 роки. Обов'язковим є проходження таких лікарів як терапевта, невропатолога та офтальмолога. В компанії мають бути чітко встановлені перерви для відпочинку працівників (окрім обідньої), як правило, тривалістю 10-15 хвилин раз на годину або дві, в залежності від складності роботи. В будь-якому випадку, роботодавець повинен передбачити такий розпорядок роботи на підприємстві, щоб час неперервної роботи з комп'ютером був не більше ніж 4 години. Додатково, для збереження належного рівня здоров'я та професійної придатності робітників, рекомендується виділити на підприємстві окреме побутове приміщення для перепочинку працівників і зняття ними нервово-емоційного напруження, що виникає при роботі з комп'ютером

5.2 Загальні вимоги безпеки при роботі з комп'ютером

Вимоги безпеки при роботі з комп'ютером є дуже важливими для забезпечення ефективності та здоров'я працівників. Нижче наведено загальні вимоги безпеки при роботі з комп'ютером та іншою оргтехнікою:

1. До самостійної роботи з комп'ютером, ноутбуком, принтером, ксероксом, сканером, плазмовою панеллю, *LCD*-дисплеєм та іншою оргтехнікою допускаються особи, які досягли 18 річного віку, пройшли медичний огляд, ознайомлені з інструкцією з охорони праці при роботі з оргтехнікою, не мають протипоказань за станом здоров'я.

2. Під час роботи на комп'ютері та іншій оргтехніці на робітники можуть впливати наступні небезпечні та шкідливі фактори:

- електрострум і випромінювання;
- перенапруження зору під час роботи з електронними пристроями, монітором, особливо при нераціональному розташуванні екрана по відношенню до очей.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

3. Освітлювальні установки повинні забезпечувати рівномірне освітлення і не повинні утворювати засліплюючих відблисків на клавіатурі, а також на екрані монітора за напрямом очей.

4. При роботі з комп'ютером, принтером, ксероксом та іншою периферійною технікою не допускається розташування робочого місця в приміщеннях без природного освітлення, без наявності природної або штучної вентиляції.

5. Робоче місце з комп'ютером та оргтехнікою повинно розміщуватися на відстані не менше 1м від стіни, від стіни з віконними отворами - на відстані не менше 1,5 м.

6. Кут нахилу екрана монітора або ноутбука по відношенню до вертикалі повинен складати 10-15 градусів, а відстань до екрана – 500-600 мм.

7. Кут зору екрана повинен бути прямим і становити 90 градусів.

8. Для захисту від прямих сонячних променів повинні передбачатися сонцезахисні пристрої (плівка з металізованим покриттям, регульовані жалюзі з вертикальними панелями та ін).

9. Освітлення повинно бути змішаним (природним та штучним).

10. У приміщенні кабінету і на робочому місці необхідно підтримувати чистоту і порядок, проводити систематичне провітрювання.

11. Про всі виявлені під час роботи несправності обладнання необхідно доповісти керівнику, у випадку поломки необхідно припинити роботу до усунення аварійних обставин. При виявленні можливої небезпеки, попередити оточуючих та негайно повідомити керівнику; утримувати в чистоті робоче місце, не захащувати його сторонніми предметами.

12. Про нещасний випадок очевидець, працівник, який його виявив, або сам потерпілий повинні доповісти безпосередньо керівникові установи і вжити заходів з надання медичної допомоги.

13. Особи, винні в порушенні вимог, вимагаємих даною інструкцією з охорони праці при роботі з комп'ютером, принтером, ксероксом та іншою

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

оргтехнікою, притягаються до дисциплінарної відповідальності у відповідності з чинним законодавством.

5.3 Вимоги безпеки перед початком роботи з комп'ютером

Перед тим як розглядати конкретні вимоги безпеки, важливо враховувати базові принципи та рекомендації, які сприяють забезпеченню безпечного та відповідального використання комп'ютерних технологій:

1. Оглянути і переконатися у справності обладнання, електропроводки. У разі виявлення несправностей, до роботи не приступати. Повідомити про це керівника і, тільки після усунення несправностей і його дозволу, приступити до роботи.

2. Перевірити освітлення робочого місця, за необхідності, вжити заходів до його нормалізації.

3. Перевірити наявність та надійність захисного заземлення устаткування.

4. Перевірити стан електричного шнура і вилки.

5. Перевірити справність вимикачів та інших органів управління персональним комп'ютером та оргтехніки.

6. При виявленні будь-яких несправностей, комп'ютер та оргтехніку не вмикати і негайно повідомити про це головному з охорони безпеки.

7. Включити монітор і перевірити стабільність і чіткість зображення на екрані, переконатися у відсутності запаху диму від комп'ютера та оргтехніки.

5.4 Вимоги безпеки під час роботи з комп'ютером

Перед початком роботи з комп'ютером необхідно дотримуватися вимог безпеки, щоб забезпечити надійність та безпечність використання обладнання. Нижче наведено перелік основних вимог безпеки, які слід дотримуватися перед початком роботи з комп'ютером:

1. Вмикайте і вимикайте комп'ютер, ноутбук та іншу оргтехніку тільки

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

вимикачами, забороняється проводити вимкнення витягуванням вилки з розетки.

2. Забороняється знімати захисні пристрої з обладнання і працювати без них.

3. Не допускати до комп'ютера та оргтехніки сторонніх осіб, які не беруть участі в роботі.

4. Забороняється переміщати та переносити системний блок, монітор, принтер, будь-яке обладнання, яке знаходиться під напругою.

5. Забороняється під час роботи пити будь-які напої, приймати їжу.

6. Забороняється будь-яке фізичне втручання у пристрій комп'ютера, принтера, сканера, ксерокса під час їх роботи.

7. Забороняється залишати включене обладнання без нагляду.

8. Забороняється класти предмети на комп'ютерне обладнання, монітори, екрани та оргтехніку.

9. Суворо виконувати загальні вимоги з електробезпеки та пожежної безпеки.

10. Під час усунення застрявання паперу на ксероксі чи принтері, задля уникнення ураження електрострумом, необхідно відключити обладнання від електромережі. Необхідно також вимикати обладнання від мережі при тривалому простої.

11. Самостійно розбирати та проводити ремонт електронної та електронно-механічної частини комп'ютера, периферійних пристроїв, оргтехніки категорично забороняється. Ці роботи може виконувати тільки спеціаліст або інженер з технічного обслуговування комп'ютерної техніки.

12. Сумарний час безпосередньої роботи з персональним комп'ютером та іншою оргтехнікою протягом робочого дня має бути не більше 6 годин, для педагогів – не більше 4 годин у день.

13. Тривалість безперервної роботи з персональним комп'ютером та іншою оргтехнікою без регламентованої перерви не повинна перевищувати 2-х годин. Через кожну годину роботи слід робити перерву тривалістю 15 хв.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

14. Під час регламентованих перерв, з метою зниження нервово-емоційного напруження, стомлення зорового аналізатора, усунення впливу гіподинамії та гіпокінезії, запобігання розвитку познотонічного стомлення, слід виконувати комплекси вправ для очей або організувати фізкультурні паузи.

15. Комп'ютер, будь-які його периферійні пристрої, оргтехніку необхідно використовувати у суворій відповідності з експлуатаційною документацією до них.

16. Під час виконання роботи необхідно бути уважним, не звертати уваги на сторонні речі.

17. Про всі виявлені несправності та збої в роботі апаратури необхідно повідомити безпосередньо інженера з обслуговування комп'ютерної техніки.

5.5 Вимоги безпеки після закінчення роботи з комп'ютером

Після завершення роботи з комп'ютером необхідно дотримуватися вимог безпеки для забезпечення надійності та довговічності обладнання. Нижче подано перелік вимог безпеки, які слід дотримуватися після завершення роботи з комп'ютером:

1. Вимкнути комп'ютер, ноутбук, телевізор, плазмову панель, *LCD*-екран, принтер, ксерокс, сканер, колонки та іншу оргтехніку від електромережі, для чого необхідно вимкнути тумблери, а потім акуратно витягнути штепсельні вилки з розетки.

2. Протерти зовнішню поверхню комп'ютера чистою вологою тканиною. При цьому не допускайте використання розчинників, одеколону, препаратів в аерозольній упаковці.

3. Прибрати робоче місце. Скласти диски у відповідне місце зберігання.

4. Ретельно провітрити приміщення з персональним комп'ютером та іншою оргтехнікою.

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

5.6 Вимоги техніки безпеки та безпеки життєдіяльності в аварійних ситуаціях при роботі з комп'ютером

Після завершення роботи з комп'ютером важливо дотримуватися вимог безпеки для забезпечення надійності та довговічності обладнання. Нижче подано перелік вимог безпеки, які слід дотримуватися після завершення роботи з комп'ютером:

1. Якщо на металевих частинах обладнання виявлено напругу (відчуття струму), заземлюючий провід обірваний, необхідно вимкнути обладнання, негайно доповісти керівникові про несправності електрообладнання і без його вказівки до роботи не приступати.

2. При припиненні подавання електроенергії, вимкнути обладнання.

3. При появі незвичного звуку, запаху паленого, мимовільного відключення комп'ютера та оргтехніки, негайно припинити роботу і поставити до відома керівника.

4. При виникненні пожежі негайно вимкнути обладнання, знеструмити електричну мережу за винятком освітлювальної мережі, повідомити про пожежу всім працюючим і приступити до гасіння осередку пожежі наявними засобами пожежогасіння.

5. При нещасному випадку необхідно, насамперед, звільнити потерпілого від травмуючого фактора, звернутися до медпункту, зберегти, по можливості, місце травмування в тому стані, в якому воно було на момент травмування.

5.7 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях при роботі з комп'ютером

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях при роботі з комп'ютером є критично важливими для забезпечення безпечного та ефективного використання обладнання. Нижче подано перелік вимог безпеки в аварійних ситуаціях:

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. При виникненні несправності в роботі комп'ютера або порушення цілісності заземлення його корпусу слід вимкнути прилад і відключити його від електромережі. Роботу продовжити тільки після усунення несправності.

2. При загорянні працівник повинен:

- негайно відключити електроприлад від мережі живлення;
- повідомити про те, що трапилась пожежа адміністрації установи і в найближчу пожежну частину за телефоном 101;
- приступити до гасіння осередка загоряння за допомогою первинних засобів пожежогасіння.

3. При отриманні травми слід надати першу допомогу потерпілому, при необхідності відправити його до найближчої лікувальної установи і повідомити про це адміністрацію.

Висновки до п'ятого розділу

Сформовані вимоги безпеки, а саме:

- вимоги безпеки при роботі з комп'ютером та іншою оргтехнікою;
- вимоги безпеки перед початком роботи з комп'ютером;
- вимоги безпеки під час роботи з комп'ютером, ноутбуком;
- вимоги безпеки після закінчення роботи з комп'ютером;
- вимоги техніки безпеки та безпеки життєдіяльності в аварійних ситуаціях при роботі з комп'ютером та іншою оргтехнікою.

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.2.1</i>	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті аналізу предметної області були виявлені оптимальні способи моделювання, анімації та рендерингу.

Обґрунтовано вибір засобів та методів реалізації. У роботі детально описано кожен крок на шляху до створення відеоролику. Створюється і ретельно продумується його сценарій. Для отримання анімації використані наступні методи: моделювання за допомогою *subdivision modeling*, налаштування матеріалів, створення відеоролику в редакторі *Autodesk Maya* з використанням технології ключової анімації.

Результати досліджень представлені у вигляді відеоряду формату mp4.

Подальшу роботу над темою можна розвивати у напрямку удосконалення зображення, що отримується та додаванням візуальних ефектів.

					КРМ.КІ.1.884-03.2.1	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Subdivision Modeling* URL: <https://autodesk.com/us/support/files/subds.pdf> (дата звернення 30.01.2023).
2. *Autodesk Standard Surface* URL: https://help.autodesk.com/view/ARNOL/guid=arnold_for_maya_arnold_shaders_html (дата звернення 30.01.2023).
3. *Arnold Help* URL: <https://help.autodesk.com/view/ARNOL/ENU/> (дата звернення 30.01.2023).
4. *Animation Basics* URL: <https://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2024> (дата звернення 30.01.2023).
5. *Learning 3D: Christophe Desse* URL: <https://80.lv/articles/learning-3d-professional-recommendations-from-christophe-desse/2>. (дата звернення 30.01.2023).
6. Пайплайн (*Pipeline*) URL: <http://3dyuriki.com>. (дата звернення 30.01.2023).
7. *Maya* URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Maya (дата звернення 30.01.2023).
8. *Blender* URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Blender> (дата звернення 30.01.2023).
9. *Cinema 4D* URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Cinema_4D (дата звернення 30.01.2023).
10. *Houdini* URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Cinema_4D (дата звернення 30.01.2023).
11. Keller, E. *Introducing Autodesk Maya*: 2017. – 102с.
12. Patel, A. *Mastering Autodesk Maya 2015*: Autodesk Official Press: 2014. – 56с.
13. Beane, E. *Maya Visual Effects: The Innovator's Guide*: 2017. – 44с.
14. Lanier, L., & Kalwick, A. *Autodesk Maya 2019 Basics Guide* : 2019. – 60с.
15. Pautler, B. *A Computer Graphics Industry Reference*: 2015. – 15с.

					КРМ.КІ.1.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

16. *Birn, J. Digital Lighting and Rendering: 2017. – 108c.*
17. *Paquette, A. Animating with Blender: Creating Short Animations from Start to Finish: 2016. – 203c.*
18. *Osipa, J. Stop Staring: Facial Modeling and Animation Done Right: 2018. – 37c.*
19. *Molinero, J. Maya Studio Projects: Game Environments: 2013. – 77c.*
20. *Hess, R. Animating Real-Time Game Characters: 2018. – 127c.*
21. *Kermisch, R., & Palamar, T. Maya Python for Games and Film: A Complete Reference for Maya Python and the Maya Python API: 2014. – 18c.*
22. *Brabec, G. Mastering Autodesk Maya 2020: 2019. – 235*
23. *Derakhshani, D. Introducing ZBrush: 2016. –156c.*
24. *Murray, J. Animating with Stop Motion Pro: 2016. – 34c.*
25. *Reinders, J., & Robison, A. Intel Threading Building Blocks: Outfitting C++ for Multi-core Processor Parallelism: 2016. – 235c.*
26. *Crandall, J., & Mikkelsen, M. The Art of Moving Points: 2016. – 66c.*
27. *Chris Maraffi. Maya Character Creation: Modeling and Animation Controls: 2019. – 68c.*
28. *Richard Williams. The Animator's Survival Kit: 2015. – 233c.*
29. *George Maestri. Digital Character Animation 3: 2012. – 25c.*
30. *Michael Ingrassia. Maya for Games: Modeling and Texturing Techniques with Maya and Mudbox: 2018. – 97*

					<i>KPM.KI.1.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

Додаток А кадри відеоролику



Рис.А.1 – Кадр 1



Рис.А.2 – Кадр 2

					<i>KPM.KI.0.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

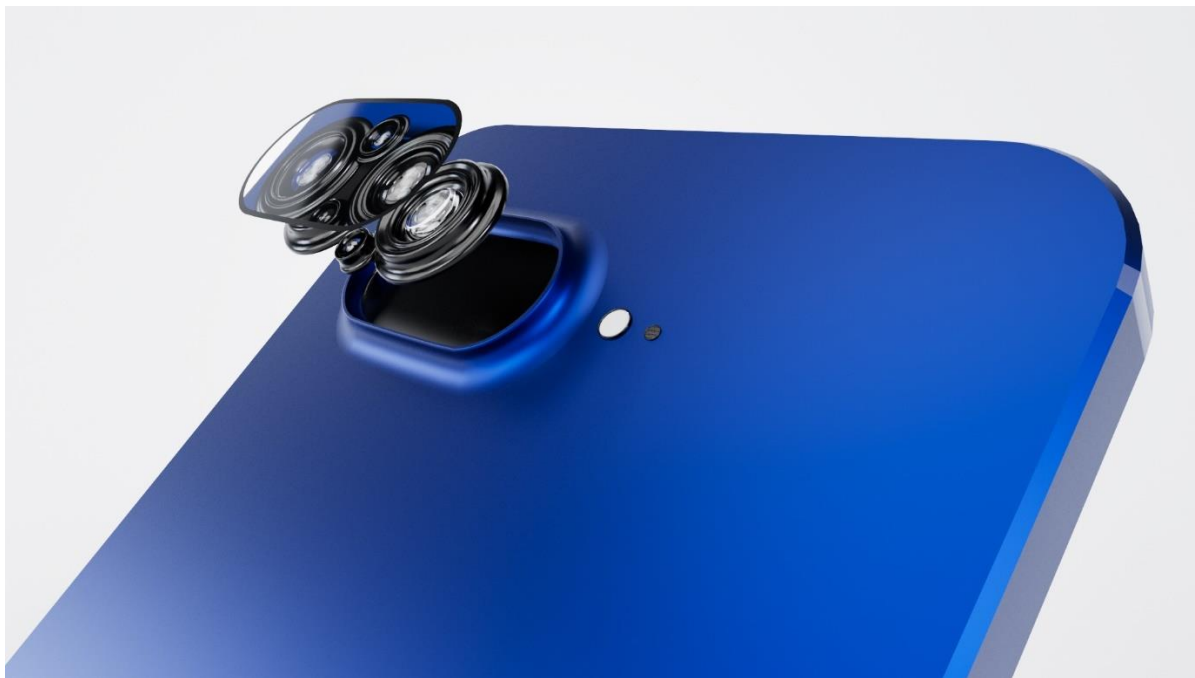


Рис.А.3 – Кадр 3



Рис.А.4 – Кадр 4

					<i>KPM.KI.0.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

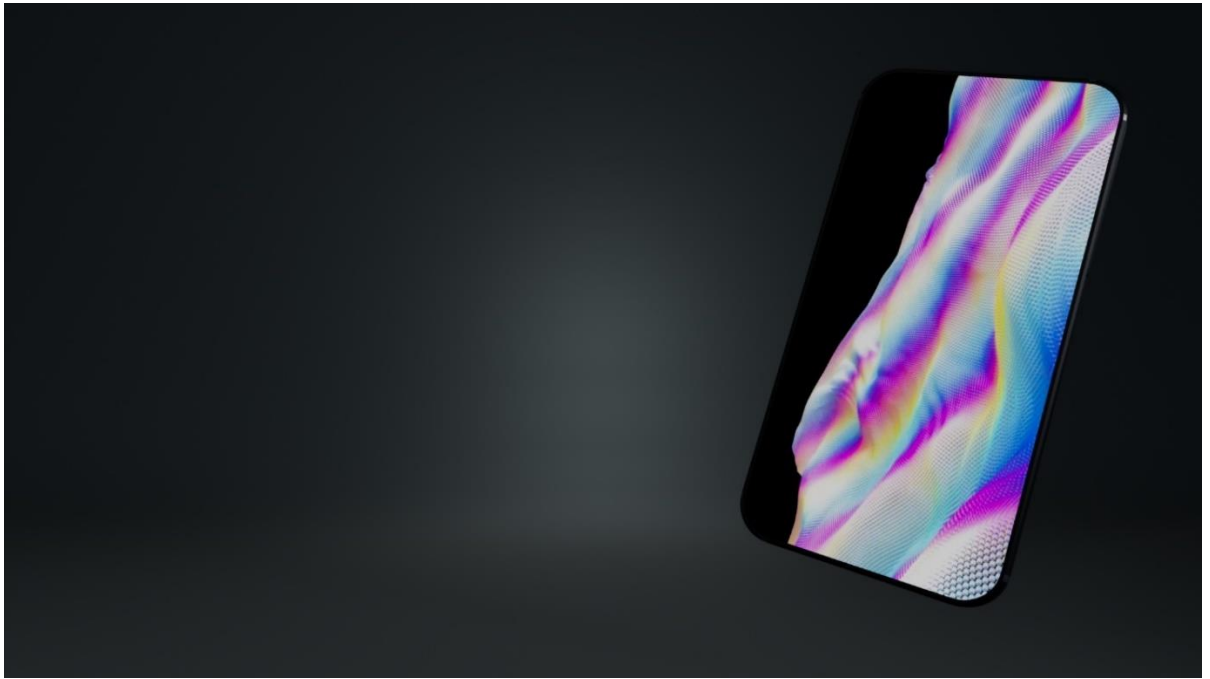


Рис.А.5 – Кадр 5



Рис.А.6 – Кадр 7

					<i>KPM.KI.0.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94



Рис.А.9 – Кадр 9

					КРМ.КІ.0.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

Додаток Б Графічний матеріал

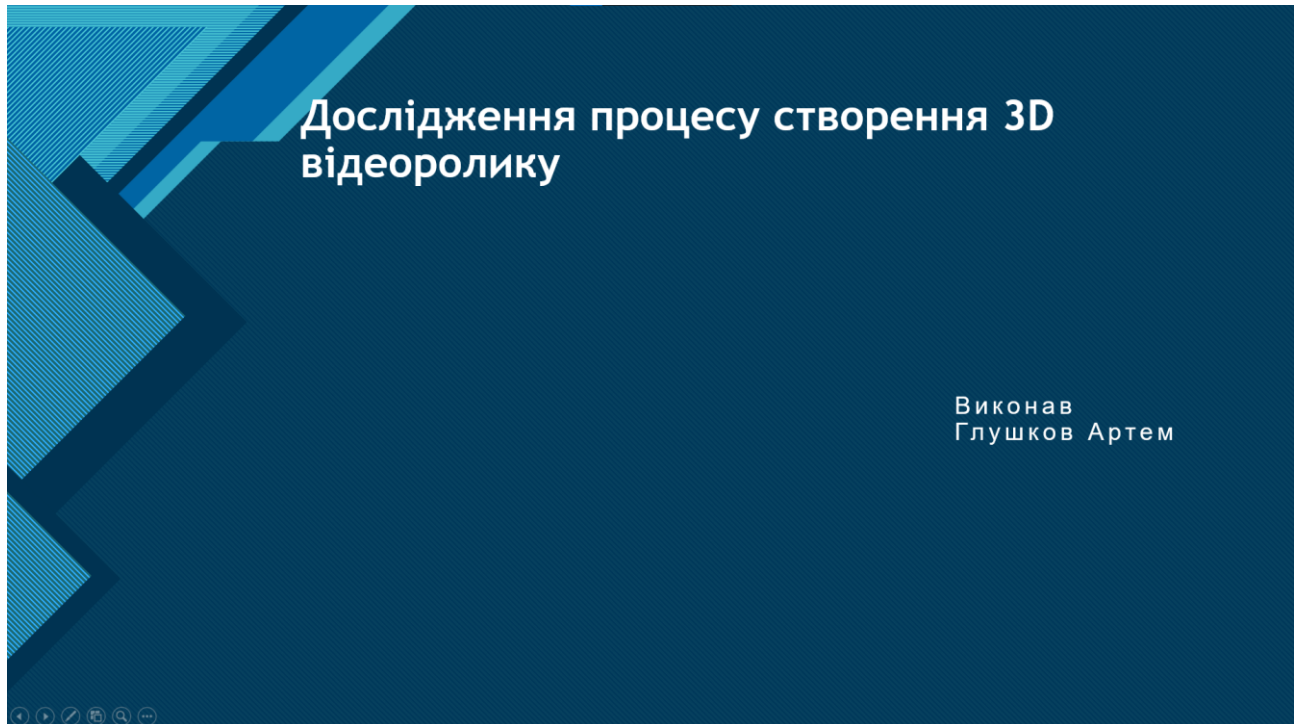


Рис. Б.1 – Слайд №1



Рис. Б.1 – Слайд №2

					КРМ.КІ.0.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

Постановка завдання

Дослідити доцільність Використання 3D анімації.

Провести аналіз методів моделювання.

Дослідити доцільність використання 3D анімації.

Розробити і реалізувати методику анімації.

Рис. Б.3 – Слайд №3

Аналоги

- Blender - безкоштовний та відкритий редактор із потужним функціоналом. Широко використовується спільнотою художників та інді-розробників.
- Cinema4D - Популярний в індустрії реклами та дизайну завдяки своєму інтуїтивному інтерфейсу та потужним можливостям для створення візуальних ефектів.
- Houdini - відомий своїм унікальним ухилом у процедурне моделювання та створення ефектів.

Рис. Б.4 – Слайд №4

					КРМ.КІ.0.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

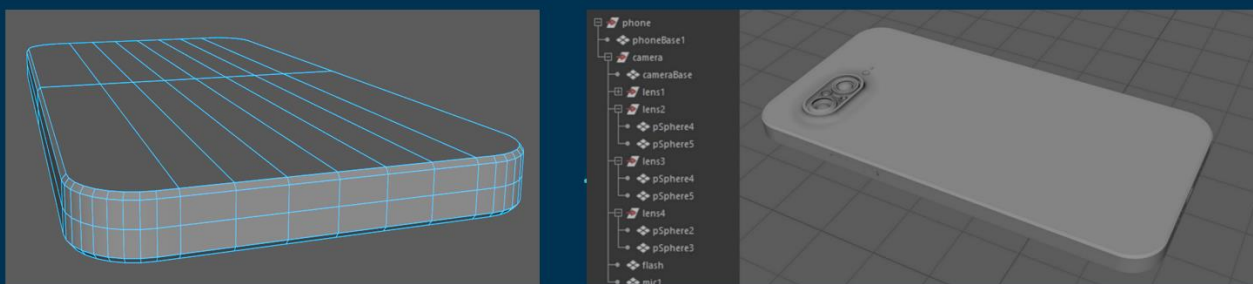
Моделювання

- Загальна ідея: Subdivision modeling – метод, що дозволяє створювати деталізовані моделі, додаючи геометричні деталі до базової форми.
- Процес моделювання: Починається зі створення базової форми телефону, а потім поступово додаються деталі та подробиці із використанням сабдівізійних поверхонь.

5

Рис. Б.5 – Слайд №5

Моделювання



6

Рис. Б.6 – Слайд №6

					<i>KPM.KI.0.884-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

Налаштування матеріалів

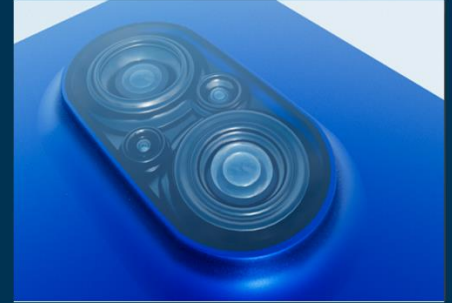
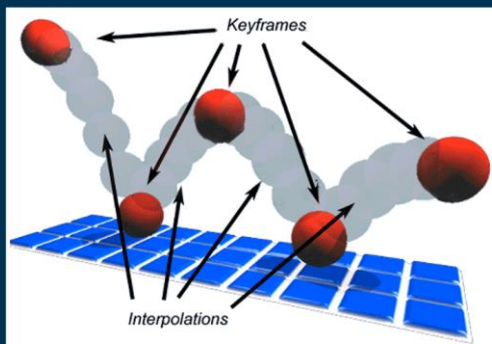


Рис. Б.7 – Слайд №7

Анімація



Key Animation (Ключова анімація) – метод, у якому анімація створюється шляхом встановлення ключових кадрів для певних параметрів об'єкта.

Ціль: Створення плавного та органічного руху для телефону в рамках рекламної презентації.

Встановлення ключових кадрів: Визначення ключових моментів руху телефону, таких як обертання, масштабування та переміщення.

Програма (Maya) автоматично розраховує проміжні кадри між ключовими, забезпечуючи плавний перехід між ними.

Обертання та рух: Анімація обертання телефону навколо своєї осі та рух у просторі для привабливого уявлення.

Виділення особливих характеристик: Анімація для виділення ключових особливостей телефону, таких як камери, дисплей та унікальний дизайн.

Рис. Б.8 – Слайд №8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KPM.KI.0.884-03.2.1

Арк.

99

Рендерінг

Arnold - фотореалістичний рендерер, що широко використовується в індустрії візуальних ефектів та анімації.

Переваги: Підтримка складних матеріалів, точні ефекти освітлення та висока якість фінальних зображень.

Налаштування параметрів рендеру:

Якість: Налаштування параметрів для досягнення високоякісних зображень, включаючи роздільну здатність, глибину кольору та частоту кадрів.

Освітлення: Налаштування джерел світла, тіні та відображення для створення реалістичного освітлення сцени.

Рендеринг сцени: Застосування Arnold для створення зображень телефону з урахуванням моделювання, матеріалів та анімації.

Використання AOVs: Використання AOVs (Arbitrary Output Variables) для відокремлення різних елементів сцени та полегшення подальшого композитингу.



Рис. Б.9 – Слайд №9

Кадри відеоролику



Рис. Б.10 – Слайд №10

					КРМ.КІ.0.884-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10С