

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)
Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

Тернопіль
2025

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

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)
Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Боднарчук І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« 27 » січня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки
(шифр і назва спеціальності)
Студенту Галятовському Олегу Богдановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка та деталізація аніме-персонажа "Scavenger Knight"

Керівник роботи Небесний Руслан Михайлович, доктор філософії (PhD), доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 07 » травня 2025 року № 4/7-444

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Літературні та інтернет джерела

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз комп'ютерної графіки для 3D-моделювання. 1.1 Комп'ютерна графіка та 3D-моделювання. 1.2 Аналіз існуючих програмних засобів. 1.2.1 Blender. 1.2.2 Autodesk

Maya. 1.2.3 Houdini 1.3 Сфери застосування 3D-графіки та моделювання. 1.4 Вибір

Середовища для розробки. 1.5 Висновок до першого розділу. 2. Проектування персонажа

«Scavenger Knight». 2.1 Аналіз ідеї персонажа. 2.2 Візуалізація персонажа. 2.3 Технічна

реалізація. 2.4 Висновок до другого розділу. 3. Створення 3D-моделі аніме-персонажа

«Scavenger Knight». 3.1 Розробка та візуалізація аніме-персонажа. 3.2 Етапи створення

Аніме-персонажа 3.3 Практична реалізація концепту персонажа в стилі Fallout 3.4 Процес

Створення і деталізації персонажа в стилі Fallout. 3.5 Висновок до третього розділу.

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. 4.1 Організація ведення в аварійних

умовах. 4.2 Розрахунок економічної ефективності заходів щодо поліпшення санітарно-

гігієнічних умов. 4.3 Висновок до четвертого розділу. Висновки. Перелік Джерел. Додатки.

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

1. Титульна сторінка. 2. Мета, об'єкт та предмет дослідження. 3. Аналіз існуючих програмних

Засобів. 4. Blender. 5. Autodesk Maya. 6. Houdini. 7. Сфери використання 3D-графіки.

8. Обґрунтування вибору середовища. 9. Вибір ідеї персонажа. 10. Візуалізація образу.

11. Технічна реалізація. 12. Практична реалізація концепту. 13. Висновки.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Сенчишин В.С., кандидат технічних наук, доцент кафедри МТ		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Студент		Галятовський О.Б.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник роботи		Небесний Р.М.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Розробка та деталізація аніме-персонажа «Scavenger Knight» // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Бакалавр» // Галятовський Олег Богданович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СН-41 // Тернопіль, 2025 // С. 65, рис. – 8, табл. – 2, кресл. – 0, додат. – 1, бібліогр. – 62.

Ключові слова: 3D-модель, Blender, character, розробка персонажа, create 3D, modeling in blender, concept art, дизайн персонажа

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню процесу створення тривимірної моделі персонажа в стилі Fallout з використанням сучасних інструментів комп'ютерної графіки. В першому розділі кваліфікаційної роботи описано теоретичні основи комп'ютерної графіки та 3D-моделювання.

Висвітлено основні поняття, розглянуто програмні засоби для моделювання, серед яких Autodesk Maya та Houdini. Проаналізовано сфери застосування 3D-графіки та обґрунтовано вибір ПЗ для реалізації проєкту.

В другому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто процес проєктування персонажа «Scavenger Knight». Досліджено ідею створення образу, подано етапи візуалізації та розробки зовнішнього вигляду. Подано технічне створення концепту персонажа.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи описано створення концепту персонажа «Scavenger Knight». Проаналізовано основні етапи моделювання, деталізації та візуалізації. Проведено демонстрацію створеної моделі з використанням обраного ПЗ. Об'єкт дослідження: процес створення тривимірної графіки персонажів в середовищах 3D-моделювання. Предмет дослідження: методика проєктування та реалізації 3D-персонажів в стилі Fallout з використанням сучасних засобів комп'ютерної графіки.

ANNOTATION

Development and Detailing of the Anime Character «Scavenger Knight» // Qualification work of the educational level «Bachelor» // Galiatovskyi Oleg // Ternopil Ivan Pulyu National Technical University, Computer and Information System and Software Engineering Faculty, Computer Sciences Department, group SN-41 // Ternopil, 2025 // P. 65, fig. – 4, tabl. – 2, chair. – 0, annexes. – 1, references – 62.

Keywords: 3D model, Blender, character, character development, create 3D, modeling in blender, concept art, character design

The qualification work is devoted to the study of the process of creating a three-dimensional character model in the style of Fallout using modern computer graphics tools. The first chapter of the qualification work describes the theoretical foundations of computer graphics and 3D modeling.

The basic concepts are highlighted, and modeling software, including Autodesk Maya and Houdini, are discussed. The areas of application of 3D graphics are analyzed and the choice of software for the project is justified.

The second section of the qualification work describes the process of designing the Scavenger Knight character. The idea of creating an image is explored, the stages of visualization and development of appearance are presented. The technical creation of the character concept is presented.

The third chapter of the qualification work describes the creation of the concept of the character “Scavenger Knight”. The main stages of modeling, detailing and visualization are analyzed. The demonstration of the created model using the selected software is carried out. Object of study: the process of creating three-dimensional character graphics in 3D modeling environments. Subject of research: methods of designing and implementing 3D character in the style of Fallout using modern computer graphics tools.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

3D (three-dimensional) – тривимірний простір.

Арт (Art) – цифровий малюнок.

Блокінг (Blocking) – це етап створення грубих форм і контурів моделі на початковій стадії моделювання.

Вертекс (Vertex) – це базовий елемент 3D-моделі, що являє собою точку в просторі з певними координатами.

ОС – операційна система.

Полігон (Polygon) – це багатокутник, що складається з вершин та ребер, використовується для створення поверхонь в 3D-моделях.

ПЗ – програмне забезпечення.

Ретопологія (Retopology) – це процес перетворення поверхні 3D-моделі для створення більш оптимальної та керованої топології.

Рендер (Render) – це процес генерації зображення або анімації з 3D-моделі за допомогою комп'ютерної програми.

Скульптінг (Sculpting) – це процес моделювання, що нагадує традиційне скульптування, де деталі додаються за допомогою цифрових інструментів.

Текстурування (Texturing) – це процес нанесення зображень або текстур на поверхню 3D-моделі для додання їй деталей і кольорів.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ ДЛЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ..	9
1.1 Комп'ютерна графіка та 3D-моделювання.....	9
1.2 Аналіз існуючих програмних засобів.....	11
1.2.1 Blender.....	12
1.2.2 Autodesk Maya.....	14
1.2.3 Houdini.....	15
1.3 Сфери застосування 3D-графіки та моделювання.....	17
1.4 Вибір середовища для розробки.....	21
1.5 Висновок до першого розділу.....	23
РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ ПЕРСОНАЖА «SCAVENGER KNIGHT».....	25
2.1 Аналіз ідеї персонажа.....	25
2.2 Візуалізація персонажа.....	31
2.3 Технічна реалізація.....	33
2.4 Висновок до другого розділу.....	38
РОЗДІЛ 3. СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛІ АНІМЕ-ПЕРСОНАЖА «SCAVENGER KNIGHT».....	41
3.1 Розробка та візуалізація аніме-персонажа.....	41
3.2 Етапи створення аніме-персонажа.....	47
3.3 Практична реалізація концепту персонажа в стилі Fallout.....	48
3.4 Процес створення і деталізації персонажа в стилі Fallout	49
3.5 Висновок до третього розділу.....	51
РОЗДІЛ 4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ...53	
4.1 Організація ведення в аварійних умовах.....	53
4.2 Розрахунок економічної ефективності заходів щодо поліпшення санітарно-гігієнічних умов.....	54
4.3 Висновок до четвертого розділу.....	57
ВИСНОВКИ.....	58

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ.....	59
---------------------	----

ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність теми. Внаслідок стрімкого розвитку цифрових технологій, візуальний контент, зокрема аніме-стилістика, стала невід’ємною частиною світу. Анімаційні персонажі є важливими у створенні чогось нового, що приваблює широку аудиторію в ігровій, кіно- та рекламній сферах. Особливу популярність здобувають тривимірні персонажі, розроблені за допомогою програми для 3D-моделювання, таких як Blender поєднують стилістику анімації з технологічною точністю.

Тому створення та деталізація аніме-персонажа «Scavenger Knight» є актуальним напрямком сучасних досліджень в галузі комп’ютерної графіки, 3D-моделювання та цифрової анімації. Така розробка дозволяє поєднати креативний підхід до дизайну з технічними знаннями у сфері цифрового виробництва.

Мета і задачі дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» є створення 3D моделі для відео гри. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати ряд завдань, зокрема:

- Проаналізувати стан досліджень у сфері 3D-моделювання аніме-персонажів та тенденції їх стилізації;
- Визначити технічні та художні вимоги до моделювання персонажів;
- Розробити концепт-дизайн персонажа «Scavenger Knight» з урахуванням його ролі, характеру та стилістики;
- Реалізувати тривимірну модель персонажа у Blender.

Практичне значення одержаних результатів. Виконання кваліфікаційної роботи полягає в тому, що результати дослідження та створена 3D-модель можуть бути використані в освітніх, ігрових або комерційних мультимедійних проектах. Отримана модель демонструє ефективне поєднання художнього задуму та технічної реалізації, що може стати прикладом для студентів, 3D-художників і розробників анімаційного контенту.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ ДЛЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

1.1 Комп'ютерна графіка та 3D- моделювання

Комп'ютерна графіка – це сукупність методів, прийомів і засобів створення та опрацювання графічних зображень за допомогою комп'ютера [1].

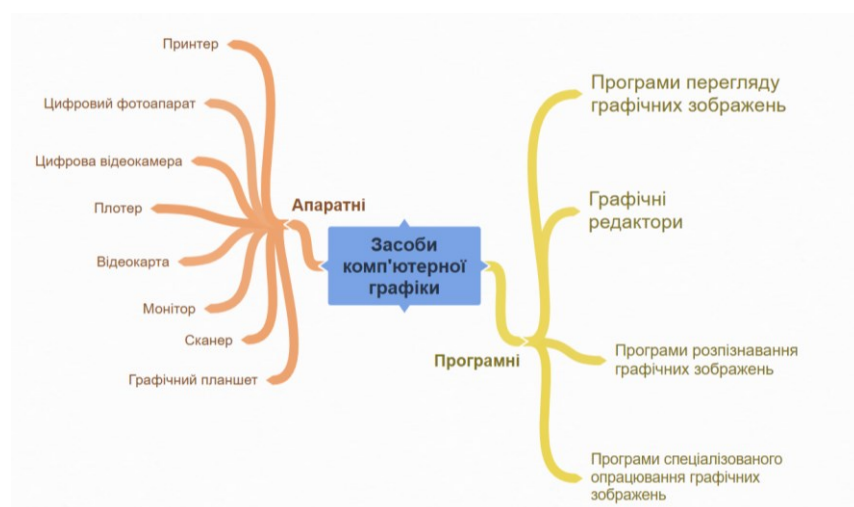


Рисунок 1.1 – Різновиди засобів комп'ютерної графіки

Растрова графіка – це відтворення зображення на пристрої виведення, яке розбивається на точки – пікселі. Прикладом цього є формування зображення на екрані монітора. Пікселі впорядковані по рядках, а набір рядків утворює растр.

Растрове зображення – це набір пікселів (кольорових точок), розташованих на правильній сітці. Важливою характеристикою є роздільна здатність – кількість пікселів на одиницю довжини, зазвичай у dpi (наприклад, 72-96 dpi для екрана, 600 dpi – для друку). Джерелом растрових даних є пристрої введення: сканери, відеокамери, цифрові фотоапарати. Оскільки растрові зображення для друку мають великий обсяг, як альтернативу часто використовують векторну графіку.

Векторна графіка полягає в описі елементів зображення за допомогою математичних формул. Для цього зображення розкладається на прості об'єкти –

примітиви. Основні графічні примітиви – лінії, еліпси, кола, багатокутники, зірки тощо. Примітиви створюються на основі ключових точок, які задаються у вигляді набору чисел. Програма відтворює зображення шляхом з'єднання цих ключових точок. Для опису різних геометричних фігур потрібні ключові точки різного типу. На векторні об'єкти розкладаються геометричні фігури та текст.

У комп'ютерній графіці термін «вектор» означає частину лінії (сегмент), яка задається ключовими точками. Отже, файли векторних зображень містять не піксельні значення, а математичні описи елементів зображення. За цими відбувається візуалізація зображення на пристроях виведення.

Тривимірна графіка (3D-графіка) – це сукупність прийомів і методів створення об'ємних моделей об'єктів, які максимально наближені до реальних. Основним завданням цього виду графіки є створення не плоского зображення об'єкта, а його об'ємної моделі, яку можна обертати й розглядати з усіх боків.

Для створення об'ємних зображень використовують різні графічні примітиви й гладкі (сплайнові) поверхні. За їхнього допомогою спочатку створюють каркас об'єкта, потім його поверхню покривають матеріали, візуально схожими на реальні. Далі задають освітлення, гравітацію, властивості атмосфери та інші параметри простору, в якому знаходиться об'єкт. Для об'єктів, що рухаються, вказують траєкторію руху, швидкість тощо.

Тривимірна графіка широко використовується у комп'ютерному моделюванні фізичних об'єктів і процесорів, а також у мультиплікації, кінематографії та комп'ютерних іграх.

Фрактальна графіка – це тип зображення, що складається з подібних між собою елементів. Побудова фрактального малюнка може здійснюватися за певним алгоритмом або шляхом автоматичної генерації зображення за допомогою обчислень за відповідними формулами. Зміна алгоритмів або значень коефіцієнтів у формулах призводить до модифікації зображення.



Рисунок 1.2 – Види комп'ютерної графіки

Фрактальну графіку використовують для графічного представлення даних під час моделювання деяких процесорів, для автоматичної генерації абстрактних зображень, а також у розважальних програмах.

1.2 Аналіз існуючих програмних засобів

Для створення 3D персонажів існує кілька популярних програмних засобів, серед яких Blender, Maya і Houdini. Кожен з цих інструментів має свої особливості і переваги, що робить їх підходящими для різних типів проєктів у галузі 3D-моделювання, анімації та візуальних ефектів [3]. Blender є безкоштовним програмним забезпеченням з відкритим кодом, що надає користувачам широкий набір інструментів для 3D-моделювання, текстурювання, ригінгу, анімації і рендерингу [4]. Його основними перевагами є доступність, велика спільнота і підтримка процедурного моделювання, яке дозволяє створювати складні форми персонажів. Однак для новачків інтерфейс може бути складним. Maya, навпаки, є платним комерційним програмним забезпеченням, яке широко використовується в професійних студіях для анімації та візуальних ефектів. Вона має потужні інструменти для моделювання, ригінгу і анімації, що робить її ідеальною для створення складних анімацій і органічних форм персонажів. Однак її висока ціна і складний інтерфейс можуть бути проблемою для малих студій або

індивідуальних користувачів. Houdini є спеціалізованим інструментом для створення візуальних ефектів і складних фізичних симуляцій, таких як рідини, дим або руйнування. Його процедурний підхід дозволяє здійснювати високий рівень контролю над всіма етапами проєкту, що є великим плюсом при роботі з фізичними ефектами, але для створення органічних моделей персонажів він може бути менш зручним порівняно з Maya або ZBrush. Houdini також є складним у навчанні і використанні, тому його застосовують, як правило, фахівці в області візуальних ефектів. Вибір між Blender, Maya і Houdini залежить від потреб конкретного проєкту, бюджету та рівня досвіду користувача. Для інді-розробників і малих студій найбільш підходить Blender, для великих професійних студій, які працюють з високоякісними анімаціями і персонажами, найкращим вибором буде Maya, а для спеціалізованих завдань, пов'язаних з візуальними ефектами і фізичними симуляціями, відмінно підходить Houdini.

1.2.1 Blender

Blender – це безкоштовний пакет для створення 3D-моделей з відкритим кодом, який підтримує практично всі аспекти 3D-розробки. Завдяки широкому функціоналу моделювання, також пропонує інструменти для текстурювання, ригінгу, анімації, освітлення та інше для повного створення 3D-зображень [5].

Blender 3D - одна з найпопулярніших програм з відкритим вихідним кодом. Вона користується великим попитом як у досвідчених фахівців, так і новачків. Blender програма універсальна, буквально має практично безмежні можливості. Дозволяє створювати ігри, цифрові анімації та навіть монтувати відео. Blender у комп'ютерній анімації та ігровому дизайні, програма дає можливість навчитися створювати 3D графіку, розвине навички роботи в напрямку архітектури, дизайну та моделювання. Причин, через які він користується великою популярністю:

- Адаптивність програми сумісна з усіма наявними операційними системами (Windows, macOS і Linux).

- Простота використання, навіть новачкові без досвіду не знадобиться багато часу для освоєння Blender 3D. Це зручна програма зі зрозумілим функціоналом, що дає змогу реалізувати завдання різної складності.

- Відкритий доступ до Blender 3D - повністю безкоштовна програма. Не потрібно оплачувати її купівлю, платити за підписку або відкривати доступ до внутрішніх інструментів за гроші. Вона повністю доступна до використання після скачування та встановлення.

- Велика аудиторія користувачів розуміють, для чого потрібен Blender 3D. Тому спільнота в цій програмі досить велика. Завдяки цьому в мережі доступна велика кількість навчального матеріалу по темі. Також є можливість у будь-який час попросити допомоги або просто поспілкуватися з однодумцями онлайн. Програма дає змогу реалізувати таке:

- Розробляти ігри за допомогою Blender 3D можна генерувати будь-які ігрові об'єкти і текстури. Наприклад, створювати персонажів, ландшафт, окремі елементи. Застосування цього функціоналу поширюється не тільки на ігри. Blender 3D активно використовується для моделювання 3D об'єктів в архітектурі та інших напрямках.

- Створення анімації, крім реалізації будівель, меблів і персонажів за унікальним дизайном, можливості Blender 3D дають змогу анімувати і налаштувати будь-які елементи. Наприклад, рухи ігрового героя. Також програма підходить для симуляції фізичних та інших процесів. Наприклад, рух вогню або води. До цього можна віднести і можливість генерації руйнувань, диму та спецефектів для відеороликів.

- Робота з текстурами – відповідь на запитання, що можна зробити в Blender 3D. Програма дає змогу надати будь-яким матеріалам реалістичного вигляду. Можна налаштувати буквально що завгодно - від зовнішнього вигляду і кольору, до блиску і відображення. Іншими словами, в ній можна реалізувати будь-які властивості.

- Робота з відео - ще один напрямок, для чого потрібна програма Blender 3D. Вона відкриває можливість до детального опрацювання відеороликів. Користувач зможе обрізати і з'єднати відео, додати потрібні

переходи, впровадити незвичайні ефекти. Також програма дає змогу рендерити сцени за допомогою Cycles або Eevee.

Перевагами є безкоштовне програмне забезпечення для 3D-моделювання у галузі [7], широкий спектр функцій, що робить його придатним для різноманітних функцій візуальних ефектів та моделювання має колекцію доступних доповнень. Недоліком є інтерфейс користувача [8].

1.2.2 Autodesk Maya

Використовується для створення потужної 3D-графіки та активно застосовується в 3D-індустрії. Завдяки універсальному набору інструментів 3D-моделювання, анімації та рендерингу, це програмне забезпечення для 3D-моделювання дозволяє створювати реалістичний та плавний 3D-дизайн [8].

Поряд із візуальним програмуванням Bifrost, це один із найкращих варіантів програмного забезпечення для 3D-моделювання, що дозволяє створювати готові симуляції волосся, частинок та тканини, що значно спрощує процес анімації. Крім того, його універсальність вже є частиною пакету [9].

Це програмне забезпечення для моделювання дозволило нам перемикатися між центральним та графічним процесорами, що дозволило нам створювати розлогі та реалістичні 3D-світи, а також формувати 3D-об'єкти та сцени за допомогою інструментів моделювання в програмному забезпеченні Maya. Autodesk Maya працює на Windows, Linux та macOS [10].

Хоча Maya й дорога, вона чудово підходить для створення відео та анімаційних фільмів галузевого стандарту. А враховуючи широкий спектр функцій, вона може стати одним із найкращих варіантів для 3D-дизайну.

Якщо захоплюватися анімацією, то Autodesk Maya - це, безумовно, найкраще програмне забезпечення для 3D-графіки.

Будучи галузевим стандартом, що використовується в незліченних великих проєктах, програма багата професійними функціями для моделювання, текстурювання, рендерингу та багато іншого. Інструменти для створення та руху персонажів, а також для симуляції природних елементів, таких як вода,

вогонь, піщані бурі та вибухи. З цієї причини це часто програмне забезпечення для роботи з візуальними ефектами.

Maya тепер включає процедурні ефекти Bifrost, що дозволяють створювати складні елементи за допомогою динамічних вирішувачів. Після створення сцени та визначення ефектів доступний фотореалістичний рендеринг з використанням системи Arnold RenderView для реалістичних результатів.

Однак це означає, що Maya є надзвичайно сучасним інструментом. І її інтерфейс набагато менш зручний для користувача, ніж у 3ds Max. Тому це не просте програмне забезпечення для 3D-моделювання для початківців, а для професіоналів, які потребують створення на рівні Голлівуду.

Перевагами є видатні можливості для детального 3D-моделювання, рендерингу, анімації та затінення. Легкий у використанні для розробки складних 3D-моделей рідин. Використовувався для моделювання та рендерингу 3D VFX у великих голлівудських фільмах. Здатний до найкращого ригтінгу та анімації. Недоліками є досить дорого, може іноді виходити з ладу через велике навантаження, займає значний обсяг пам'яті [11].

1.2.3 Houdini

Houdini – це програма для 3D-анімації, розроблена SideFX. SideFX адаптувала Houdini на основі набору програмних інструментів процедурної генерації під назвою PRISMS. Орієнтація на процедурну генерацію відрізняє його від іншого програмного забезпечення для 3D-комп'ютерної графіки. Houdini створено для тих, які працюють у сфері 3D-анімації та візуальних ефектів у кіно, на телебачення, у відеоіграх та віртуальній реальності. Це 3D-програмне забезпечення об'єднує всі ці сфери в єдину потужну платформу [6].

IRender дозволяє ознайомись та краще зрозуміти, як використовується програмне забезпечення Houdini та як його застосовують у сфері віртуальної реальності. Houdini особливо підходить для художників візуальних ефектів з технічним досвідом. Початківці, які користуються цим програмним

забезпеченням, повинні мати певний досвід вивчення процедурного проєктування всіх його функцій.

Ключем до успіху з Houdini є його глибокі знання математики та алгоритмів. Технічні фахівці з досвідом програмування та математики дозволяє вивчити Houdini легше, ніж інші. 3D-програма дозволяє змінювати частини проєкту на будь-якому етапі процесу розробки. Також надає безкоштовну версію Houdini FX студентам. Більшість основних функцій програмного інструменту достатні для початківців. Програмне забезпечення з повним пакетом функцій для VFX-студій дозволяє створювати комп'ютерні ігри. Технічні дизайнери ігор, художники з візуальних ефектів використовують 3D-програмне забезпечення Houdini для створення сучасних анімованих персонажів і симульованих середовищ для них.

Ще одне популярне програмне забезпечення, що використовується в кіноіндустрії. Це програмне забезпечення використовується великими анімаційними студіями, такими як Walt Disney Animation Studios, Pixar, Double Negative, ILM і навіть Sony Pictures Imageworks.

Houdini пропонує універсальний набір функцій та охоплює всі основні сфери 3D-виробництва, як 3D-моделювання, анімацію, частинками, динамікою, рендерингом та освітленням. Використання волюметрії, композитинг та розробки плагінів, що дає 3D-дизайн набагато доступнішим та універсальнішим. Коли справа доходить до візуальних ефектів та симуляції, Houdini все ще виконує видатну роботу і навіть використовувався у фільмах «Крижане серце», «Фантазія 2000» та навіть «Ріо».

Програмне забезпечення для рендерингу може бути трохи дорогим, але якщо працювати з одним із найкращих варіантів програмного забезпечення для 3D-моделювання для відео та анімаційних фільмів галузевого стандарту, Houdini має бути вибором. Перевагами є одна з найпопулярніших програм у галузі, що використовується у великих голлівудських фільмах. Наймовірні можливості 3D-моделювання та рендерингу. Добре підходить для плавного 3D-моделювання, незважаючи на упереджені уявлення. Постачається з широким

вибором доступних плагінів. Недоліками є використання з високою ціною ліцензії, інтерфейс може бути заплутаним. Має стабільну криву навчання.

1.3 Сфери застосування 3D-графіки та моделювання

3D-моделювання використовується для формування багатьох речей, які ми бачимо у повсякденному житті. Від відеоігор до архітектури, ми всі, ймовірно, отримали користь від технології 3D-моделювання. Почнемо з визначення 3D-моделювання. 3D-моделювання – це процес створення тривимірних зображень об'єкта або поверхні.

3D-моделі створюються за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення для 3D-моделювання [13].

Під час процесу 3D-моделювання можна визначити розмір, форму та текстуру об'єкта. Процес працює з точками, лініями та полігонами для створення 3D-фігур у програмному забезпеченні [14].

3D-модель, по суті, складається з вершин, які об'єднуються, утворюючи сітку та діють як ядро 3D-моделі. Кожною точкою на моделі можна маніпулювати, щоб змінити її форму [15]. Використовуючи дані координат, програмне забезпечення визначає розташування кожної вертикальної та горизонтальної точки відносно опорної точки [16].

Найпоширеніший спосіб почати створювати 3D-модель – це почати з базової форми – куба, коробки, сфери або будь-якої іншої. З початкової форми можна почати формувати та вдосконалювати її до бажаного рівня [17].

Багато галузей використовують 3D-моделювання для низки проєктів; ймовірно, існує безліч 3D-модельованих предметів, які ми використовуємо, навіть не усвідомлюючи цього. З 3D-моделюванням можливості безмежні. Це справді універсальний засіб, який можна використовувати для різних галузей.

Деякі поширені способи використання 3D-моделювання, найвідомішим використанням 3D-моделювання є розробка ігор. 3D-моделі використовуються для створення персонажів, сеттингу, реквізиту та цілих світів у відеоіграх.

Ключем до будь-якої гарної гри є занурення, а 3D-моделювання — чудовий спосіб створити захопливий досвід [18].

3D-моделювання особливо важливе у світі ігор віртуальної реальності, що є надзвичайно захопливою галуззю. Ігри віртуальної реальності повністю занурюють у ігровий досвід, створюючи цілі тривимірні світи. Цілком логічно, що 3D-друк був би неможливим без 3D-моделювання. 3D-друк дозволяє 3D-моделям перетворюватися на фізичні об'єкти, які можна використовувати для будь-чого [19]. Це набагато більше, ніж просто мініатюрні фігурки та іграшки з домашніх принтерів, існує безліч корисних способів використання 3D-друку. 3D-друк часто використовується в охороні здоров'я, що має життєво важливий вплив. Його використовували для виготовлення протезів та імплантів на замовлення, а також для створення анатомічно правильних моделей для планування хірургічних втручань [20]. Ще одним поширеним використанням 3D-моделювання є архітектура. 3D-моделювання дозволяє архітекторам планувати нестандартно, а обравши вручну креслення будівельних планів. З розвитком технологій ми тепер можемо створити тривимірне зображення будівлі ще до її повного зведення [21].

Це надзвичайно корисно для уявлення про кінцевий продукт під час презентацій або для інших зацікавлених сторін. 3D-моделювання може виявити потенційні проблеми з конструкціями будівель, які не могли бути показані на 2D-планах, і є ключовим для сучасного проектування будівель [22].

Щойно є 3D-модель, її можна повністю налаштувати та анімувати, що дуже зручно для анімації. Аніматори використовують 3D-моделі для чистого, безшовного ефекту під час створення фільмів та телешоу. Протягом усього процесу 3D-моделювання використовується для створення декорацій, персонажів, реквізиту та багато іншого. Більшість анімаційних фільмів використовують програмне забезпечення для 3D-програмування. Однак, здатність до анімації не є винятковою лише для анімації. Це також зручно для створення спецефектів у фільмах, серед іншого [23].

Багато продуктів, які ми бачимо навколо себе у повсякденному житті, певною мірою потребують 3D-моделювання. Створюючи віртуальну 3D-модель

вашого продукту до його фізичного створення, ми можемо виявити будь-які помилки та відповідно скоригувати продукт [24]. Навіть можливість побачити розмір об'єкта відносно інших продуктів може суттєво вплинути на виробничий процес. Це також корисно для презентації, оскільки можна демонструвати під кутом 360 градусів, що дозволяє зацікавленим сторонам повністю уявити кінцевий результат. Це також менш марнотратно, ніж створення зразків та багаторазове виготовлення макетів продукції, а екологічний дизайн продукту – це чудовий крок у правильному напрямку [26].

З таким великим потенціалом та різноманітністю 3D-моделювання, існує однаково широкий вибір відповідного програмного забезпечення. Програмне забезпечення для 3D-моделювання пропонується в різних цінових діапазонах, призначене для різних цілей і має унікальні функції [27]. Давайте заглибимося в деякі приклади програмного забезпечення для 3D-моделювання:

Blender – це програмне забезпечення для 3D-моделювання з відкритим кодом, яке можна завантажити безкоштовно. Це місце для початку 3D-моделювання, і його можна використовувати для різних середовищ. Деякі поширені способи використання Blender включають візуальні ефекти, анімацію та 3D-друк моделей [28]. Він підтримує майже всі аспекти 3D-моделювання, тому він чудово підходить, щоб працювати над різними проєктами [29].

Таблиця 1.1 – Застосування 3D-редакторів у різних галузях

За галузями застосування					
Інженерного проєктування	Створення архітектурних моделей	Проектування меблів, інтер'єру	Кінематографії, мультиплікації	Розробки комп'ютерних ігор	Універсальні 3D-редактори
AutoCAD	SketchUp	PRO100	Cinema 4D	Unity	3DStudio MAX
nanoCAD free	3DStudio MAX	Sweet Home 3D	Autodesk Maya		MODO
SolidWorks			Houdini		Blender
LEGO Digital Designer					

Тривимірна графіка, або 3D-графіка, – це розділ комп'ютерної графіки, який вивчає методи та засоби створення зображень просторових об'єктів з використанням комп'ютерних програм [30].

Просторова модель об'єкта (тривимірна, або 3D-модель) призначена для того, щоб на екрані комп'ютера можна було розглядати деталі об'єкта з різних боків. Тривимірне моделювання – процес створення 3D-моделей [31].

3D-зображення – плоскі зображення тривимірних об'єктів, створені на основі просторових моделей. Особливості 3D-зображень:

- забезпечена просторова перспектива, тіні, відблиски та інші світлові ефекти;
- відтворено особливості поверхонь (шорсткість, нерівність, пухнастість тощо).

Таблиця 1.2 – Програми за призначенням у роботі з 3D-моделями

Призначення	Перегляд 3D-моделей	Створення 3D-моделей (3D-редактори)	Візуалізація 3D-об'єктів
Програми та додатки	3D-моделі (додаток Windows 10)	Blender	V-Ray
	Word / PowerPoint (Office 2013+)	3D Builder	RenderMan
	Веб-додаток Model-Viewer	TinkerCAD	Sunflow
		SketchUp	
		Paint 3D	

3D-анімація – анімоване 3D-зображення, створене з послідовності тривимірних зображень та моделюється рух об'єктів або їхніх частин [32].

Сфери застосування тривимірного моделювання:

- інженерне проєктування;
- архітектура;
- освіта та наука;
- кінематографія та мультиплікація;
- комп'ютерні ігри;

- 3D-друк та ін..

3D-модель будується з тривимірних примітивів – об’ємних і плоских геометричних тіл, які отримали узагальнену назву меш (сітка). Кожен тривимірний примітив – елемент мешу може бути описаний математично [33].

Основні тривимірні елементи:

- Плоскі – квадрат і коло;
- Об’ємні – куб, сфера, циліндр, конус, тор.

Поверхня 3D-моделі об’єкта розділяється на невеликі плоскі ділянки – грані, що мають форму багатокутника (переважно трикутники та чотирикутники). Грань обмежена відрізками – ребрами. Кожне ребро має дві вершини. Перетворення, що можуть виконуватись над елементами 3D-моделі:

- переміщення всього об’єкта або окремих вершин, ребер, граней;
- поворот;
- масштабування (змінення розмірів) та ін.

Основні властивості 3D-моделей:

- кількість вершин, ребер і граней, їх розташування на поверхні моделі;
- види матеріалів, які покривають поверхню.

1.4 Вибір середовища для розробки

Blender — це популярне програмне забезпечення САПР, яке люди використовують для створення унікальних і детальних дизайнів, але люди цікавляться, чи підходить Blender для 3D-друку. Blender – це інструмент для створення 3D-графіки з відкритим вихідним кодом, що підтримується щедрою спільнотою розробників та користувачів, та безкоштовний для особистого та комерційного використання.

Blender відрізняється тим, що надає весь конвеєр від моделювання, ригінгу, анімації, симуляції, рендерингу, композитингу та трекінгу руху до відеомонтажу. У ньому навіть є конвеєр 2D-анімації, якщо вам потрібно комбінувати 2D-елементи із 3D-моделями. Аспект конвеєризації цього

інструменту ідеально підходить для командної роботи, коли художники можуть працювати над своєю частиною сцени, а потім спостерігати, як вона поєднується з елементами, створеними іншими [10].

Оскільки це програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, велика спільнота розробників працює над розширенням його функціональності з часом. Проте незалежність Blender від великих компаній та її залежність від підтримки спільноти означають, що не завжди будуть регулярні оновлення та своєчасні виправлення помилок.

Незважаючи на це, розробка продовжується швидкими темпами, щоб зберегти Blender найкращим програмним забезпеченням для моделювання, 3D-друку та багато іншого. Однією з функцій є рендеринг у реальному часі з використанням двигуна Eevee, що скорочує розрив між тим, що було можливо раніше реального часу, та ефектами, які вимагали виключно автономної обробки. Це може бути не найпростіше у використанні програмне забезпечення для 3D-моделювання, але як безкоштовна програма для Windows, Mac та Linux це добрий початок для новачків.

Blender можна використовувати для 3D-друку. Зокрема, його можна використовувати для розробки моделей, призначених для 3D-друку, оскільки не можна 3D-друкувати безпосередньо з Blender. Ключ до створення придатних для друку моделей полягає в тому, щоб переконатися, що вони не містять помилок, які можуть перешкодити процесу друку, і мати можливість експортувати їх як файли STL (*.stl). Обидві умови можна виконати за допомогою Blender. Отримавши файл STL, імпортувати його в програмне забезпечення для нарізки (наприклад, Ultimaker Cura або PrusaSlicer), ввести параметри принтера та надрукувати модель на 3D.

Blender добре підходить для 3D-друку, оскільки дає можливість створювати високо деталізовані моделі та скульптури безкоштовно, якщо є певний досвід. Використовувати Blender для 3D-друку, деяким початківцям подобається це програмне забезпечення, але воно потребує певного навчання.

Популярна програма Blender має гнучкий та інтуїтивно зрозумілий процес моделювання, який може допомогти створювати органічні та складні

форми, хоча це може бути не найкращим вибором, коли мова йде про більш жорсткі моделі, такі як механічні частини для інженерних виробів. Цей тип моделювання також може призвести до деяких проблем, як-от непроникні сітки, неоднорідна геометрія (геометрія, яка не може існувати в реальному світі) або моделі, які не мають належної товщини.

Усе це завадить правильному друку вашої моделі, однак Blender містить функції, які допоможуть перевірити та виправити ваш дизайн перед експортом у файл STL. Blender може імпортувати, змінювати та експортувати файли STL.

Після зміни режиму «Об'єкт» на режим «Редагування» можна використати інструментарій 3D Print Toolkit, щоб перевірити наявність виступів, невідповідної товщини стін або нерозрізненої геометрії та виправити ці проблеми для забезпечення плавного друку.

Моделювання органічних, складних або скульптурних моделей, Blender є одним із найкращих варіантів на ринку, не кажучи вже про те, що він безкоштовний. Ці моделі також можна успішно надрукувати на 3D [38].

1.5 Висновок до першого розділу

Метою проєкту є створення унікального аніме-персонажа з детально опрацьованими зовнішніми характеристиками, характером, біографією та визначеною роллю в умовному сюжеті, з урахуванням стилістики обраного жанру та художніх традицій фоллаут. У процесі реалізації проєкту передбачається виконання низки завдань. По-перше, необхідно провести дослідження жанрових особливостей фоллаут, типових архетипів персонажів, а також візуальних стилів. Далі потрібно визначити жанр і сеттинг майбутньої історії, в якій діятиме персонаж, обравши часовий період, просторове оточення та загальний настрій. На основі цього формується концепція персонажа: його ім'я, вік, стать, расова належність (наприклад, людина, демон чи штучний інтелект), риси характеру, сильні та слабкі сторони, внутрішні конфлікти й мотивації. Наступним етапом є створення візуального образу персонажа, що включає ескізи або ілюстрації зовнішності, опрацювання деталей одягу,

зачіски, аксесуарів і кольорової палітри. Крім того, слід описати біографію персонажа, розкрити ключові події його життя, минуле та зв'язки з іншими персонажами. Важливим є також визначення його ролі у сюжеті — головного героя, антагоніста чи другорядного учасника подій. Після цього виконується оцінка відповідності персонажа обраному жанру та цільовій аудиторії. Завершальним етапом є підготовка презентаційних матеріалів, які містять текстовий опис, графічні елементи та, за можливості, створення анімаційного або 3D прототипу персонажа в спеціалізованих редакторах.

РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ ПЕРСОНАЖА «SCAVENGER KNIGHT»

2.1 Аналіз ідеї персонажа

Аналіз ідеї персонажа Максимуса у всесвіті Fallout передбачає врахування його ролі в сюжеті, належності до однієї з ключових фракцій та внутрішнього конфлікту, що формує його характер. Максимус — молодий ініціат братства Сталі, організації, яка вважає себе єдиним захисником технологічної спадщини людства, що зображено на рисунку 1. Його образ уособлює традиційні цінності Братства — дисципліну, відданість, культ сили та знання, водночас виявляючи особисті сумніви й прагнення знайти власне місце у світі пустки.



Рисунок 2.1 – Приклад зображення Максимуса

Жанрово Максимус — типовий представник постапокаліптичної мілітаристської структури, але з елементами драматизму та внутрішньої трансформації. На початку історії він зображується як фанатично відданий справі Братства, але поступово починає ставити під сумнів суворі накази, жорстокість і однобічність ідеології. Цей злам і формує головну вісь його

розвитку. Візуально персонаж вирізняється в силовій броні — символі статусу та влади Братства Сталі. Його обличчя, однак, ще юне, майже недосвідчене, що контрастує з його суворим бойовим обладнанням. Такий контраст посилює відчуття внутрішньої боротьби: за бронею ховається людина, яка ще не втратила моральних орієнтирів.

Характер Максимуса — це поєднання внутрішньої дисципліни та душевної боротьби. Він хоробрий, але не бездумний; готовий виконувати накази, але з часом виявляє схильність до критичного мислення. Його сильні сторони — рішучість, фізична підготовка, здатність приймати складні рішення. Водночас слабкі сторони — недостатній життєвий досвід, емоційна вразливість, сумніви щодо справжньої справедливості дій Братства.

Мотивація Максимуса змінюється протягом сюжету: спочатку це прагнення заслужити повагу, піднятися по ієрархії та довести свою цінність. Але після зіткнення з жорстокими реаліями пустки й особистими втратами його мотивація трансформується у пошук істини, морального компасу та розуміння, чи можна бути вірним організації, не зраджуючи самого себе.

Його біографія включає типовий шлях ініціата: виховання у структурованому середовищі Братства, суворе навчання, перші бойові операції. Водночас у його минулому — втрата близьких, що підштовхує його до особистих переосмислень. Його стосунки з наставниками, іншими ініціатами й мешканцями пустки створюють поле для конфліктів, вибору і зростання [40].

Емоційна динаміка персонажа проявляється у поступовому зростанні: від сліпої віри в ідеали до більш зрілого, виваженого розуміння складності світу. Він не стає бунтівником, але й не залишається сліпим виконавцем — він обирає власний шлях у межах фракції або поза нею.

Символічно Максимус уособлює конфлікт між особистою мораллю та колективною ідеологією, боротьбу молодості зі старими порядками, прагнення до справжнього героїства в умовах, де межа між добром і злом стерта. Його образ викликає емпатію в гравця або глядача, адже він постає не як ідеальний герой, а як людина, що помиляється, страждає і росте.

Таким чином, персонаж Максимуса є одним із найбільш емоційно обґрунтованих і морально складних образів у всесвіті Fallout, ідеально втілюючи тему вибору в постапокаліптичному світі. Натхнення та талант – це слова, які зазвичай вимовляють люди, що цінують роботу митця. Проте, ці якості не існують і є лише порожньою оболонкою, яку використовують деякі так звані митці, щоб захистити себе від будь-якої критики.

Тож як ми можемо створювати мистецтво, якщо в процесі немає таланту чи натхнення. Відповідь досить проста і водночас надзвичайно складна: наполеглива праця та зростаюче розуміння навколишнього світу.

Від найпростішого завдання малювання кола до складних моделей, з достатньою практикою досягти бажаних результатів. Розуміння анатомії та пропорцій людини є ключовим, щоб створити гарного 2D/3D персонажа. Краса розуміння внутрішнього функціонування полягає в тому, що можна по-справжньому виражати свою особистість, проєктувати своє бачення світу та в процесі розширювати свій всесвіт. Розробка персонажа – це ідеальний приклад творення на дуже особистому рівні, і наступний стилізований дизайн персонажа було відтворено за допомогою концепції персонажа

Перший і найважливіший крок у створенні концепції персонажа – це створення світу, що стоїть за персонажем. Він повинен мати особистість, іншими словами, він має бути живим. Для цього виконано виліпити стилізованого персонажа. Лицар, який, незважаючи на свої падіння, продовжує підніматися і ніколи не здається. У багатьох аспектах натхненням для його особистості став серіал та однойменна комп'ютерна гра «Фоллаут».

Наступним кроком у процесі творчості є збір натхнення та довідкових матеріалів. Цей крок є обов'язковим для кожного тривимірного розробника, від початківців до навіть титанів індустрії. Уникнення цього кроку обмежує творчий потенціал і позбавляє можливості розширити загальні знання.

Спрямований на розширення бачення та спосіб використання ідей. Посилання використовуються для інформування дизайну, для включення їх у модель, а матеріали для натхнення використовуються для створення стилю, тону та загального відчуття моделі. Для посилань використано багато

зображень з Fallout, що зображено на рисунку 2.2, починаючи від персонажів і закінчуючи суттю цього постапокаліптичного світу. Для натхнення знайдено дизайн персонажів від різних сайтів, щоб краще підкреслити тон, щоб реалізувати персонажа.



Рисунок 2.2 – Приклад дизайну персонажа «Фоллаут»

Створити концепцію стилізованого поста апокаліптичного персонажа, довелося опанувати набір візуальних правил, зосереджених переважно на дуже делікатній темі: спотворенні пропорцій. Пропорції персонажа можуть як зробити модель успішною, так і зіпсувати її, особливо коли йдеться про моделі людини. З одного боку, створення стилізованої анімаційний герой вимагає гри з пропорціями для досягнення бажаного відчуття, але водночас їх порушення може створити небажані ефекти.

Остання фундаментальна ідея та фактичний процес створення полягає в тому, щоб зосередитися на ітерації, а не на фіналізації. Достатньо наголосити, наскільки важливо створити достатню кількість чорнових концепцій і ніколи не зосереджуватися лише на моделюванні однієї. Виділено близько кілька годин на одну чорнову концепцію/ескіз. Рівень деталізації та унікальні елементи трьох чорнових концепцій перевершають будь-яку окрему модель, створену за той самий час. Складну модель, потрібно фрагментувати роботу на невеликі частини та почати вибудовувати їх у логічний порядок. У галузі (візуальні

ефекти та ігри) існує набір рекомендацій та кроків, які можуть значно підвищити якість і швидкість роботи.

Отже, почнемо з першого: кутів. Важливість посилань та натхненного контенту. Особливо у випадку з посиланнями важко зрозуміти всі елементи та перенести їх у свою роботу. Саме тут на допомогу приходять кути. Аналізуючи та створюючи лінії потоку, можна визначити орієнтири та обвести їх рамкою, щоб створити каркас, який допоможе вам у процесі створення.

Наступний крок представлений взаємозв'язками. Дуже часто, особливо в моделях людини, можна отримати критику щодо пропорцій персонажа. Помилки у моделі, які виникають через те, що елементи фігури не враховують взаємозв'язок з іншими компонентами. Тому, модифікація фігури впливає на інші елементи моделі, та внесено необхідні корективи. Зосереджено на збереженні співвідношення між нижньою та верхньою частинами рук, а також з верхньою та нижньою частинами ніг. У тому ж типі обрано коротшу загальну довжину ніг порівняно з верхньою частиною тіла та перебільшений розмір голови. Поперечний переріз – це термін, який багато людей пов'язують з медичною галуззю, але це об'єм, який створено. Поперечний переріз форми, особливо якщо він спускається вздовж такої форми, як рука, нога чи тулуб, впливає на роботу з формами.

Останнім елементом ARCH є ієрархія. У традиційному ліпленні, де блокування форми від великих до малих і перевіряєте їх на кожному кроці, те саме потрібно робити і для цифрового ліплення. Починати моделювати і одразу зосереджуються на дрібних деталях, не створюючи міцної основи. Без міцної структури всі ці деталі просто викидаються туди без жодної мети і навіть підсилюють низьку якість моделі.

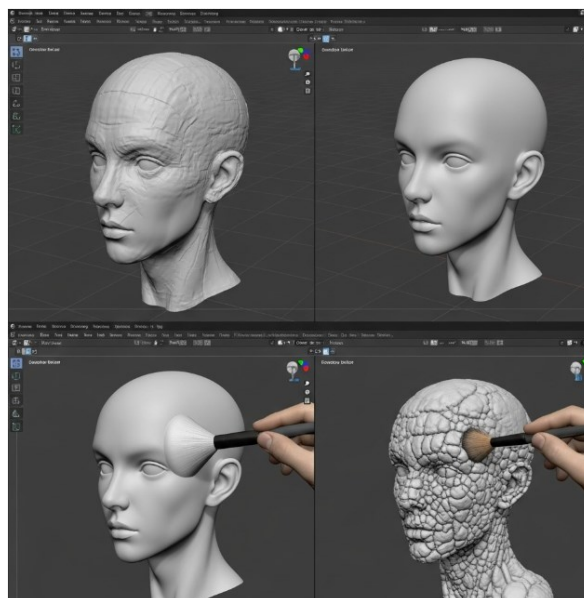


Рисунок 2.3 – Приклад ліплення, де блокування форми від великих до малих

Крапля, потворність, модель та деталі Процес ліплення персонаж. Використано Blender, якими зроблено чотири етапи, які необхідно пройти для створення концептуальної моделі.

Спроба перестрибнути через один або декілька з них означає гірше розуміння процесу розробки концепції та, звичайно, обмежує у досягненні бажаних результатів. Щоб краще візуалізувати ці кроки, використано більше одного підінструменту, полігрупи та зосереджено на хорошій топології.

Перший крок – це блов (крапля) кожен грубу концепцію з простої сфери та створювати ліплення звідти. Це чудовий спосіб для вільного ліплення, але він так само хороший, коли у є чітка ціль. Це крок, де є повна свобода експериментів, і слід погратися з нею, поки не дійдете до наступного кроку – потворного. Найбільше розчарування та відчаю. Є базова форма, ідея, яку потрібно виконати, але все не на своєму місці, і це виглядає неправильно та потворно. Крок за кроком виправлено та налаштовано, доки не отримано бажану загальну форму та не досягнете стадії моделі.

На цьому пізньому етапі є майже повна концепція, готова до презентації, і більша частина роботи зосереджена на налаштуванні пропорцій, форм, додаванні остаточних структурних елементів до останнього етапу – деталей.

Деталі – це етап, на якому додано завершальні штрихи та краще втілено дизайн у персонажа. Це етап, над яким хочеться працювати, але водночас саме на ньому можна по-справжньому вдосконалити або ж покращити свою модель. Дуже важливим елементом є розуміння того, що цей етап не повинен існувати в ескізах. З початку крок за кроком ліплено його навколо ідеї створення. Важливо розуміти, що перш ніж дійти до завершального етапу (деталі) процесу моделювання, ваш персонаж має бути живим [42].

Завершальні штрихи, які показують ким є персонаж, тобто елементи з їхнім розміром для стилізованого вигляду. На завершальному етапі моделювання виражено ідею, що він лицар – майбутнього.

2.2 Візуалізація персонажа

Візуальний образ персонажа повністю відповідає атмосфері постапокаліптичного світу Fallout. Основним елементом екіпірування є потужна силова броня з характерним сірим металічним відтінком, що має численні подряпини, вм'ятини та сліди іржі — свідчення бойового досвіду й часу, проведеного в пустці. Силует персонажа масивний, упізнаваний і легко читається навіть на відстані, що особливо важливо для ігрового процесу. Завдяки чітким формам і контрастним елементам, герой не губиться серед оточення й виглядає цілісно навіть у динамічних сценах.

На лівому плечі броні зображено символ Братства Сталі — шестерня з мечем і крилами — що підкреслює його вірність фракції. Поверх броні прикріплені додаткові елементи: шкіряні ремені, підсумки з інструментами, аптечка, а також стара фотографія, захищена в прозору капсулу — єдина пам'ять про минуле. Ці деталі не лише створюють глибину образу, а й підсилюють його емоційний компонент. Його незмінний супутник — лазерна гвинтівка — є важливою частиною ідентичності героя, додаючи відчуття особистої історії.

Кольорова палітра приглушена та витримана в постапокаліптичній естетиці: домінують відтінки сірого, темно-зеленого, коричневого та іржавого

металу. Для створення контрастів використовуються незначні акценти червоного (наприклад, на індикаторах або знаках), які привертають увагу гравця до ключових елементів спорядження. Такий підхід забезпечує візуальну збалансованість, не перевантажуючи загальну композицію.

На ранньому етапі розробки персонажа було опрацьовано кілька варіантів дизайну. Експериментували з типом броні — повністю закритою чи частково відкритою, а також з різними конфігураціями озброєння. Деякі варіанти включали шолом із повністю затемненим візором, інші — відкриту голову з шрамами й механічними вставками, що підкреслювали бойове минуле. Зрештою було обрано компромісний варіант, де обличчя частково видно — це дозволяє гравцеві співпереживати герою, водночас зберігаючи атмосферу загрози та витривалості. Міміка персонажа стримана, але промовиста. Вираз обличчя передає втому, спокій і внутрішню рішучість. Очі зосереджені, погляд спрямований уперед — це досвідчений боєць, який бачить мету й готовий до дії. Типова поза — впевнене стояння з легким нахилом корпусу вперед, руки біля зброї, ніби завжди наготові. У моменти діалогу поза змінюється на більш розслаблену, але зберігає відтінок пильності [43].

Під час створення візуального стилю персонажа використовувалися численні візуальні референси: матеріали з оригінальної серії Fallout, а також проєкти в стилі Mad Max, Metro 2033 і роботи концепт-художників, таких як Paul Richards і Ben Mauro. Їхній підхід до деталізації, колористики й створення впізнаваних силуетів суттєво вплинув на остаточний образ.

Існує межа між вдалою деталізацією та її надмірністю. Часто трапляється, що при моделюванні твердих поверхонь зосередженість на складності форм, плавності переходів та органічності призводить до перевантаження об'єкта, не залишаючи простору для «візуального дихання». Деталі, додані без врахування пропорцій, масштабу й функціональності, можуть виявитися гіршими за легку спрощеність. У цифрових скульптурах, зосереджених на реалізмі, часто маскуються анатомічні недоліки надлишком високочастотних деталей. Так, зморшки, вени й пори не здатні компенсувати відсутність анатомічної точності. Наприклад, якщо великі грудні м'язи неправильно з'єднані з плечовою кісткою,

то вся модель втрачає функціональність. У стилізованому моделюванні ситуація подібна: кожна форма повинна бути переконливою та вписуватись у загальну композицію. Важливо, щоб кожен елемент мав візуальну вагу й сприяв розкриттю образу, а не конкурував з іншими деталями.

У процесі створення концепту важливо дотримуватись модульного підходу: модель повинна бути гнучкою для майбутніх змін і адаптацій. Остаточна концепція має бути структурована, включати окремі частини та полігрупи — це спрощує подальшу ретопологію й виділення низькополігональної геометрії. Не менш важливо адаптувати модель під різні платформи — мобільні, консольні, ПК — враховуючи специфіку кожної. Створення ігрового або CGI-готового персонажа передбачає не лише художню частину, а й технічну реалізацію, що потребує постійного вдосконалення. Концепт перестає бути статичним завершенням: у процесі розробки модель змінюється, і завдання концепт-художника — супроводжувати її трансформацію та вирішувати проблеми, які виникають [44].

У результаті створено образ, що гармонійно поєднує мілітаризм із глибокими особистими рисами — скромністю, рефлексією, прагненням до морального самовизначення. Це не просто боєць у якому він існує.

2.3 Технічна реалізація

3D-моделювання стало важливим у різних галузях, включаючи архітектуру та кіно анімацію, а також в інформаційних технологіях.

Підкреслюючи зростання впровадження 3D-моделювання в різних галузях, експерти прогнозують 16% зростання індустрії 3D-моделювання до 2032 року. Blender — це популярна програма для 3D-моделювання, відома своєю простотою використання та багатьма функціями. Основи, включаючи встановлення, навігацію та додаткові ресурси для навчання.

Програмне забезпечення Blender з відкритим вихідним кодом має кілька безкоштовних інструментів для створення 3D-графіки та анімаційних дизайнів. Набір функцій Blender підтримує створення 3D-дизайнів, включаючи

модельовання, композитинг, відстеження руху та розгортання. Blender було створено з використанням мови програмування Python. Програмне забезпечення автоматично генерує та зберігає еквівалентний код Python, коли створюються дизайн у застосунку. Можна завершувати свої проєкти в додатку та інтегрувати коди в інші середовища програмування або програмне забезпечення. Потім можна автоматизувати розгортання повторюваних моделей, повторно використовувати моделі та маніпулювати своїми проєктами в режимі реального часу, кодуючи більш специфічні функції [51].

Набір функцій Blender робить програмне забезпечення актуальним для професіоналів у різних галузях, включаючи створення відео- та графічного контенту, кіновиробництво, візуалізацію даних та розповідь історій.

Розглянуто деякі повсякденні застосування Blender у різних творчих сферах. Blender зазвичай використовується для 3D-модельовання, яке передбачає створення тривимірного представлення об'єкта або сцени за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Моделі імітують та фіксують форму та зовнішній вигляд реальних об'єктів, відтворюючи їх у цифровому вигляді. Blender особливо популярний для створення лоуполігональних моделей, тобто 3D-моделей з відносно невеликою кількістю полігонів. Вони широко використовуються в розробці ігор та рендерингу в реальному часі завдяки своїй ефективності.

Хоча 3D-модельовання в першу чергу асоціюється з 3D-художниками, його застосування в різних галузях робить його актуальним і для інших професіоналів. Наприклад, архітектори, дизайнери продуктів та декоратори інтер'єрів можуть використовувати технологію модельовання Blender для створення 3D-моделей, які візуалізують їхні проєкти.

Вчені також можуть використовувати Blender для додавання більшої функціональності до своїх моделей візуалізації даних та передачі складних ідей. Медики використовують Blender для створення візуалізацій людського тіла та різних медичних процедур. Розширені інструменти модельовання Blender дозволяють художникам створювати складні та реалістичні об'єкти й персонажів для фільмів і відео за допомогою фізично обґрунтованого

рендерингу (PBR). Його вбудована система частинок і фізичний двигун також можуть створювати реалістичні ефекти диму, вогню та інші спецефекти. Ще однією важливою особливістю Blender є його вбудована можливість композиції та відеомонтажу. За допомогою Blender можна створювати композити з кількох 3D-елементів та відеоматеріалів, налаштовувати колір та виконувати інші завдання пост-обробки для створення професійних візуальних ефектів.

Він також має передові технології композитингу та спеціальних ефектів, такі як розмиття руху, глибина різкості та ефекти світіння. Завдяки відстеженню камери можна додавати 3D-елементи до відеоматеріалів у реальному часі для компоновання візуальних ефектів.

Використання Blender для ліплення та 3D-друку. Його функція ліплення дозволяє точно контролювати форму та вигляд 3D-моделей, створюючи високодеталізовані та реалістичні об'єкти. Програмне забезпечення пропонує різноманітні пензлі та інструменти, такі як можливість моделювання з динамічною топологією. Ця техніка адаптує роздільну здатність сітки під час роботи, що забезпечує ефективніший робочий процес [52].

Сітка — це структура, що складається з взаємопов'язаних точок і ліній у 3D-графіці. Вона використовується для представлення поверхні об'єкта. Сітку можна налаштовувати та маніпулювати нею для створення різних форм, а її роздільну здатність можна збільшувати або зменшувати для досягнення бажаного рівня деталізації. У програмному забезпеченні для 3D-моделювання сітка використовується для визначення геометрії 3D-об'єкта; її можна моделювати, текстурувати та анімувати, щоб оживити графіку.

Blender має низку інструментів для 3D-друку, включаючи допомогу у створенні опорних конструкцій. Він також сумісний з багатьма 3D-принтерами, що дозволяє виконувати 3D-друк прямо з програмного забезпечення.

Blender також може експортувати 3D-моделі в різні формати файлів, сумісні з програмним та апаратним забезпеченням для 3D-друку, включаючи стереолітографію (STL). Переваги 3D-моделювання в Blender має універсальні та комплексні функції, які роблять платформу корисною в кількох творчих сферах. Переваги створення 3D-моделей у Blender.

- Безкоштовний та з відкритим вихідним кодом. Blender можна безкоштовно завантажити та використовувати, а його вихідний код відкритий для громадськості, тобто можна налаштовувати та змінювати його відповідно до потреб. Це робить його доступним для багатьох, включаючи студентів, аматорів та невеликі студії. Blender має кросплатформну сумісність і доступний для комп'ютерів Windows, Mac та Linux.

- Високоякісні функції. Blender має ряд передових технологій моделювання, текстурювання, освітлення та анімації, які можна знайти в дорожчому програмному забезпеченні. Він може виконувати широкий спектр завдань і дозволяє створювати дуже деталізовані та реалістичні 3D-моделі.

- Безліч навчальних посібників і ресурсів. Blender має активну, підтримуючу спільноту користувачів, які діляться знаннями, навчальними посібниками та ресурсами онлайн, що доступна велика кількість інформації, якщо потрібно навчитися користуватися програмним забезпеченням.

- Неруйнівне моделювання. Функції моделювання Blender працюють неруйнівним способом, що дозволяє змінювати моделі на будь-якому етапі без постійної зміни базової геометрії. Це надає процесу моделювання гнучкості.

- Широкі можливості доповнень та скриптів. Blender надає можливості скриптів через Python, що означає, що можна використовувати скрипти для автоматизації повторюваних завдань, дублювання моделей або створення власних інструментів.

- Широкий вибір форматів експорту. Blender підтримує експорт у різні формати файлів, включаючи DAE (COLLADA), glTF, FBX та ABC (Alembic), що спрощує використання моделей Blender в іншому програмному забезпеченні або ігрових рушіях.

Ефективне 3D-моделювання в Blender ґрунтується на оптимізації робочих процесів та використанні інструментів, що дозволяють створювати якісні моделі в найкоротші строки. У цьому розділі ми розглянемо основні техніки та підходи, які допоможуть вам досягти професійного рівня [53].

Модифікатори — це один із найпотужніших інструментів Blender, що дозволяє автоматизувати процес моделювання. Наприклад, модифікатор Bevel

дає змогу створювати гладкі та реалістичні краї, що є важливим для моделей, які потребують високого рівня деталізації. Subdivision Surface дозволяє додавати полігони для згладжування об'єкта, що особливо корисно при роботі з органічними формами. Модифікатор Mirror значно прискорює роботу з симетричними об'єктами, автоматично відображаючи зміни з одного боку на інший. Використання цих інструментів не лише економить час, але й дає змогу зосередитися на творчій частині процесу. Чиста топологія є критично важливою для створення моделей, які ефективно використовуються в анімації та відеоіграх. Основне правило — уникати трикутників та багатокутників (N-гранників) в критичних зонах, таких як суглоби персонажів або ділянки з високими деформаціями. Якщо ваша модель має складну сітку, наприклад, після скульптингу, ретопологія допоможе виправити ці проблеми.

Інструменти, такі як Shrinkwrap Modifier, а також функції для ручної ретопології, дозволяють створювати рівні та контрольовані сітки. Якщо бажаєте більше зануритись у цю тему, зверніть увагу на курси з Blender-у, де детально розглядаються ці та інші процеси. Скульптинг у Blender відкриває величезні можливості для створення унікальних форм і деталей. Почніть із низькополігональної базової моделі та поступово додавайте складність за допомогою Dynatopo або Multiresolution Modifier. Використовуйте кисті, такі як Clay Strips, Crease та Smooth, щоб підкреслити форму та створити дрібні деталі. Для уникнення перевантаження сцени працюйте з окремими частинами моделі, а потім об'єднуйте їх на фінальному етапі. Це дозволить зробити процес моделювання в Blender ефективнішим і більш приємним.

Освоєння цих технік дасть змогу створювати високоякісні моделі, які відповідатимуть вимогам як особистих, так і комерційних проєктів. Для досягнення високої продуктивності та якості в роботі з Blender. Застосовувати ефективні методи організації, співпраці та завершення проєктів. Ось кілька перевірених порад, які допоможуть вам працювати на професійному рівні.

2.4 Висновки по проєктній частині

Під час виконання проєктної частини було розроблено повноцінну 3D-модель аніме-персонажа із використанням сучасних функцій програмного забезпечення Blender. У процесі реалізації було опрацьовано всі основні етапи тривимірного моделювання: від первинного блокування форм до остаточного рендингу. Особливу увагу було приділено ефективному використанню модифікаторів, побудові правильної топології та впровадженню арматурної системи, яка забезпечує правдоподібну деформацію об'єкта під час анімації.

За допомогою модифікаторів, побудовано правильно топологію, яка забезпечила реалістичну моделі для анімації. Для персонажа були застосовані ключові кадри та інструменти управління позами, що дозволило створити просту, але виразну анімацію. Завдяки використанню Blender вдалося поєднати усі етапи розробки – від скульптингу до текстурвання – що значно підвищило зручність роботи та якість фінального результату. Здобутий досвід свідчить про те, що Blender є засобом для реалізації творчих проєктів у сфері 3D-моделювання та анімації, у тому числі для створення персонажів у стилі фоллаут. Окрім технічних аспектів, важливо підкреслити, що робота над 3D-проєктом – це системний тривалий процес навчання та вдосконалення.

Незалежно від поточного рівня умінь створення стилізованої концепції персонажа, найважливіше розвиватися, виправляти помилки та прагнути до вищого рівня майстерності у розробці 3D. Тривимірне моделювання охоплює різні напрями: створення персонажів, моделювання середовища, анімація, текстурвання тощо. 3D-моделіст персонажів, 2D-моделіст середовища, 3D-аніматор – це все названо, де потрібно проєктувати в тій чи іншій мірі.

Blender відкриває широкі можливості для 3D-моделювання, пропонує безмежні можливості для створення захопливих 3D-персонажів. Початкова концепція – це ключовий етап: вона задає стиль, пропорції та настрої майбутнього персонажа. Початкова концепція – це ключовий етап: вона задає стиль, пропорції та настрої планованого персонажа «Scavenger Knight».

Для натхнення також використовувались платформи на кшталт Pinterest, які допомагають створити мудборд. На початку в Blender створюється базовий силует моделі шляхом блокування простих форм. Це своєрідне

“ліплення” з примітивів, що дозволяє визначати загальні пропорції. Після цього модель переходить у скульптурний режим для деталізації. При цьому дотримуються стилізованих, але збалансованих пропорції, починаючи з голови та рухаючись вниз. Для оптимізації топології використовують такі інструменти, як Quad Remesher, які допомагають досягти гарної сітки для подальшої анімації. Після цього додаються текстури та кольори – стандартні шейдери Blender у поєднанні з колірними рампами, градієнтами та під поверхневим розсіюванням забезпечують привабливий зовнішній вигляд.

Цей етап включає додавання кольорів та текстур, використано стандартні шейдери Blender, щоб додати яскраві кольори та текстури. Застосовуючи градієнтні вузли та колірні рампи для створення неповторного вигляду. Підвищено реалізм за допомогою підповерхневого розсіювання та малювання вершин для додаткового художнього дотику. Оснастка та освітлення для фінального штриха, завершено процес налаштуванням динамічного позування та освітленням його для рендерингу аніме-персонажа.

Генерація чернеток моделей за допомогою найшвидших моделей. Ця функція, ідеально підходить для швидкого прототипування та концептуалізації, дозволяє досліджувати різні дизайни або перспективи, перш ніж заглиблюватися в детальне моделювання. Приймає як текст, так і зображення. Удосконалення чернеток моделей, підвищення якості своїх початкових чернеток моделей до вишукано деталізованих творінь. Плавний перехід від концептуальних чернеток до моделей високої роздільної здатності, оптимізуючи ваш творчий робочий процес.

Анімація моделі втілюється за допомогою автоматизованої анімації. Перетворюйте статичні моделі на динамічні анімації, без зусиль покращуючи презентації або цифровий досвід. Фінальний етап включає також стилізацію та конвертацію, налаштування та конвертуванні своєї моделі з неперевершеною легкістю. Від перетворення моделей на версії, подібні до LEGO, воксельну структуру або експортована у підтримуваних форматах UTX чи FBX для конвертації форматів та використання в інших програмах.

Для швидкої генерації ідеї та прототипів використовуються автоматизовані інструменти, які дозволяють створювати чернетки, а згодом деталізувати їх до повноцінних моделей. Завдяки цьому досягається плавний перехід від концепту до фінального продукту.

Таким чином, створення 3D-моделі в Blender – це комплексний, але захоплений процес, що поєднує технічні навички, художній підхід та креативне мислення. Пропонує також унікальні варіанти стилізації, забезпечуючи сумісність між платформами та програмами. Проектна частина стала не лише навчальною, а й основою до подальшого використання. Результат проєктної може бути використаний як у навчальних, так і в комерційних цілях, а також слугувати основою для подальшого розвитку візуального контенту.

РОЗДІЛ 3 СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛІ АНІМЕ-ПЕРСОНАЖА «SCAVENGER KNIGHT»

3.1 Розробка та візуалізація аніме-персонажа

На початковому етапі розробки 3D-аніме-персонажа важливо визначити ідею та стиль персонажа. Це включає формування його характеру, віку, ролі у майбутньому проєкті, а також вибір візуального стилю — від класичного фоллаут до стилізації у вигляді футуристичних образів. Від цих параметрів залежить загальне враження, яке створюватиме персонаж, а також технічні підходи до його моделювання та анімації.

Наступним кроком є створення або добір ескізів і референсів, які слугують візуальним орієнтиром під час 3D-моделювання. Це можуть бути малюнки або зображення з подібними образами — одяг, зачіска, вираз обличчя, деталі спорядження тощо. Наявність чітких референсів значно полегшує процес створення моделі, дозволяючи зберегти цілісність образу.

Базове моделювання розпочинається зі створення геометрії основних частин тіла та голови. У цьому етапі враховується базова анатомія, пропорції персонажа та ключові форми. Результатом стає «каркас» майбутньої моделі, який надалі буде деталізовано та адаптовано для анімації. Правильна побудова базової форми дозволяє уникнути проблем на наступних етапах розробки та забезпечує зручність при подальшому ригінгу й текстуруванні.

Якщо коли-небудь був цікавий світ 3D-анімації, Blender — ідеальне програмне забезпечення для початку. Завдяки своїм потужним функціям та інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу, Blender дозволяє початківцям створювати приголомшливих персонажів без особливих труднощів. Процес створення персонажа за допомогою Blender, від моделювання до текстурування та ригінгу.

Планування та створення ескізів, було створений чіткий план. Почато з ескізу персонажа з різних ракурсів, зафіксувавши його ключові риси та деталі. Ці ескізи слугували орієнтиром протягом усього процесу моделювання.

Моделювання персонажа, відкрито Blender та розпочато новий проєкт. Видалено куб за замовчуванням та почато моделювати персонажа. Можна почати з базової форми, такої як простий куб або сфера, що зображено на рисунку 3.1. Використовувати різні інструменти в Blender, такі як екструдювання та масштабування, щоб надати їй бажаного персонажа. Ескізи під час роботи, забезпечували поетапну створення персонажу.

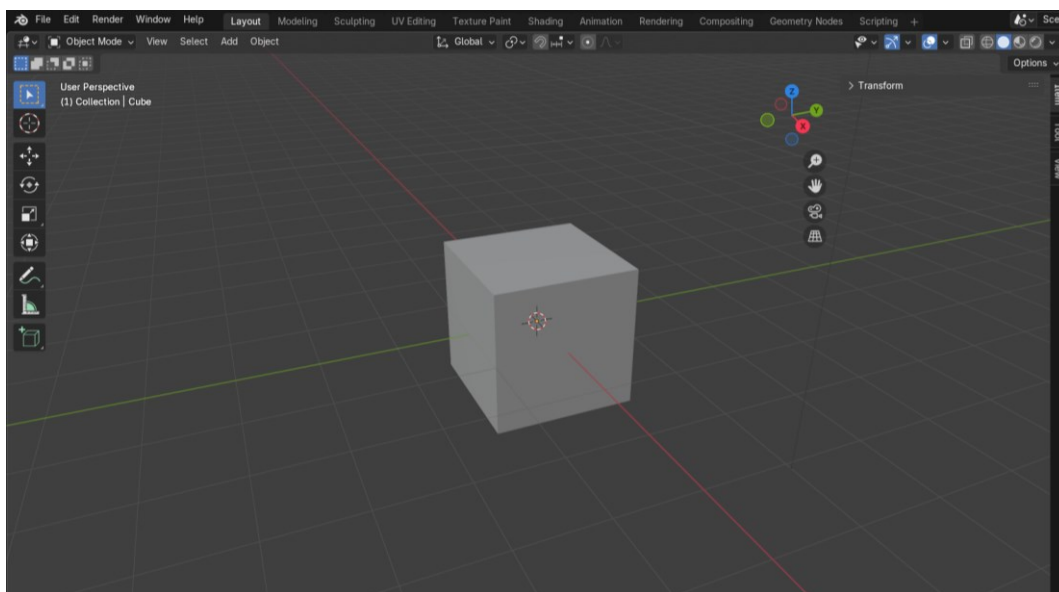


Рисунок 3.1 – Простий куб при створенні аніме-персонажа

Щойно визначено основну форму вашого персонажа, настав час удосконалити та додавати деталі. Використовуючи інструменти скульптингу Blender, ретельно виліплено риси персонажа. Експериментовано з різними пензлями та техніками, щоб досягти бажаного вигляду [54].

Додавання кольорів та текстур до персонажа. Почато зі створення матеріалів на вкладці матеріалів Blender та використано текстури зображень або процедурні текстури, щоб покращити зовнішній вигляд вашого персонажа.

Експериментувати з різними текстурами та техніками мапінгу, щоб досягти бажаного ефекту. Створення персонажів у Blender – це захоплива подорож, яка поєднує художні та технічні навички.

Дотримавшись покрокового посібника, новачки можуть у світі 3D-анімації та втілити аніме-персонажів у життя. Blender, розкриє свою масштабованість і дозволяє створювати персонажів.

Blender – це потужний інструмент для створення 3D-персонажів, і опанування його функцій є важливим для будь-якого початківця цифрового художника. Навички для проєктування, моделювання та текстуровання унікальних персонажів у Blender [55], дає можливість створити доступний шлях до 3D-дизайну персонажів. Перетворюючи творче бачення на цифрову реальність. Однією з проблем у створенні персонажів у Blender є розуміння топології та потоку країв для анімації. Подолання цієї перешкоди має вирішальне значення для реалістичного руху персонажів.

Моделювання персонажів у Blender починається з розуміння інтерфейсу та інструментів. Робота з 3D-областю перегляду, де персонаж набуває форми. Переміщатися за допомогою миші та ознайомлення з такими комбінаціями клавіш, як Shift + Z для перемикання в режим каркасу [55].

Починати моделювання персонажа в Blender зі створення базової сітки. Використовуючи прості форми, такі як куби та сфери, з меню «Додати», щоб заблокувати форму персонажа. Цей процес, відомий як блокове моделювання, дозволяє зосередитися на пропорціях, не гублячись у деталях.

Змінення форми, додавши більше геометрії. Використання модифікатор Subdivision Surface, щоб згладжувати сітку. Для кращого контролю над формою моделі потрібно використовувати Ctrl + R, щоб додати контурні розрізи. Під час роботи використовувався інструмент «Видавнення», щоб надавати форму кінцівкам та рисам. Вибрано грані або ребра, а потім натиснуто E для екструдкування. Цей метод є важливим для моделювання персонажів у Blender та надає об'єму розробці. Топологія – це те, як вершини, ребра та грані розташовуються на моделі. Гарна топологія гарантує правильну деформацію персонажа під час анімації. Використовуючи інструменти з режиму редагування, щоб налаштувати вершини для кращого розташування сітки.

Як тільки базова форма готова, деталізовано персонажа за допомогою ліплення. Перейдено у режим ліплення та за допомогою пензлів додано чіткість м'язів, риси обличчя та інші дрібні деталі. Зроблено штрихи легкими та поступово збільшуючи складність. Потрібно зберігати свій прогрес,

використовуючи «Файл > Зберегти як» для створення додаткових резервних копій. Ця захищає від втрати роботи під час неочікуваних проблем або збоїв.

Моделювання персонажів у Blender — це поєднання художніх навичок та технічних знань. Маючи ці основи, можна перейти до текстурювання та розфарбовування персонажа, що вдихне життя у модель.

Перспектива – чудовий засіб для малювання. Незважаючи на всі тисячі кубів, які художники практикують у малюванні, ми ніколи не будемо проти математичної точності комп'ютера. У Blender можна виконувати роботу зосередитися на дизайні та композиції, речах, які є цікавими та креативними. Використано Blender для створення ілюзії глибини за допомогою точної перспективи, форм та вимірювань, відтворено дизайн та стилі персонажа.

Створене зображення, використовуючи блок-аут(спрощена форма об'єкта) Blender як базову основу. Створений як додатковий елемент до заводського розпису нижче, який також використовував робочий процес.

Базова сцена Blender блок-ауту, здебільшого складається з простих форм. Всі елементи створені моделями, які були змодельовано вручну, які виконано. Найважливішими елементами для моделювання є великі форми загалом та все, що повторюється в перспективі, наприклад, Сюди також входять повторювані об'єкти, орієнтовані під складними кутами на 45 градусів одна відносно одної. Все, що легше зрозуміти в 3D.

До менш важливих для моделювання речей належать усе, що легше намалювати від руки. Оскільки персонаж звернений безпосередньо до нас, під час створення потрібно враховувати дуже мало ракурсу. Вторинні або третинні елементи, як правило, можна пропустити на етапі блокування, якщо тільки ці деталі не легше моделювати.

Включати загальну відсутність паралельних ліній та «пружні» кути. Поки перспектива виглядає правдоподібно (тобто відстань між об'єктами виглядає послідовною та точною, а більші форми читаються належним чином), стилізація форм не порушить ілюзію простору, створену на зображенні.

Blender був інструментом, який допоміг побудувати персонажа з точною перспективою. Додано товщину лінії та натяки на текстуру малюнка.

Після того, як намальовано базовий персонаж Blender, додано більше товщини лінії, щоб створити ефект амбітної оклюзії та ілюзію текстури, масштабу та об'єму. Використано прості блок-іни Blender для розробки. Це є перший анімований персонаж у Blender. Починаючи дивитись ескізи, а потім створюючи анімованого персонажа відповідно до прототипів ескізів. У програмі Blender збережено відносний масштаб кожного предмета належним чином. Під час малювання в перспективі іноді буває важко відчутти, як східна перспектива змінює сприйняття розміру. У Blender розмір різних об'єктів можна порівнювати в ортогональній перспективі [56].

Блокування Blender. Знімок екрана в Blender з видимим каркасом став чудовою відправною точкою для побудови решти. Blender був корисним для об'єктів, які не ідеально вирівнюються з прямими кутами на сітці, таких як складні чи органічні форми. Це ускладнювало малювання в перспективі, оскільки були незвичайною формою, повторюваною формою та також були спрямовані в напрямках за межі сіткового простору. Через усі ці труднощі, було вирішено змодельовати більш конкретні форми для ніг та рук. З урахуванням форм та перспективи, малювання поверх кімнати полягало в додаванні цікавих деталей для оповіді та розширенні контурів форм.

Використання програмного забезпечення для 3D-моделювання, такого як Blender у вікні перегляду базувалася на ескізі. Змодельована форма основних елементів моделювання дотримання їхніх форм та деталей у моделюванні.

Простих поділів на геометрію було б достатньо, щоб забезпечити основу для перспективи. Найскладнішою проблемою, яку вирішив цей блок-аут у Blender, була перспектива кількох об'єктів, які не були ортогональними до площини зображення. Промальовування деталей було питанням використання моїх навичок малювання для заповнення прогалів. базового 3D-дизайну показує, як «спотворено» деякі прямі лінії в оригінальній моделі. Основна структура все ще видно на остаточному відшліфованому малюнку, що зображено на рисунку 3.2.

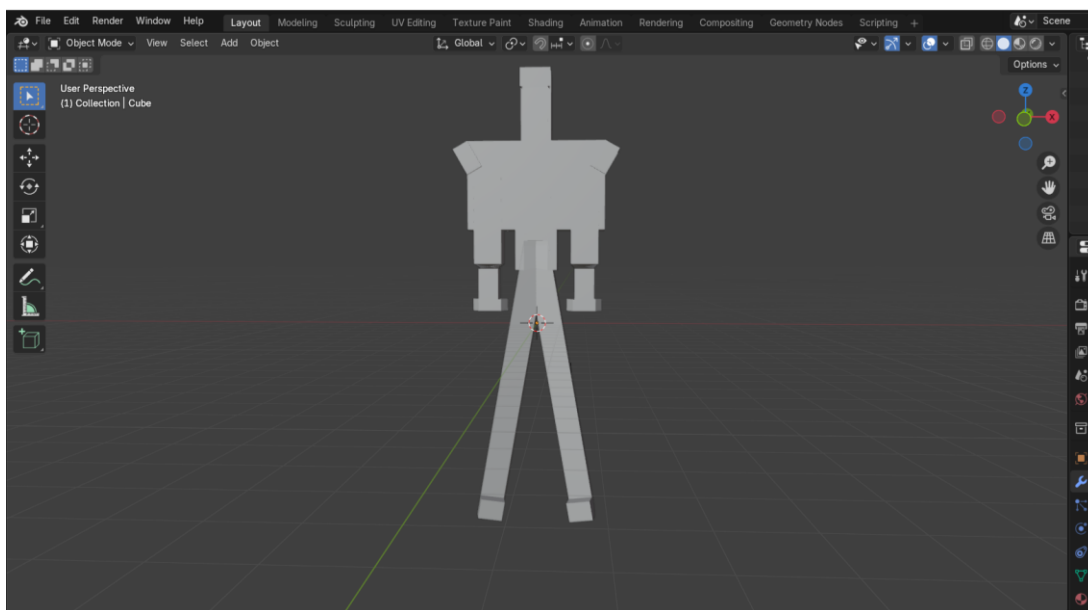


Рисунок 3.2 – Базове зображення

Загалом, використання Blender для малювання — це відносно простий процес, який вимагає небагато знань про програму, моделювати та розташовувати основні форми в композиції, остаточне зображення показано у додатку А. Знання того, як використовувати камери в Blender, корисне, але не обов'язково потрібне, оскільки створення знімка екрана робочого простору також може бути достатнім для надання важливої інформації про перспективу, необхідної для полегшення малювання. Камера корисна тим, що вона «зберігає» певні ракурси камери, щоб їх можна було відновити.

Як і перспективу, освітлення можна розрахувати за допомогою математики. Blender може виконувати складну роботу з визначення форм тіней, що є розширенням його здатності ідеально визначати перспективу та форму.

Оскільки Blender здатний ідеально розраховувати освітлення, можна випробувати десятки схем освітлення за той час, який може знадобитися художнику, працюючи у 3D, щоб неточно визначити одну схему освітлення. Здатність Blender ідеально розраховувати освітлення значно спрощує випробування багатьох різних схем освітлення.

Хоча спочатку про використання Blender лише для малювання та розфарбовування середовища, дуже корисним для створення персонажа.[57].

3.2 Етапи створення аніме-персонажа

Процес створення аніме-персонажа складається з кількох ключових етапів, що дозволяють поступово перейти від ідеї до повноцінної 3D-моделі. На початковому етапі було розроблено базову модель персонажа. Створено основну геометрію тіла, голови, рук і ніг з урахуванням пропорцій та анатомічних особливостей, характерних для стилю фоллаут. Особливу увагу приділено формі обличчя, очей і зачісці, оскільки саме ці елементи найсильніше впливають на впізнаваність та емоційне сприйняття персонажа.

Після завершення базового моделювання було розпочато створення додаткових об'єктів, зокрема зброї персонажа. Зброя не лише доповнює візуальний образ, але й підкреслює характер і роль героя у вигаданому світі.

Вона створювалася окремо з дотриманням стилістики персонажа, а потім інтегрувалася у фінальну модель. Враховано розміри, декоративні елементи та матеріали, які візуально поєднуються з костюмом героя.

Етапи дозволили сформувати цілісний образ персонажа, готового до подальшої анімації, текстурування. Після цього виконується текстурування — нанесення матеріалів, відтінків та інших елементів, що додає глибини та реалізму персонажу. Текстури створюються з урахуванням освітлення та художнього стилю, щоб зберегти гармонію із загальним дизайном.

Завершальний етап створення персонажа передбачає його повністю готовим до подальшого використання чи для навчання, практики, інтеграції у проєкти чи вдосконалення в майбутньому. На цьому етапі модель уже має усі необхідні компоненти: коректну топологію, текстурування, матеріали, ріг (скелет), анімаційні контролери (за потреби), що дозволяє ефективно працювати з нею у різних контекстах — від освітніх демонстрацій до реального використання в іграх, анімаціях чи візуалізаціях.

3.3 Практична реалізація концепту персонажа в стилі Fallout

Реалізація концепту персонажа в стилі фоллаут починається з опрацювання ідеї та загальної концепції героя. На цьому етапі визначаються ключові характеристики: стать, вік, характер, настрій, а також роль персонажа у вигаданому світі. На основі цих параметрів формується візуальний стиль — класичний, футуристичне або гібридний підхід. У результаті створюється загальна концепція, яка служить основою для подальшого моделювання.

Після цього відбувається підбір або створення ескізів (референсів), що включають зовнішній вигляд персонажа, його одяг, зброю чи аксесуари. Референси допомагають підтримувати послідовність стилю на всіх етапах 3D-моделювання. Далі у Blender моделюється базова сітка — створюється структура тіла з дотриманням пропорцій, характерних для аніме-стилю.

Особливу увагу приділено деталізації обличчя та зачіски, оскільки саме ці елементи формують емоційний вигляд персонажа. На основі базової моделі створюються додаткові елементи, такі як одяг, озброєння чи інші атрибути. Застосовуються модифікатори (наприклад, Mirror, Subdivision Surface) для пришвидшення роботи й досягнення симетрії та гладкості об'єкта. Після завершення моделювання проводиться ретопологія для оптимізації сітки та підготовки до анімації.

Таким чином, практична реалізація концепту аніме-персонажа в Blender поєднує творчий підхід з технічними навичками. Вона охоплює всі ключові етапи — від задуму до готової 3D-моделі, яка може бути використана в анімаційних проєктах, іграх або ілюстраціях.

3.4 Процес створення і деталізації персонажа в стилі Fallout

Створення персонажа в стилі фоллаут є складним і поетапним процесом, який поєднує творчість, художній смак і технічну майстерність. Все починається з формування ідеї персонажа — визначаються його роль, характер, вік, настрій і загальна стилістика. У випадку з фоллаут, це може бути традиційний образ, стилізація під чібі або сучасний футуристичний підхід. На основі цього розробляються ескізи або підбираються референси, які задають напрямок зовнішності, одягу, зачіски та аксесуарів персонажа.

Далі починається етап базового 3D-моделювання у програмному середовищі, наприклад, Blender. Створюється геометрія тіла, голови та кінцівок, з урахуванням пропорцій, характерних для стилю фоллаут. Особлива увага приділяється формі стилю персонажу, оскільки саме ці елементи найбільше виражають емоційність.

Після створення базової моделі відбувається деталізація. На цьому етапі додаються елементи одягу, прикраси, складні зачіски та текстурні елементи. Застосовуються модифікатори, такі як Subdivision Surface для згладжування форм, Mirror — для симетрії, а також Bevel — для надання м'якості краям. Якщо персонаж матиме озброєння або спеціальні атрибути, вони створюються як окремі об'єкти та інтегруються в загальну сцену.

Наступним кроком є ретопологія — процес оптимізації сітки моделі для зручного ригінгу та анімації. Після цього виконується розгортка UV-координат і текстурування, що дозволяє створити виразні матеріали: шкіру, одяг, метали, ефекти саява тощо. Процес деталізації завершується підготовкою до анімації — додається скелет (rig), на основі якого персонаж буде рухатися, а також створюються базові пози або анімаційні кліпи. Blender — це інструмент, який дозволяє робити багато з 3D-моделями, наприклад, формувати їх, додавати рухи та надавати їм реалістичного вигляду за допомогою кольорів і текстур. Він працює на різних типах комп'ютерів і має велику групу користувачів, які діляться порадами та допомагають один одному.

У програмі є все необхідне в одному місці. Багато людей ним користуються, тому легко знайти допомогу чи навчальні посібники. Він часто оновлюється новими матеріалами. Але спочатку Blender може бути важко вивчити, оскільки він має так багато опцій. Використаний час дозволяє перетворити програму на потужний інструмент для тривимірного розробника

Створення персонажа в стилі фоллаут — це гармонійне поєднання етапів від творчої концепції до технічної реалізації, що дозволяє отримати повноцінну, анімаційну 3D-модель для подальшого використання в проєктах.

Blender — це потужна безкоштовна програма для 3D-моделювання, яка підтримує широкий спектр функцій: моделювання, скульптинг, текстурювання, анімацію, рендеринг та інші. Вона працює на різних типах комп'ютерів і має величезну спільноту користувачів, які активно обмінюються досвідом, створюють навчальні матеріали й допомагають один одному [33]. Усе необхідне для повного циклу створення 3D-персонажів зібрано в одному місці, що робить Blender універсальним середовищем для розробки навіть найскладніших моделей. Функціональність Blender може здатися складним для початківців, адже має велику кількість налаштувань і інструментів.

З практикою користувач отримує надзвичайно потужний інструмент, який відкриває безліч можливостей для творчої реалізації, зокрема у створенні персонажів у стилі Fallout. Створення персонажа у стилі Fallout — це складний і багаторівневий процес, який поєднує в собі художній задум та технічну реалізацію в умовах постапокаліптичної стилістики. Починається з концепції: визначається зовнішній вигляд героя, які мають відображати атмосферу суворого, зруйнованого світу. На цьому етапі активно використовуються референси — фотографії, кадри з ігор, концепт-арти, які передають характерну естетику Fallout, як саморобне озброєння. Далі в Blender відбувається етап моделювання — створення базової геометрії персонажа, пропрацювання анатомії, елементів екіпірування. Особливу увагу приділяють деталям: текстурам одягу, потертостям, плямам, механічним компонентам. Для цього активно використовується режим Sculpt Mode, який дозволяє вручну створювати мікродеталі — складки, шрами, тріщини. На етапі текстурювання

застосовуються методи процедурного малювання та ручного фарбування в режимі Texture Paint для досягнення ефекту «зношеності».

Таким чином, створення персонажа в стилі Fallout у Blender — це процес, що вимагає уваги до деталей, розуміння стилістики всесвіту Fallout та вміння працювати з інструментами тривимірного моделювання. Завдяки широким можливостям Blender та активній спільноті, навіть найамбітніші ідеї можуть бути реалізовані у вигляді реалістичних, живих 3D-персонажів, які повністю передають дух постапокаліптичного світу.

3.5 Висновок до третього розділу

У третьому розділі було здійснено комплексне проектування тривимірного персонажа «Scavenger Knight» відповідно до затверджених етапів розробки, початкової концепції та технічного завдання. У результаті сформовано оригіналу 3D-модель героя візуального стилю, що перегукується з естетикою постапокаліптичного світу, належить до всесвіту Fallout.

Образ «Scavenger Knight» розкриває багатогранність характеру персонажа – це не лише витривалий мандрівник, але носій певної філософії існування у світі після катастрофи. Його зовнішність візуалізує досвід боротьби та внутрішню силу: він витривалий, рішучий, загартований численними випробовуваннями. Особливо увага була приділена передачі внутрішнього стану героя – він несе тягар не лише матеріального, а й морального характеру, символізуючи прагнення до збереження людяності в умовах розрухи. Дизайн екіпірування «low-tech fantasy», що поєднує елементи примітивних матеріалів і застарілі технології. Такий підхід формує атмосферу занепаду цивілізації, де броня складається з металу, шолом має загрозливий вигляд і оснащений вбудованим мікрофоном, що підсилює техно-естетику. Озброєння поєднує архаїчні та футуристичні риси – зокрема, використано гібридну лазерну зброю, що підкреслює винахідливість персонажа. Візуальна подача моделі було реалізовано у Blender – одному з найпотужніших сучасних інструментів 3D-моделювання. Для досягнення ефекту з ручною UV-розгорткою та авторських

текстурами. Завдяки цьому образ персонажа набув впізнаваного аніме-стилю, який легко інтегрується в ігрові рушії або використані для створення анімаційної сцени. Технічна реалізація поетапного виконання таких завдань:

- побудова базової геометрії з урахуванням анатомічних пропорцій;
- формування деталей моделі (екіпірування, зброя);
- текстурування з використанням акцентної колористики;
- підготовка моделі до подальшої анімації (rigging та оптимізація).

У ході реалізації було приділено увагу не лише технічній точності, а й емоційній виразності образу – візуальний стиль персонажа формує глибоку асоціативну лінію з поняттям виживання, боротьби та людської гідності.

Під час виконання кваліфікаційної роботи засвоєно основи тривимірного моделювання, отримано практичні навички реалізації повноцінного персонажного дизайну у сучасному цифровому середовищі. Досвід роботи з Blender, поглибив знання в галузі комп'ютерної графіки та розширив розуміння художньо-технічних принципів візуалізації у медіапроектах.

Створений візуальний персонажа відповідає до графічного оформлення у сфері цифрової анімації, комп'ютерних ігор та технологій віртуальної реальності. Найбільш раціональним підходом у цьому контексті є орієнтація на жанрові особливості, властивості стилю Fallout, адже саме такий підхід забезпечує цілісність художнього задуму та підвищує впізнаваність моделі серед користувачів. У ході побудови 3D-персонажа було реалізовано такі етапи:

- конструювання первинної топологічної сітки;
- уточнення структури персонажа з урахуванням стилістики;
- формування текстур із урахуванням колористичним вирішенням,
- налаштування візуальних властивостей матеріалів;
- створення цілісного візуального образу.

Таким чином, створена 3D-модель відповідає актуальних вимогам індустрії цифрової анімації та може бути ефективно використана в розробці комп'ютерних ігор, VR/AR-додатків або інших мультимедійних форматів.

РОЗДІЛ 4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Організація ведення в аварійних умовах

Щодня у світі фіксуються тисячі подій, при яких відбувається порушення нормальних умов життя і діяльності людей і які можуть призвести або призводять до загибелі людей та/або до значних матеріальних втрат. Такі події називаються надзвичайними ситуаціями [58].

Загальні ознаки НС:

- наявність або загроза загибелі людей чи значне погіршення умов їх життєдіяльності.
- запобігання економічних збитків.
- істотне погіршення стану довкілля.

Вагомість надзвичайної ситуації визначається передусім кількістю жертв та ступенем впливу на оточуюче життєве середовище, тобто рівнем системи «людина – життєве середовище» (далі – «Л – ЖС»), якої вона торкнулася, і розміром шкоди, завданої цій системі. Виходячи з ієрархії системи «Л – ЖС», можна говорити про:

- індивідуальні надзвичайні ситуації, коли виникає загроза для порушення життєдіяльності лише однієї особи;
- надзвичайні ситуації рівня мікроколективу, тобто коли загроза їх виникнення чи розповсюдження наслідків стосується сім'ї, виробничої бригади, пасажирів одного купе тощо;
- надзвичайні ситуації рівня колективу;
- надзвичайні ситуації рівня макроколективу;
- надзвичайні ситуації для жителів міста, району;
- надзвичайні ситуації для населення області;
- надзвичайні ситуації для населення країни;
- надзвичайні ситуації для жителів континенту;

Найбільш ефективний засіб зменшення шкоди та збитків, яких зазнають суспільство, держава і кожна окремо особа в результаті надзвичайної ситуації. Запобігати їх виконанню, а в разі виникнення виконувати заходи, адекватні ситуації, що склалася.

У разі виникнення надзвичайної ситуації, організувати своєчасне оповіщення про загрозу виникнення НС, проведення різних заходів для виявлення певних загроз, створення запасів матеріальних засобів для проведення рятувальних невідкладних аварійних робіт, які необхідно провести.

При розробці у комп'ютерній графіці виник аварійний збій системи AWS через раптове відключення електроенергії. Це спричинило порушення роботи і створило ризик для здоров'я розробника, який працював у кімнаті, яка залежала від електропостачання, як тепла, доступ до води та провітрювання через кондиціонер. Оцінивши ризики, було прийнято рішення щодо забезпечення безпечних умов праці: переведення роботи в офлайн-режим, підключення резервного живлення – генератора, запасання питною водою, а також організовано безпечне завершення робочого дня.

Одночасно з цим було вжито заходи з інформаційної безпеки: відновлено доступу через оновлення IAM-конфігурації, визначення критичних даних, планування резервного копіювання, налаштування автоматично відновлення та перевірка плану дій у надзвичайних ситуаціях (Disaster Recovery). Усі дії були задокументовані, а також розроблено інструкцію для працівників у випадку схожої ситуації.

4.2 Розрахунок економічної ефективності заходів щодо поліпшення санітарно-гігієнічних умов

Покращення умов і підвищення безпеки праці значною мірою впливає на зменшення плинності працівників, робота яких пов'язана з важкою фізичною працею, несприятливими санітарно-гігієнічними умовами, монотонністю виробничих процесів. За даними соціологів, із загальної кількості працівників, які звільняються за власним бажанням, майже чверть складають особи яких не

влаштовують несприятливі санітарно-гігієнічних умови, монотонність виробничого процесу [62].

Для здійснення комплексу заходів щодо покращення умов і охорони праці роботодавець заздалегідь планує фінансові витрати. Це, як правило, витрати на:

- Вдосконалення техніки і технології виробництва з метою поліпшення безпеки виробничих процесів;
- Створення чи оновлення основних фондів праце охоронного призначення.

Перша група витрат має багатоцільовий характер, окремо кошти на охорону праці тут не виділяються, а належать до капіталовкладень для оновлення виробництва. Друга група витрат має ознайомлювальний характер. Кошти на проведення праце охоронних заходів визначаються як сума капітальних вкладень і поточних щорічних витрат з урахування фактор часу.

Щорічні витрати на охорону праці розраховуються за формулою:

$$B = C_0 + K_0, \quad (4.1)$$

де: B – загальні витрати підприємства на охорону праці; C_0 – поточні витрати на охорону праці; K_0 – капітальні вкладання на охорону праці.

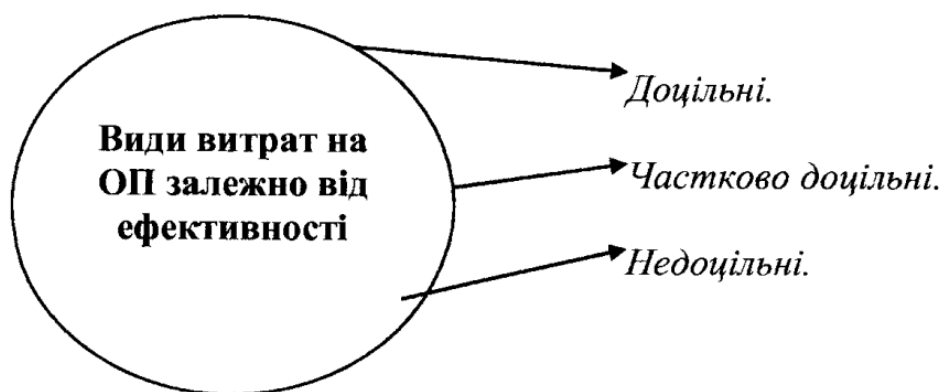


Рисунок 4.1 – Види витрат на ОП залежно від ефективності

- Доцільними вважають витрати, спрямовані на збереження здоров'я працівників, на раціональне витрачання ними життєвих сил під час роботи та на їх відтворення.

- Частково доцільні – це витрати на пільги і компенсації за шкідливі умови праці.

- Недоцільними називають витрати, що зумовлюють підвищення собівартості праці, зниження її обсягу і т. ін.

Показники ефективності всіх витрат підприємства на заходи з охорони праці можна розраховувати за формулою:

$$E = \frac{E_p}{B} \quad (4.2)$$

де: E_p – річна економія від поліпшення умов і охорони праці.

Показники оцінки соціальної ефективності заходів щодо покращення умов праці на підприємстві:

- зменшення на підприємстві кількості виробничих травм, загальної і професійної захворюваності;
- скорочення плинності персоналу через незадовільні умови праці;
- скорочення чисельності працівників, що працюють в умовах, які не відповідають санітарно-гігієнічним нормам;
- зменшення кількості випадків виходу на пенсію за інвалідністю внаслідок травматизму чи профзахворюваності тощо.

Показники оцінки економічної ефективності заходів щодо покращення охорони праці на підприємстві:

- скорочення витрат робочого часу за рахунок зменшення рівня захворювання та травматизму;
- зростання продуктивності праці;
- річна економія зарплата за рахунок зростання продуктивності праці при зменшенні рівня захворюваності і травматизму;

- економія за рахунок зменшення коштів на виплату допомоги з тимчасової непрацездатності;
- економія від зменшення пільг і компенсацій за роботу в несприятливих умовах;
- економія фонду заробітної плати у зв'язку з відміною (скороченням) робочого дня;
- економія фонду заробітної плати у зв'язку з скороченнями, повною відміною додаткової відпустки, скороченням чисельності працівників, що мають право на підвищення тарифу за роботу у важких, шкідливих, особливо важких і особливо шкідливих умовах тощо.

4.3 Висновок до четвертого розділу

У четвертому розділі проаналізовано безпеку життєдіяльності та охорони праці, а саме організації ведення робочого місця в аварійних умовах та розрахунок економічної ефективності заходів щодо поліпшення санітарно-гігієнічних умов. Розглянуто надзвичайні ситуації для здоров'я, пов'язані перебоями в роботі електропостачання, поліпшення умов праці завдяки соціально-економічним заходам.

Ці питання безпосередньо впливають на працездатність 3D-розробника при виконанні професійних обов'язків. Створення хороших умов праці, є одним із ключовим до підвищення продуктивності графічного розробника. Навички, отримані в аварійних умовах, дозволяють приймати виважені, інколи ризикові рішення на основі набутих знань. Такі навички сприяють розвитку системи безпеки та життєдіяльності для ефективнішого використання коштів чи технологій, без яких важко уявити сьогодення. Дотримання норм і стандартів охорони праці та безпеки допомагає забезпечити належні умови в робочому приміщенні, що дає можливість ефективно виконувати завдання в несприятливих умовах роботи.

ВИСНОВКИ

У межах виконаної кваліфікаційної роботи було успішно реалізовано поставленої мету — створенню повноцінної розробки та деталізації аніме-персонажа «Scavenger Knight». При цьому дотримано основні принципи художнього виразності та технічної відповідності вимогам сучасного стандарту цифрового моделювання та візуального мистецтва.

У ході роботи були вирішені такі завдання:

- здійснено детальне дослідження актуальних методів створення персонажів, притаманних естетиці всесвіту Fallout;
- проаналізовано специфіку стилізації та реалізації ефекту cel shading (також відомого як toon shading) у середовищі Blender;
- розроблено унікальний концепт героя з урахуванням його сюжетної функції, психологічного образу та стилістичних рис;
- виконано моделювання та текстурювання персонажа з фокусом на створення анімаційного зручної топології.

Досягнутий результат підтверджує, що сучасні інструменти 3D-моделювання відкривають можливості для створення високоякісних візуалізацій персонажів у постапокаліптичному світі. Такі моделі можуть бути застосовані у різноманітних мультимедійних форматах: відеоіграх, анімаційних проектах, а також у віртуальній та доповненій реальності (AR/VR).

Загалом, представлена робота має як освітнє, так і прикладне значення. Вона демонструє успішне поєднання креативного мислення з технічно грамотним підходом до дизайну персонажів. Це свідчить про сформовані навички роботи з 3D-інструментарієм, розуміння візуальних і художніх засад, а також здатність реалізовувати інноваційні ідеї в рамках творчого середовища.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1. Теоретичні основи комп'ютерної графіки. URL: https://crashinform.blogspot.com/p/blog-page_21.html (дата звернення: 19.06.2025).
2. Комп'ютерна графіка конспект лекцій. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/27541/1/%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%A1%D0%9F%D0%95%D0%9A%D0%A2%20%D0%9B%D0%95%D0%9A%D0%A6%D0%86%D0%99%20%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%20%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0.pdf> (дата звернення: 19.06.2025).
3. Що таке 3D-моделювання? URL: <https://www.adobe.com/ua/products/substance3d/discover/what-is-3d-modeling.html>
4. Що таке Blender 3D і для чого він потрібний. URL: <https://it-generation.com.ua/stati/shho-take-blender-3d-i-dlya-chogo-potriben/> (дата звернення: 19.06.2025).
5. The Best 3D Modeling Software in 2025 (June). URL: <https://justcreative.com/best-3d-modeling-software/> (дата звернення: 19.06.2025).
6. 14 найкращих безкоштовних програм для 3D-моделювання: все, що вам потрібно знати. URL: <https://www.meshy.ai/uk/blog/best-free-3d-modeling-software> (дата звернення: 19.06.2025).
7. Як вибрати програму для 3D моделювання. URL: <https://easy3dprint.com.ua/uk/yak-vibrati-programu-dlya-3d-modelyuvannya/> (дата звернення: 19.06.2025).
8. Саланда Д.Й. Розробка 3D моделі арт галереї «Дім мистецтва» з використанням Blender Eevee : магістерська робота / Д.Й. Саланда ; Тернопільський національний технічний університет. – Тернопіль, 2024. – 76 с. – Режим доступу: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/45897/1/2024_KRB_SN-42_Salanda.D.Y..pdf (дата звернення: 19.06.2025).
9. Мельничук О.С. Створення 3D-моделі аніме-персонажа "Атаназ" засобами Blender. : магіст. робота / О.С. Мельничук ; Тернопільський нац.

технічний ун-т. – Тернопіль, 2024. – ____ с. – Режим доступу: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/45855/1/2024_KRB_SN-42_Melnychuk_OS.pdf (дата звернення: 19.06.2025).

10. Яке програмне забезпечення може допомогти вам створити 3D-модель з фотографій? URL: <http://ua.insta3dm.com/info/which-software-can-help-you-create-a-3d-model-44001176.html> (дата звернення: 19.06.2025).

11. Азарова І. О. Основи локальних обчислювальних мереж : навч. посіб. / І. О. Азарова. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 361 с. – Режим доступу: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/LANZ/Azarova_P1_2012_361.pdf (дата звернення: 19.06.2025).

12. What is Houdini and It is this used in the 3D and VFX field? URL: <https://irendering.net/what-is-houdini-and-it-is-this-used-in-the-3d-and-vfx-field/> (дата звернення: 19.06.2025).

13. Тривимірна графіка. Принципи тривимірного моделювання. URL: <https://informatik.pp.ua/uroky/9-klas/konspekty-uchnia/tryvymirna-hrafika-pryntsypy-tryvymirnoho-modeliuvannia/> (дата звернення: 19.06.2025).

14. Чи підходить Blender для 3D-друку? URL: <http://ua.insta3dm.com/info/is-blender-good-for-3d-printing-facfox-3d-p-79272440.html> (дата звернення: 19.06.2025).

15. Сітка у 3D-моделюванні. URL: <https://3dway.com.ua/blog/mesh-in-3d-modeling> (дата звернення: 19.06.2025).

16. Маценко В. Г. Комп'ютерна графіка : навч. посіб. / В. Г. Маценко ; Міністерство освіти і науки України, Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. – Чернівці : Рута, 2009. – Рекомендовано МОН України. – Режим доступу: <https://mmi.stu.cn.ua/wp-content/uploads/2016/09/MatsenkoKompGrafyka.pdf> (дата звернення: 19.06.2025).

17. Як створити 3D-модель для 3D-принтера: покроковий гід. URL: <https://easy3dprint.com.ua/uk/yak-stvoriti-3d-model-dlya-druku/> (дата звернення: 19.06.2025).

18. Тривимірна графіка. Принципи тривимірного моделювання. URL <https://informatik.pp.ua/uroky/9-klas/konspekty-uchnia/tryvymirna-hrafika-pryntsypy-tryvymirnoho-modeliuvannia/> (дата звернення: 19.06.2025).

19. Створення VR-ігор. URL: <https://aestar.com.ua/uk/stvorennia-vr-igor/> (дата звернення: 19.06.2025).

20. 3D-друк в медицині. URL: <https://3dway.com.ua/blog/3d-printing-in-medicine> (дата звернення: 19.06.2025).

21. Майстерність у деталях: 3D-друк в архітектурі. URL: <https://3dway.com.ua/blog/3d-printing-in-architecture> (дата звернення: 19.06.2025).

23. Прізвище І. П. 3D-моделювання персонажу для короткометражного ролика : магістер. робота / І. П. Прізвище ; Запорізький нац. техн. ун-т. – Запоріжжя, 2023. – 76 с. – Режим доступу: <https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c9cc731c-dbe6-4344-867a-5b7a8c2f4724/content>

24. Ганаба С. О., Паласюк М.І. *Filosofiya za profesiynym spryamyuvanniam* : [тип, напр. підручник, магіст. робота тощо] / І. П. Прізвище ; Тернопільський нац. технічний ун-т. – Тернопіль, 2024. – ____ с. – Режим доступу: URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/48336/1/Filosofiya_za_profesiynym_spryamyuvanniam_2024.pdf

(дата звернення: 19.06.2025).

25. Топ-5 безкоштовних програм для скульптури для 3D-моделювання. URL: <http://ua.insta3dm.com/info/top-5-free-sculpting-software-for-3d-modeling-42697977.html> (дата звернення: 19.06.2025).

26. Екодизайн: тренд чи необхідність? URL: <https://blog.stu.cn.ua/2020/08/06/ekodizajn-trend-chi-neobhidnist/> (дата звернення: 19.06.2025).

27. Найкраще програмне забезпечення для 3D-моделювання. URL: <https://easy3dprint.com.ua/uk/programne-zabezpechennya-dlya-3d-modelyuvannya/> (дата звернення: 19.06.2025).

28. Найкращі інструменти для графічних дизайнерів у 2025 році. URL: <https://dizz.in.ua/uk/najkrashhi-instrumenti-dlya-grafichnih-dizajneriv-u-2025-roczii/> (дата звернення: 19.06.2025).

29. Тимчишин В. С. Дослідження ефективності програмного забезпечення для 3D-моделювання різної складності : магіст. робота / В. С. Тимчишин ; Держав. ун-т телекомунікацій. – Київ, 2023. – 70 с. – Режим доступу: https://duikt.edu.ua/repozitorii/ist/2023/%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D1%87%D0%B8%D1%88%D0%B8%D0%BD%20%D0%92_%D0%A1_%D0%86%D0%A1%D0%94%D0%9C-61.pdf (дата звернення: 19.06.2025).

30. Barbakadze V. Основні принципи тривимірного моделювання : тез. доп. / В. Barbakadze ; Житомирський держ. ун-т ім. І. Франка. – Житомир, 2023. – С. 376–379. – Матеріали наук.-практ. конф. «Modern Problems of Science, Education and Society» (Київ, 24–26 квіт. 2023). – Режим доступу: <http://eprints.zu.edu.ua/36821/1/MODERN-PROBLEMS-OF-SCIENCE-EDUCATION-AND-SOCIETY-24-26.04.23-376-379.pdf> (дата звернення: 19.06.2025).

31. Тривимірна графіка. Основні поняття тривимірної графіки. Моделювання. URL: <https://prezi.com/p/v77zceh0cggha/presentation/> (дата звернення: 19.06.2025).

32. Урок: Анімація. Переміщення по кадрах. Шкала часу. Попередній перегляд анімації. Створення тривимірної анімації. URL: <https://vseosvita.ua/lesson/animatsiia-peremishchennia-po-kadrakh-shkala-chasu-poperednii-perehliad-animatsii-stvorennia-tryvymirnoi-animatsii-540177.html> (дата звернення: 19.06.2025).

33. Теоретичний матеріал на тему: "Принципи тривимірного моделювання". URL: <https://naurok.com.ua/teoretichniy-material-na-temu-principi-trivimirnogo-modelyuvannya-413762.html> (дата звернення: 19.06.2025).

34. Найкращі поради для роботи в Blender: секрети професіоналів. URL: <https://molbuk.ua/news/329979-naikrashchi-porady-dlia-roboty-v-blender-sekrety-profesionaliv.html> (дата звернення: 19.06.2025).

35. 3D Modeling Basics for Developers. URL: <https://daily.dev/blog/3d-modeling-basics-for-developers> (дата звернення: 19.06.2025).

36. What is 3D modelling and what is it used for? URL: <https://www.futurelearn.com/info/blog/general/what-is-3d-modelling> (дата звернення: 19.06.2025).

37. 3D Modeling in Blender: What Beginners Need To Know. URL: <https://www.upwork.com/resources/3d-modeling-in-blender> (дата звернення: 19.06.2025).

38. A Beginner's Complete Guide to Blender 3D. URL: <https://vagon.io/blog/complete-guide-to-blender-3d-for-beginners> (дата звернення: 19.06.2025).

39. How to Use Blender, the Free 3D Softwar. URL: https://kitbash3d.com/a/blog/how-to-use-blender-the-free-3d-software?srsltid=AfmBOor68aqvGZe_ajVmRsQVGaeqHKIFNLcXEcE4PmUvDNef5mH-3U9 (дата звернення: 19.06.2025).

40. Виходить новий серіал Fallout за серією відеоігор. URL: <https://babel.ua/texts/105874-fanati-poboyuyutsya-vihodu-novogo-serialu-za-videoigrovoyu-franshizoyu-fallout-superechki-pro-te-yaki-chastini-gri-krashchi-za-roki-tak-i-ne-vshchuhli-rozpovidayemo-yak-narodivsy-a-vsesvit-fallout-tezh> (дата звернення: 19.06.2025).

41. Beginner's Guide to Blender. URL: <https://www.instructables.com/Beginners-Guide-to-Blender/> (дата звернення: 19.06.2025).

42. Create 3D heads using only photos and images. URL: <https://keentools.io/products/facebuilder-for-blender> (дата звернення: 19.06.2025).

43. Creating Amazing 3D Characters in Blender: A Step-by-Step Guide. URL: <https://www.tripo3d.ai/blog/collect/creating-amazing--d-characters-in-blender--a-step-by-step-guide-tumra0xsx0a> (дата звернення: 19.06.2025).

44. Stylized Character Design. URL: <https://assist-software.net/blog/stylized-character-design> (дата звернення: 19.06.2025).

45. Creating-a-character-on-blender-step-by-step-guide-for-beginners URL: <https://www.neuralword.com/en/entertainment/cinema-film-tv-series/creating-a-character-on-blender-step-by-step-guide-for-beginners> (дата звернення: 19.06.2025).

46. Unlocking Blender: A Game-Changer for 2D Artists Venturing into Stylised Art. URL: <https://discover.therookies.co/2024/03/18/blender-a-game-changer-for-2d-artists/> (дата звернення: 19.06.2025).

47. Застосування Geometry Nodes в програмному пакеті Blender для задач процедурного моделювання. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/47008/1/Mag_2024_SNm_61_Topolnitskyi_N_M.pdf (дата звернення: 19.06.2025).

48. Як створювати 3D моделі аніме: необхідні інструменти. URL: <https://www.meshy.ai/uk/blog/anime-3d-model-maker> (дата звернення: 19.06.2025).

49. Створення 3D-моделі аніме-персонажа "Атаназ" засобами Blender. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/45855/1/2024_KRB_SN-42_Melnychuk_OS.pdf (дата звернення: 19.06.2025).

50. Як створити персонажа: створення пам'ятних особистостей для ваших історій. URL: <https://www.adazing.com/uk/how-to-build-a-character/> (дата звернення: 19.06.2025).

51. How to use Blender to create atmospheric concept art. URL: <https://www.creativebloq.com/how-to/use-blender-to-create-atmospheric-concept-art> (дата звернення: 19.06.2025).

52. Beginner's Guide to Character Creation Using Blender. URL: <https://discover.therookies.co/2022/04/12/beginners-guide-to-character-creation-using-blender/> (дата звернення: 19.06.2025).

53. 3D Character Modeling [Step-by-Step]. URL: <https://3dstudio.co/3d-character-modeling/> (дата звернення: 19.06.2025).

54. Overview of Jacobian IK. URL: <https://medium.com/unity3danimation/overview-of-jacobian-ik-a33939639ab2> (дата звернення: 19.06.2025).

55. The Complete Game Character Tutorial Series. URL: <https://superhivemarket.com/products/game-character-tutorial-series/docs> (дата звернення: 19.06.2025).

56. How to create a character in Blender for Unreal Engine. URL: <https://medium.com/@qerrant/how-to-create-a-character-in-blender-for-unreal-engine-f981670694b8> (дата звернення: 19.06.2025).

57. Kuhn C. Blender 2.8 Character Creation: Learn to confidently use Blender 2.8 to create your own 3D characters. 1-е вид. Packt Publishing, 2019. 350с.

58. Желібо, Є. П., Заверуха, Н. М., Зацарний, В. В. Безпека життєдіяльності : навч. посіб. / Є. П. Желібо, Н. М. Заверуха, В. В. Зацарний ; за ред. Є. П. Желібо. — [6-те вид., переробл. і допов.] — Київ: Каравела, 2008. — 338 с. — Режим доступу: <https://kntiis.od.ua/sites/default/files/files/bgdbook.pdf>

59. Мягченко, О. П. Безпека життєдіяльності людини та суспільства : навч. посіб. / О. П. Мягченко ; за ред. О. П. Мягченка. — К. : Центр учбової літератури, 2010. — 384 с. — Режим доступу: http://moodle.nati.org.ua/pluginfile.php/16207/mod_resource/content/1/Bezpeka_zhyttiedialnosti_liudyny_ta_suspilstva.pdf (дата звернення: 19.06.2025).

60. 7 кроків для планування аварійного відновлення хмари. URL: <https://www.serverion.com/uk/uncategorized/7-steps-for-cloud-disaster-recovery-planning/> (дата звернення: 19.06.2025).

61. Бедрій Я.І. Основи охорони праці : навч. посіб. 4-е вид. перероб. і доп. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2018. 240 с.

62. Івах, Р. М., Бедрій, Я. І., Білінський, Б. О., Козяр, М. М. Основи охорони праці : навч. посіб. / Р. М. Івах, Я. І. Бедрій, Б. О. Білінський, М. М. Козяр ; за ред. Р. М. Іваха. — 4-те вид., переробл. і допов. — Київ : Кондор, 2010. — 472 с. — Режим доступу: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Ivah_2010_464.pdf (дата звернення: 19.06.2025).

ДОДАТКИ

Додаток А

Кінцевий рендер розробленої моделі аніме-персонажа «Scavenger Knight»

