

Міністерство освіти і науки України
Університет митної справи та фінансів

Факультет інноваційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук та інженерії програмного забезпечення

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: «Розробка 3D моделі ігрового персонажу з використанням графічних редакторів»

Виконав: студент групи ПЗ 19-2
Спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Петренко С. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.ф.-м.н., доц. Лебідь О.Ю.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Рецензент: Спеціалізоване управління
розробки та супроводження програмного
забезпечення Департаменту з питань
цифрового розвитку, цифрових
трансформацій та цифровізації ДМСУ

(місце роботи)

головний державний інспектор відділу
розробки програмного забезпечення

(посада)

Бахтін О. В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Дніпро – 2023

АНОТАЦІЯ

Петренко С. О. Розробка 3D моделі ігрового персонажа з використанням графічних редакторів.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення». – Університет митної справи та фінансів, Дніпро, 2023.

Виpusкна кваліфікаційна робота складається з 3D моделі ігрового персонажа козака, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел у кількості 40 посилань, 52 сторінок, містить 52 рисунка та 1 таблицю.

Метою роботи є розробка 3D моделі ігрового персонажа козака з використанням сучасних технологій та графічних редакторів.

Об'єктом дослідження є сучасні технології розробки 3D моделей.

Предметом дослідження виступає розробка 3D моделі ігрового персонажа козака.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано етапи розробки 3D моделей персонажів в індустрії ігор, проведено дослідження доцільності задуманої ідеї та способів її реалізації.

Проаналізовано розробку моделей-аналогів та систематизовано знання, отримані з досвіду відомих 3D митців. Досліджено можливості програмного забезпечення, потрібні при виконанні поставленої задачі.

Після цього було складено потік робіт та план реалізації задуманої ідеї, проведено пошук інформації стосовно козацтва та результати подано у 2D просторі.

Персонаж був змодельований у 3D та оптимізований згідно технічного завдання, отримані результати презентовано.

Ключові слова: КОЗАК, МОДЕЛЮВАННЯ, 3D МОДЕЛЬ, 3DS MAX, SUBSTANCE PAINTER, GAME READY ПЕРСОНАЖ, КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ.

ABSTRACT

Petrenko S. A. Development of a 3D model of a game character using graphic editors.

Qualification work for the bachelor's degree in specialty 121 " Software Engineering" - University of Customs and Finance, Dnipro, 2023.

The final qualification work consists of a 3D model of the Cossack game character, introduction, three chapters, conclusions, a list of references in the amount of 40 references, 52 pages, contains 52 figures and 1 table.

The aim of the work is to develop a 3D model of the Cossack game character using modern technologies and graphic editors.

The object of research is modern technologies for developing 3D models.

The subject of the study is the development of a 3D model of a Cossack game character.

The qualification work analyzes the stages of development of 3D character models in the game industry, studies the feasibility of the conceived idea and ways to implement it.

The development of analog models is analyzed and the knowledge gained from the experience of famous 3D artists is systematized. The software capabilities required to accomplish the task were investigated.

After that, a workflow and a plan for implementing the idea were drawn up, information on the Cossacks was searched, and the results were presented in 2D.

The character was modeled in 3D and optimized according to the terms of reference, and the results were presented.

Keywords: COSSACK, MODELING, 3D MODEL, 3DS MAX, SUBSTANCE PAINTER, GAME READY CHARACTER, COMPUTER GAMES.

ЗМІСТ

ВСТУП5

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ8

1.1 Розробка персонажів для ігрової індустрії та постановка завдання8

1.2 Аналіз існуючих розробок персонажів17

1.3 Висновки до першого розділу22

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ СТВОРЕННЯ 3D
МОДЕЛЕЙ23

2.1 Інструменти розробки 3D моделей23

2.2 Розробка потоку робіт (workflow)28

2.3 Висновки до другого розділу33

РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ 3D МОДЕЛІ ІГРОВОГО
ПЕРСОНАЖУ КОЗАКА34

3.1 Реалізація моделі у 2D34

3.2 Реалізація моделі у 3D38

3.3 Висновки до третього розділу46

ВИСНОВКИ47

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ50

ВСТУП

Здавна ігри займають особливе місце у житті людини. Як культурний феномен, спосіб комунікації та навчання, вони поєднують у собі два стовпи, на які спирається успіх будь-якого починання: зацікавлення предметом фокусу та здорова мотивація, проявлена через конкуренцію або задля досягнення певної особистої мети.

В дитячому і підлітковому віці ігри відіграють вирішальну роль у розвитку особистості, стимулюють творчі здібності, розвивають соціальні та когнітивні навички, надають можливість досліджувати світ, вчать експериментувати та нестандартно мислити, працювати в команді і зміцнювати відчуття внутрішньої стійкості.

Навіть у дорослому віці вони не втрачають своєї значущості. Не важливо, комп'ютерні, мобільні чи настільні, для суспільства вони мають прикладне значення, починаючи від примітивного способу відпочинку та релаксації і закінчуючи успішною інтеграцією ігрових механік в науку, майже усі навчальні та освітні процеси, медицину, інколи комбінуючись з VR технологіями. Також варто зазначити і наступні нововведення: успішні реалізації загальноосвітньої програми для дітей у ігровій середі, онлайн музеї, історичні реконструкції та навіть навчання космонавтів та військових

Таким чином для людини XXI сторіччя з дитинства не є новиною змагання з кіберспорту, за останнє десятиліття підняті до всесвітньо визнаного рівня, шахові турніри, інтернаціональні спільноти з рольових настолок чи навіть осучаснені методики реабілітації пацієнтів з різним ступенем психічних чи фізичних розладів та травм.

Ігрова індустрія наразі у значній мірі є мастодонтом розвитку візуального технологічного прогресу та сприяє розвитку і покращенню технічних характеристик пристроїв, що здатні обробляти все більшу кількість даних, підвищуючи цим вимоги щодо графічної складової і запускаючи колесо прогресу.

Таким чином тема розробки 3D моделі ігрового персонажа актуальна цікава і потребує розгляду, а завдяки масовій популяризації української культури наразі можливо показати індустрії, що образ козацтва може бути не тільки яскравим та впізнаваним, але і успішно інтегруватись, не уступаючи загальновідомим образам, таким як японські самураї чи американські ковбої.

Як інструменти дослідження в даній кваліфікаційній роботі були використані наступні методи: спостереження, узагальнення, аналізу, синтезу, гіпотетичний, емпіричного рівня, експериментально-теоретичного рівня та 3D бачення.

Метою роботи є розробка 3D моделі ігрового персонажа козака з використанням сучасних технологій та графічних редакторів.

Об'єктом дослідження є сучасні технології розробки 3D моделей.

Предметом дослідження виступає розробка 3D моделі ігрового персонажа козака.

Для досягнення поставленої мети в ході виконання кваліфікаційної роботи було необхідно вирішити наступні завдання:

1. Проаналізувати етапи розробки 3D моделей персонажів в індустрії ігор; провести дослідження доцільності задуманої ідеї та способів її реалізації.

2. Знайти покрокові туторіали моделей-аналогів ігрових персонажів та систематизувати знання, здобуті при перегляді розробки у виконанні відомих 3D митців.

3. Провести дослідження щодо можливого програмного забезпечення, використання якого буде найбільш прийнятним та зрозумілим для виконання поставленої задачі.

4. Скласти потік робіт (workflow) та план реалізації задуманої ідеї.

5. Провести пошук інформації стосовно сукупних уявлень про козацтво; на основі знайденої інформації створити впізнаваний образ за допомогою техніки moodboard, реалізувати у 2D просторі отриманий результат та подати у вигляді ескізу, скетчу та концепт-арту; розробити reference board.

6. Змоделювати персонажа у 3D просторі згідно результатів, отриманих у попередньому пункті; провести оптимізацію полігональної сітки моделі, зробити UVW розгортку, реалізувати текстурінг, ріг і скін та презентувати отриманий результат.

В результаті виконання завдань кваліфікаційної роботи бакалавра можна підтвердити наступні програмні результати, що відповідають освітній програмі 121 «Інженерія програмного забезпечення»:

ПР01 – аналіз, цілеспрямований пошук і вибір необхідних для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникових ресурсів і знань з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки;

ПР03 – знання основних процесів, фаз та ітерацій життєвого циклу програмного забезпечення;

ПР06 – уміння вибирати та використовувати відповідну задачі методологію створення програмного забезпечення;

ПР09 – знати та вміти використовувати методи та засоби збору, формулювання та аналізу вимог до програмного забезпечення;

ПР11 – вибір вихідних даних для проектування, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання;

ПР14 – застосовувати на практиці інструментальні програмні засоби доменного аналізу, проектування, тестування, візуалізації, вимірювань та документування програмного забезпечення;

ПР23 – вміння документувати та презентувати результати розробки програмного забезпечення.

Структура кваліфікаційної роботи бакалавра складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел у кількості 000 посилань, 52 сторінок, містить 52 рисунка та 1 таблицю

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Розробка персонажів для ігрової індустрії та постановка завдання

Сучасний ринок ігрової індустрії у контексті поточних подій, що підняли на всесвітній рівень українську культурну спадщину, етнос та оспівування історичних героїв, диктує нові правила сприйняття суспільством національної гідності і вимагає від нас розробки та просування не тільки медійного контенту, але і ігор, спрямованих на поширення цієї тематики.

Проте, для успішного поширення ідеї кількість 3D моделей має значно перевищувати попит споживача, хоча ситуація на ринку має діаметрально протилежну тенденцію. Саме тому розробка ігрового персонажа козака, готового до подальшого використання і інтеграції в ігри доцільна та актуальна з урахуванням майже абсолютно пустої ніші на ринку.

Таким чином, постановка завдання та мета кваліфікаційної роботи бакалавра – спроектувати та розробити 3D модель ігрового персонажу українського народного героя – козака, з використанням сучасних технологій та графічних редакторів.

Для її розв'язання було проаналізовано життєвий цикл створення персонажів для ігор та програмні продукти, які можуть допомогти в їх реалізації, а також, на основі отриманих даних, було розроблено проект та зважено потік робіт.

Реалізація будь-якого 3D об'єкту – це багатоетапний кропіткий процес, який при професійному студійному підході найчастіше виконується командою вузькоспрямованих спеціалістів. Проте, маючи відповідні до потреб навички, всі етапи можливо опанувати самотужки. Розглянемо процес створення 3D моделей персонажів в індустрії ігор більш детально.

Все починається з ідеї та концепції. Візуальні образи – перше, що сприймає і обробляє людський мозок, отже результативність всієї подальшої

роботи залежить від правильно підбраного зовнішнього фактора, дизайнерського рішення, вмілої передачі характеру моделі і підбору відповідних до нього візуальних ярликів.

Для кращого розуміння та сприйняття вигаданих образів, а також на базі існуючих потреб, створюється moodboard – своєрідна дошка настрою, що складається з певної добірки світлин, робіт інших художників, скріншотів з кінокартин та будь-яких інших візуально задокументованих у цифровому форматі об'єктів, які можуть допомогти краще зрозуміти потрібний настрій, антураж майбутньої моделі, враження, яке вона має викликати у глядача.

Приклад moodboard для дизайну персонажу наведений на рисунку 1.1.

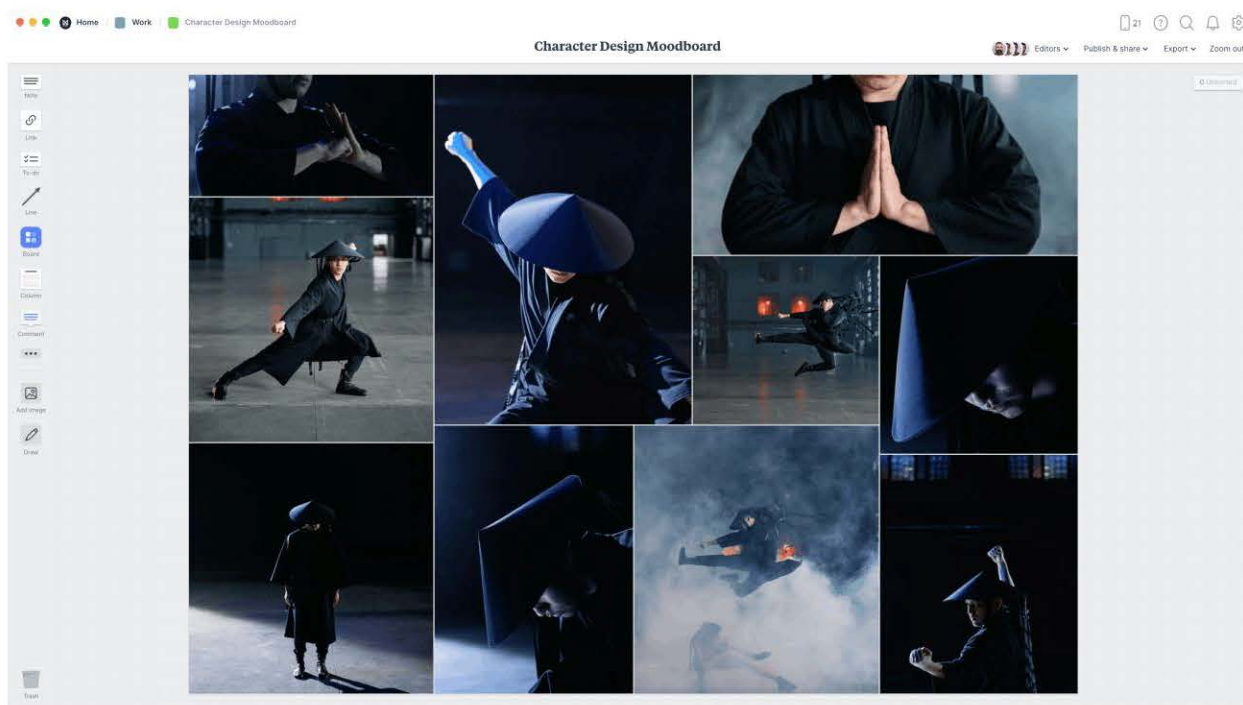


Рисунок 1.1 – Moodboard

Наступним кроком художник перетворює створений образ на 2D скетч та робить грубі ескізи базових форм. Спеціаліст підбирає зовнішній вигляд згідно бажаних характеристик та історії моделі, лору гри, робить технічні поправки для її успішного подальшого використання та враховує специфіку оточення, в якому вона буде знаходитись.

Найчастіше, перед початком або в процесі роботи, спеціаліст створює дошку референсів (reference board). Вона має спільні риси з moodboard, а також може бути його похідною, проте має низку відмінностей: зображення підбираються не з метою розуміння настрою чи загального бачення, а для уточнення чи запозичення певних деталей та отримання додаткової інформації, потрібної для безпосередньо опрацювання моделі.

Наочним прикладом можна привести наступну дошку референсів, наведену на рисунку 1.2, потрібну для розуміння будови одягу та обладунків персонажа, як основи образу.

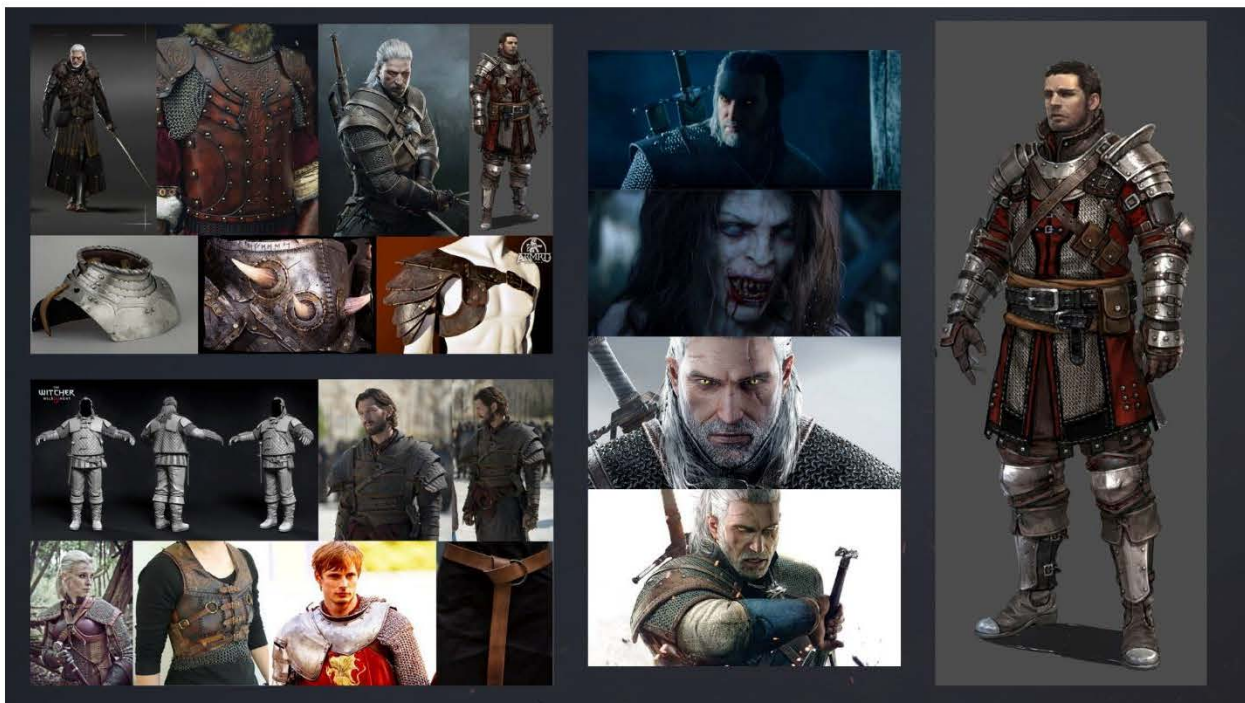


Рисунок 1.2 – Reference board

Прикладом скетчингу розглянемо рисунок 1.3. Зазначимо, що детальність ескізів виконана на доволі низькому рівні, оскільки витримана основна задача художника – гармонійне комбінування базових крупних форм, завдяки чому у значній мірі підвищується впізнавання глядачем об'єкта.

Отже, як результат, людина чітко розуміє, що за персонаж показаний, якої він статі, статури та складу характеру.



Рисунок 1.3 – Скетчі персонажів

Розглянемо і відмінний підхід у створенні ескізу, зображений на рисунку 1.4. Представлений спосіб спирається на використанні градації сірих відтінків, нанесених великими плямами, як спосіб уникнення не доцільного заглиблення у деталі, що в свою чергу допомагає оперувати лише загальним враженням про об'єкт, не відволікаючись на менш важливі речі.

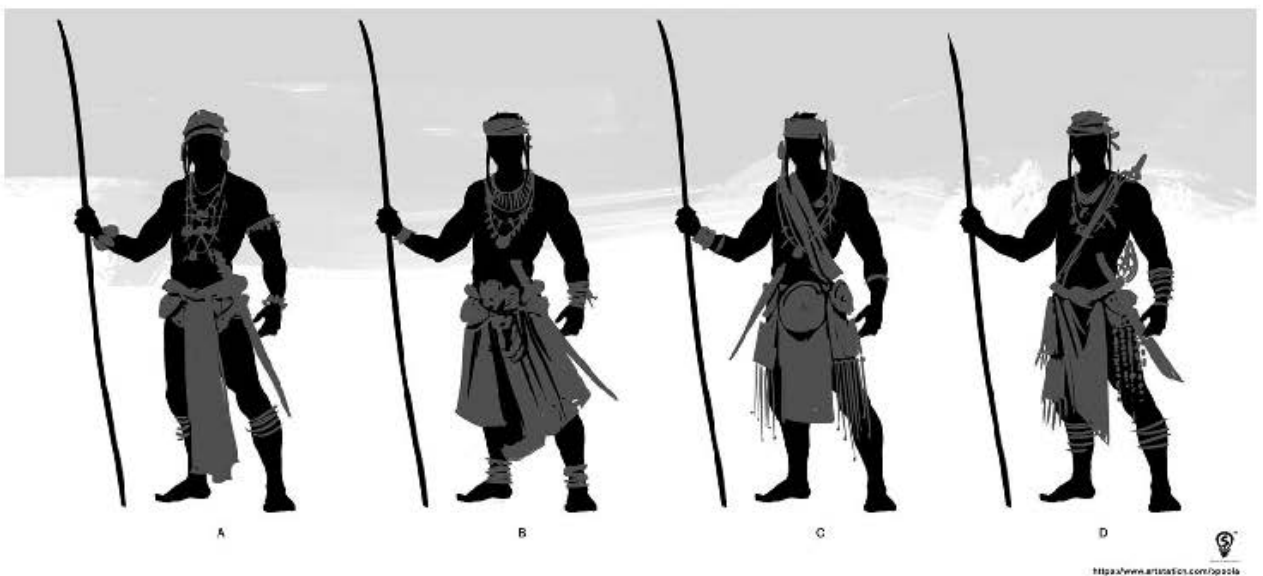


Рисунок 1.4 – Силуетний ескіз

Також варто зазначити, що даний спосіб вважається результативнішим, оскільки спирається не тільки на візуальну складову, але і на особливість розпізнавання мозком образів безпосередньо через контури і, як висновок, силуети.

В процесі внесення правок та деталізації скетч перетворюється на концепт-арт. Він містить набагато більше інформації стосовно зовнішнього вигляду майбутньої моделі, показує її з різних ракурсів, у різному фізичному чи емоційному стані, виокремлює особливості та відмінності статури, кольору, тону, характеру сприйняття та слугуватиме своєрідним кресленням, на яке спиратиметься спеціаліст з 3D моделювання. Тобто, концепт-арт є узагальненням усієї проведеної на попередніх етапах роботи.

Як приклад, розглянемо сформований концепт-арт персонажу на наступному рисунку 1.5, скетч якого був наведений раніше на рисунку 1.4.



Рисунок 1.5 – Концепт-арт персонажа

Отже бачимо, що художник перейшов від найбільш вдалого силуету до чітко сформованої моделі. Наразі яскраво зображений рівень детальності,

стилістична приналежність персонажу, його одяг; у відповідній палітрі зазначені використані кольори. Виокремлені груди з татуюванням та зброя.

Надалі отримані результати передаються спеціалісту з 3D моделювання. В залежності від специфіки моделі, він обирає певні техніки для роботи та відповідні інструменти, спираючись на ситуацію. Приклад вигляду змодельованого персонажа наведено на рисунку 1.6.

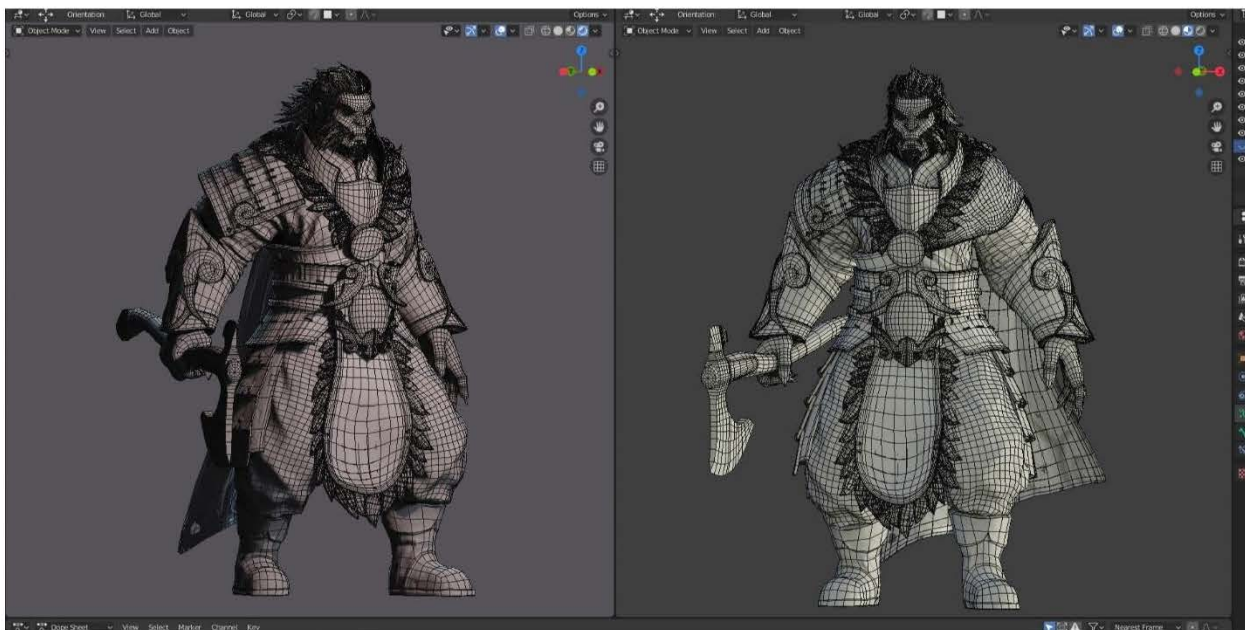


Рисунок 1.6 – Геометрія змодельованого персонажа

Після створення доволі деталізованої моделі в ігровій індустрії проводиться етап по її спрощенню – ретопологія. Як правило, цим займається або сам моделер, або окрема людина з команди.

Найбільшою складністю даного процесу є конфлікт технічних можливостей при бажаній максимізації якості результату. Тобто, основна задача, поставлена виконавцю – максимально спростити модель з урахуванням найменших втрат щодо якості та особливостей її ролі у грі.

Впливовою змінною в даному випадку буде сфера подальшого використання моделі, згідно якого вимоги щодо її оптимізації відповідно збільшуються або зменшуються. Так для середньостатистичного персонажа, розробленого для мобільної гри, кількість полігонів варіюється від 300 до

1500, у той час як для ігор на стаціонарних чи персональних комп'ютерах ця кількість може збільшитись до 10 000-20 000.

Приклад оптимізації топологічної сітки за допомогою ретопології наведено на рисунку 1.7.

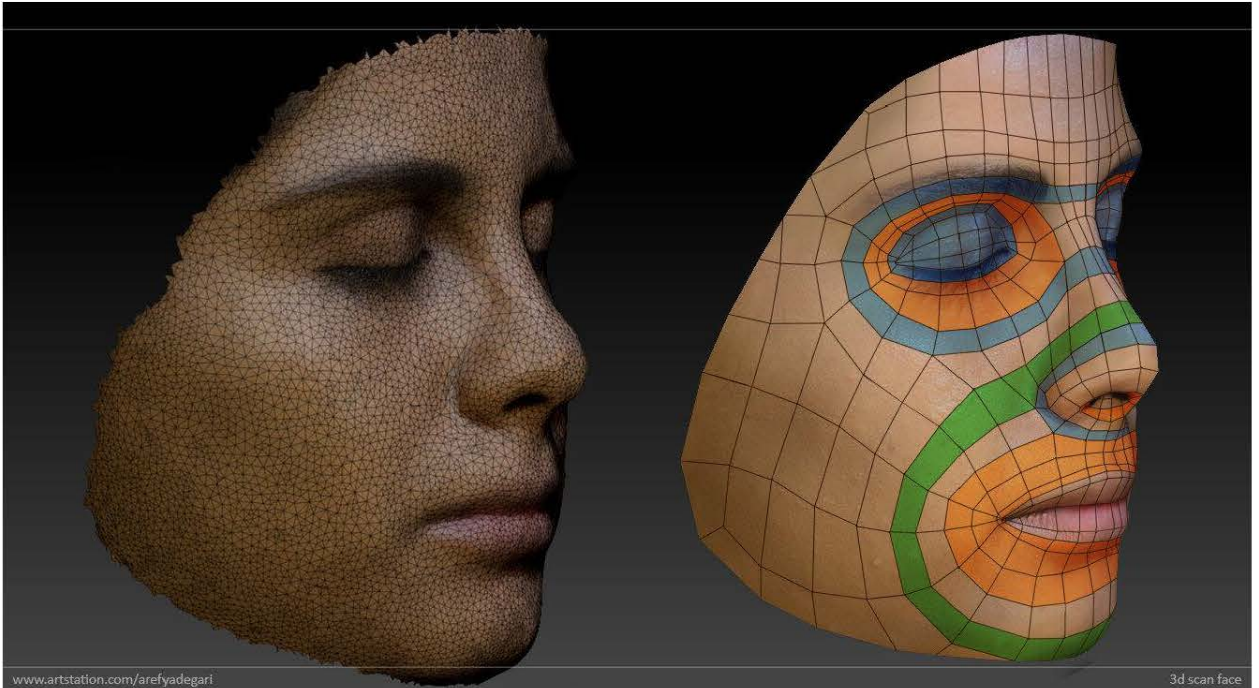


Рисунок 1.7 – Приклад ретопології

Наступним кроком проводиться розгортка моделі. Завдяки цьому процесу координати із тривимірного простору конвертуються у двовимірний шляхом кластерного розрізання моделі.

Цей процес дозволить зберігати дані про колір, візуальні висоти, ступінь блиску, прозорості, відбиття поверхнею світла, відображати деталізовані частини геометрії на спрощену у попередньому етапі сітку завдяки проекції мап нормалей.

На рисунку 1.8 можна побачити модель роботоподібного персонажа зліва та його двовимірну UV розгортку справа.

Після завершення процесу текстурінгу отримані 2D проекції тривимірного об'єкту експортуються згідно вимог ігрового рушія, в який він імпортуватиметься.



Рисунок 1.8 –Модель та його UV розгортка

Одним із завершальних етапів візуальної подачі моделі є шейдінг. Спеціаліст імпортує отриману розфарбовану модель разом із її 2D проекціями UV чи UVW розгортки та налагоджує їх для максимально прийнятної та привабливої картинки, яку бачитиме гравець через екран або роботодавець у портфоліо.

Під час виконання цього процесу за допомогою певних інструментів розробки створюються матеріали, завдяки яким програма, що відтворює тривимірний об'єкт здатна прив'язати і коректно відтворити дані, отримані з UV map та зробити таким чином зворотню конвертацію з 2D у 3D.

На рисунку 1.9 можна побачити процес шейдінгу безпосередньо у середі ігрового рушія.

Цей етап може бути пропущеним, якщо невідомо, для якого програмного продукту готується модель, або якщо кінцева мета полягає лише у візуалізації цієї моделі за допомогою іншого програмного забезпечення.

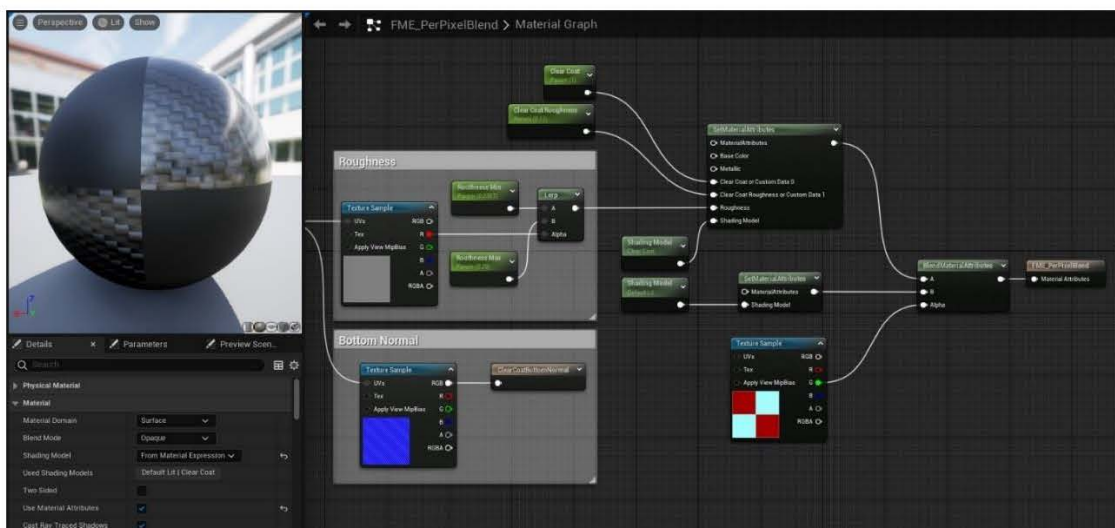


Рисунок 1.9 – Шейдінг об'єкту у Unreal Engine

Наступним кроком модель передають спеціалісту по рігу та шкіну. Самі етапи представляють собою послідовність дій, завдяки якій всередині моделі створюється кісний скелет, що навантажуватиметься прилеглими до нього точками геометрії.

Процес рігу включає в себе створення системи кісток, спрощеної, але концептуально дуже схожої на реальне їх положення у людському тілі із урахуванням суглобів на місцях згину. При створенні шкіну, так само як до кісток людини прикріплюються м'язи, до кісток моделі – вертекси. Розглянемо детальніше обидва процеси на рисунку 1.10 та 1.11.

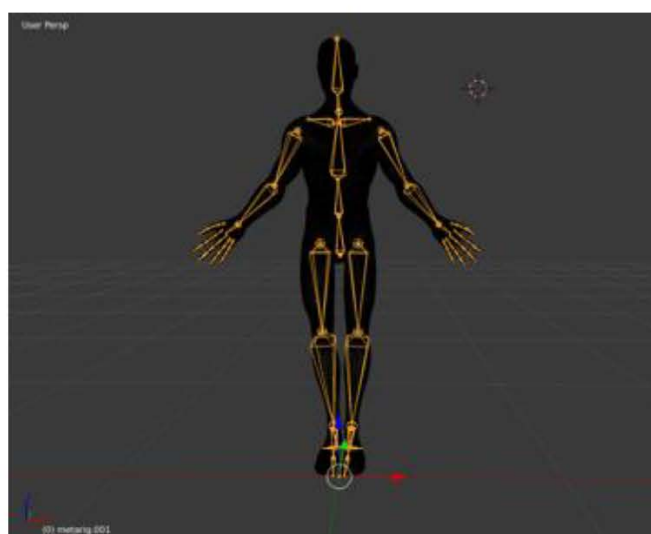


Рисунок 1.10 – Кістки ріга персонажа

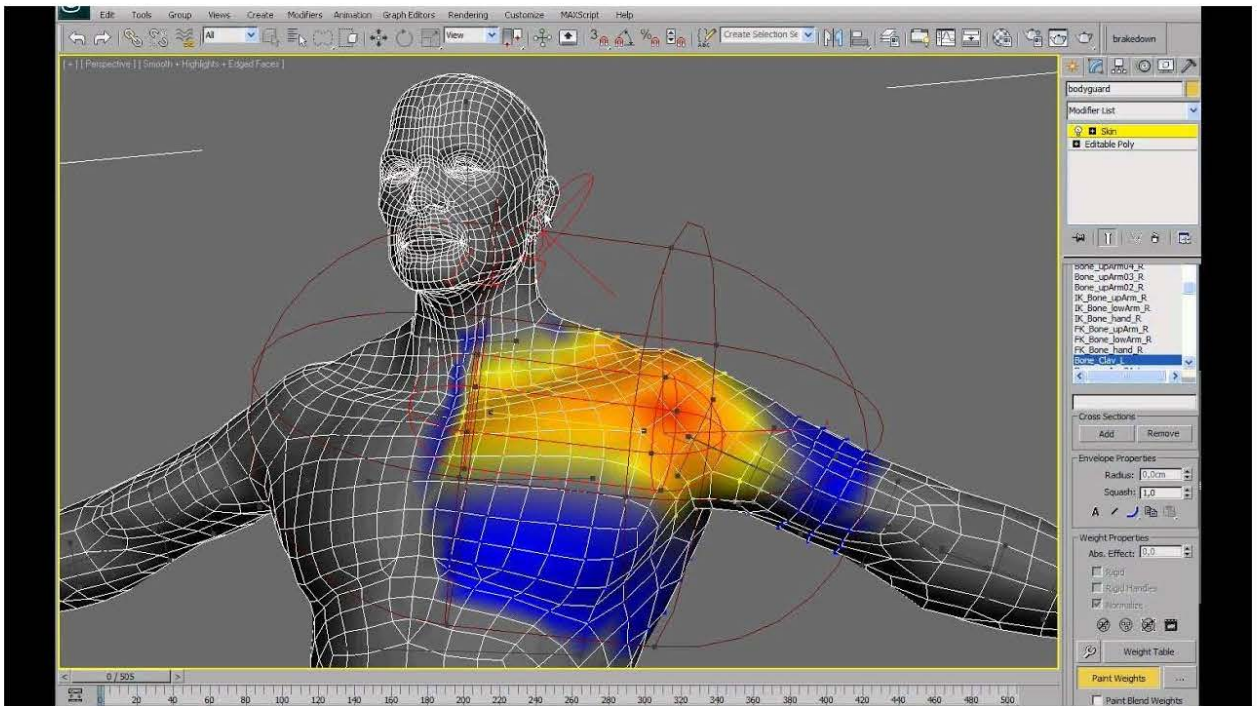


Рисунок 1.11 – Процес шкіни

Варто прийняти до уваги, що етапи шейдінгу і текстурінгу можуть відбуватись паралельно із процесом ріга та шкіни.

На цьому процес створення самої моделі і придатності її до ігрового рушія можна вважати завершеним. За потреби, отриманий результат можна відрендерити в спеціально підготовленій сцені для презентації отриманого результату. Будь-які подальші маніпуляції вже виконуватимуть за вказівок сценаристів, аніматорів, акторів та програмістів.

1.2 Аналіз існуючих розробок персонажів

Під час процесу дослідження шляху створення 3D ігрових персонажів, як одну із моделей-аналогів було використано роботу FlyCat Fly із жінкою - войовницею (рисунки 1.12 та 1.13). Автор поетапно показує розробку у форматі відео на мультимедійній платформі YouTube.

Як результат роботи, модель була повністю підготовлена до імпорту до ігрового рушія.



Рисунок 1.12 – Презентація моделі у русі

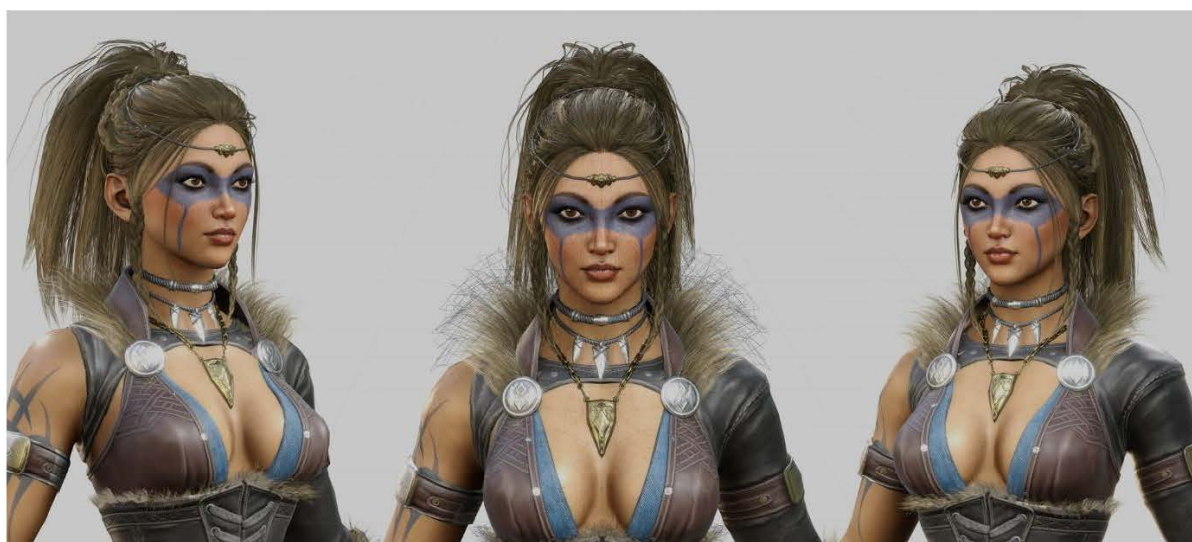


Рисунок 1.13 – Презентація моделі

Реалізація моделі виконана якісно та на достатньо високому рівні. Як висновок, було виявлено певні прикмети, до яких слід приділяти увагу при створенні власного персонажу:

- полігональна сітка має бути акуратною і оптимізованою на вигляд, на місцях суглобів її розмірність має збільшуватись;
- розгортку моделі слід складати згідно різновиду матеріалу, з якого вона знята;
- важливе утримання пропорцій, баланс тіла моделі;

- має бути наявна стилістична відповідність референсу;
- текстури та матеріали мають виглядати природньо;
- рiг і скiн створений якiсно, якщо модель не має яскраво виражених викривлень чи артефактiв.

З особливостей роботи, в якості концепт-арту пропорцій тіла FlyCat Fly запозичив креслення з підручника по анатомії для художників (рисунок 1.14) та концепт-арт художника АК (рисунок 1.15).

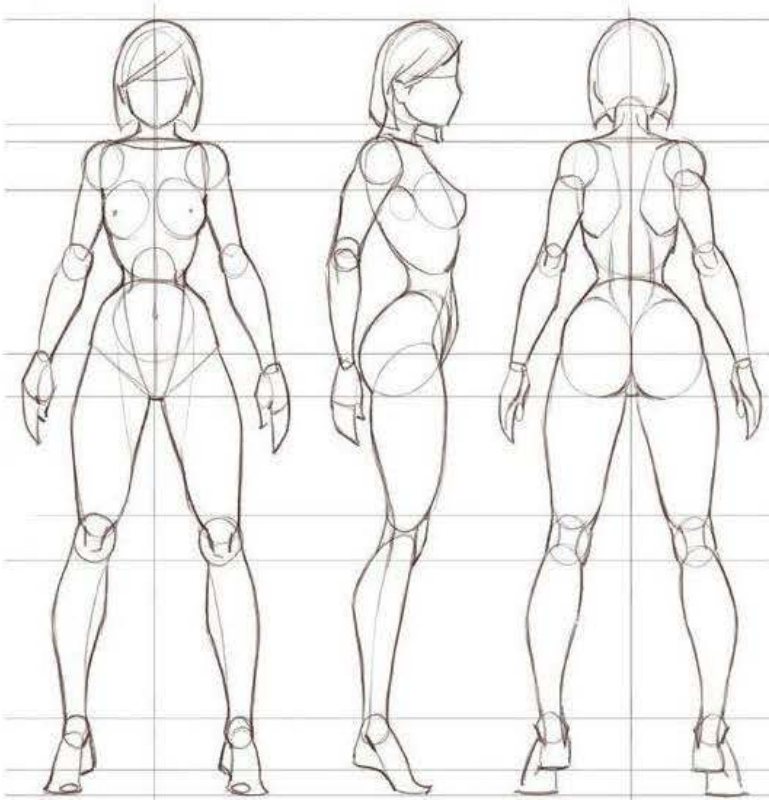


Рисунок 1.14 – Креслення тіла



Рисунок 1.15 – Концепт-арт

Уся робота була виконана за допомогою програмного забезпечення Blender та Substance Painter. В процесі розробки етапи моделювання, ретопології, UVW розгортки та текстурінга тісно переплітались, переходячи один від одного до тих пір, поки модель не набула свого остаточного вигляду. Даний підхід пов'язаний з великою кількістю деталей та спроможності автора розпаралелювати процеси і виконувати їх самотужки.

Недоліків у роботі виявлено не було.

Наступним персонажем-аналогом був узятий антропоморфний персонаж автора Nikolay Naydenov. Результат його роботи представлений на рисунку 1.16 та 1.17.



Рисунок 1.16 – Презентація персонажа



Рисунок 1.17 – Презентація геометрії персонажа

З першого погляду видно, що робота виконана якісно. Автор створив безкоштовну серію уроків по створенню даного персонажа, подивитись яку можна у форматі відео на мультимедійній платформі YouTube. Майже вся робота була виконана у програмному застосунку Blender.

Як результат виконаної роботи було отримано game ready персонажа для гри студії Gameloft. Були пройдені усі етапи розробки, окрім ріга та шкіни, що робить модель статичною. Під час ознайомлення було зроблено наступні висновки:

- важливу роль відіграють технічні нюанси розробки та розуміння ролі моделі у грі;
- елементи, що можуть змінюватись в персонажі за сценарієм гри, мають бути заміщені на відповідну геометрію (рисунок 1.18);
- велика кількість референсів допомагає краще уявити модель у тривимірному просторі;
- геометрія після ретопології не обов'язково має бути симетричною.

Недоліків в даній роботі виявлено не було.

Отже, слідування досвіду професіоналів пришвидшує процес навчання та дає змогу розібратись у великій кількості питань технічного характеру. Отримані навички надають змогу звертати увагу на розповсюджені помилки, яких слід уникати при реалізації власної моделі, а також визначати місця, які не потребують занадто прискіпливого опрацювання.



Рисунок 1.18 – Приклад окремих елементів моделі, готових до заміщення

1.3 Висновки до першого розділу

Процес розробки персонажів в індустрії ігор – комплексний, складний та водночас цікавий процес, що поєднує у собі велику кількість навичок та знань у рамках галузі.

Щорічно потреба у якісних 3D моделях зростає, а попит на них збільшується, оскільки ігрові механіки успішно впроваджуються в культурне та суспільне життя людей майже усіх вікових категорій.

В процесі аналізу зібраної інформації було виявлено, що для вдалого створення персонажа слід дотримуватись цілої низки певних етапів, такі як, наприклад: створення спеціальних дошок, скетчів та ескізів, концепт-арту, 3D моделювання, ретопологія, розгортка, текстурінг, ріг та скін.

Також було підібрано декілька персонажів-аналогів, розроблених професійними 3D митцями, та розглянуто записи створення цих моделей, завдяки чому набуті знання було систематизовано та виявлено вузькі місця на певних етапах розробки.

РОЗДІЛ 2.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ СТВОРЕННЯ 3D МОДЕЛЕЙ

2.1 Інструменти розробки 3D моделей

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка 3D моделі ігрового персонажа козака з використанням сучасних технологій та графічних редакторів.

Як було зазначено у першому розділі, ідеї та концепції на початкових етапах розробки зазвичай матеріалізуються графічно у растрових 2D редакторах. В рамках даної роботи було проведено аналіз найпопулярніших із них, придатних до потреб поставленої задачі, а саме: можливість зручного скетчінгу, малювання концепт-арту та створення moodboard та reference board.

Для реалізації постановки завдання в двовимірному просторі у програмного забезпечення як необхідні було визначено наступні інструменти розробки, наведені на рисунку 2.1, якість яких оцінена від 0 до 10:

Порівняльна таблиця 2D програм				
Інструменти розробки (2D) (суб'єктивне оцінювання від 0 до 10)	Програмний продукт			
	Adobe Photoshop	PaintTool SAI	Autodesk SketchBook Pro	Krita
Велика кількість різноманітних видів кистей та можливість гнучко їх налаштувати	10	9	9	9
Можливість оперувати великою кількістю референсних зображень в одному файлі	10	8	8	9
Здатність відкривати в єдиному вікні більше одного файлу (мультивіконність)	10	10	0	0
Швидкість опрацювання не сильно знижується при роботі з великими розмірами файлу	10	6	7	9
Зручна організація маскування, маркування та групування слоїв	10	8	9	10

Рисунок 2.1 – Порівняльна таблиця 2D програм

Як висновок із обробленої інформації щодо роботи у даних програмних застосунках можна стверджувати, що найкращими варіантами слугуватимуть такі програми як Adobe Photoshop та Paint Tool SAI. Згідно табличних даних найкращий результат очікується саме від Adobe Photoshop, який і було обрано для реалізації графічної складової кваліфікаційної роботи як найпотужніший, найбільш вживаний та простий у використанні програмний застосунок з великою базою навчальних посібників та вбудованих можливостей.

Наступним кроком було детально розібрано наявні методи та інструменти розробки моделей ігрових персонажів у тривимірному просторі і їх наявність в рекомендованих 3D художниками програмних застосунках.

Для цього більш детально було розібрано різність підходів щодо створення 3D моделей, які в деяких випадках потребують лише певних технік та інструментів, вбудованих в багатофункціональне програмне забезпечення, а в деяких – окремі спеціалізовані програмні продукти.

В залежності від специфіки бажаного результату та навичок, моделер обирає свій шлях розробки та комбінує різні види моделювання за потреби.

Приведемо приклад найбільш розповсюджених в ігровій індустрії підходів щодо моделювання персонажів. Це такі як:

- hard surface моделювання (рисунок 2.2);
- скульптінг (рисунок 2.3);
- симуляції шиття тканин (рисунок 2.4).

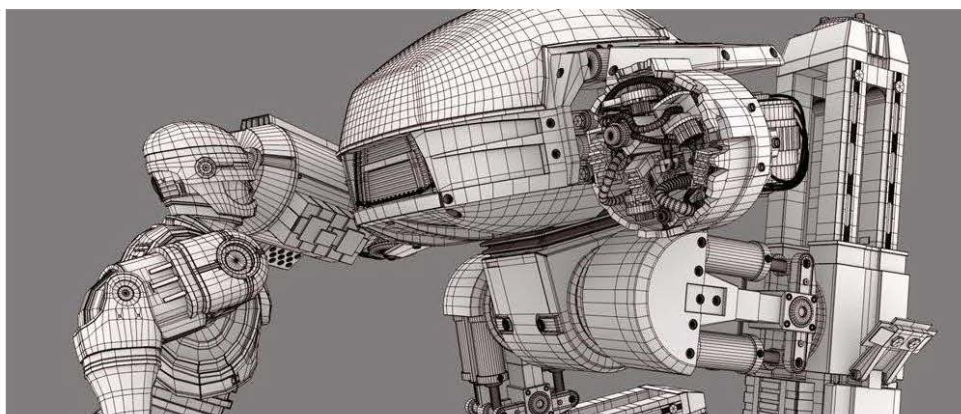


Рисунок 2.2 – Hard surface моделювання



Рисунок 2.3 – Скульптинг

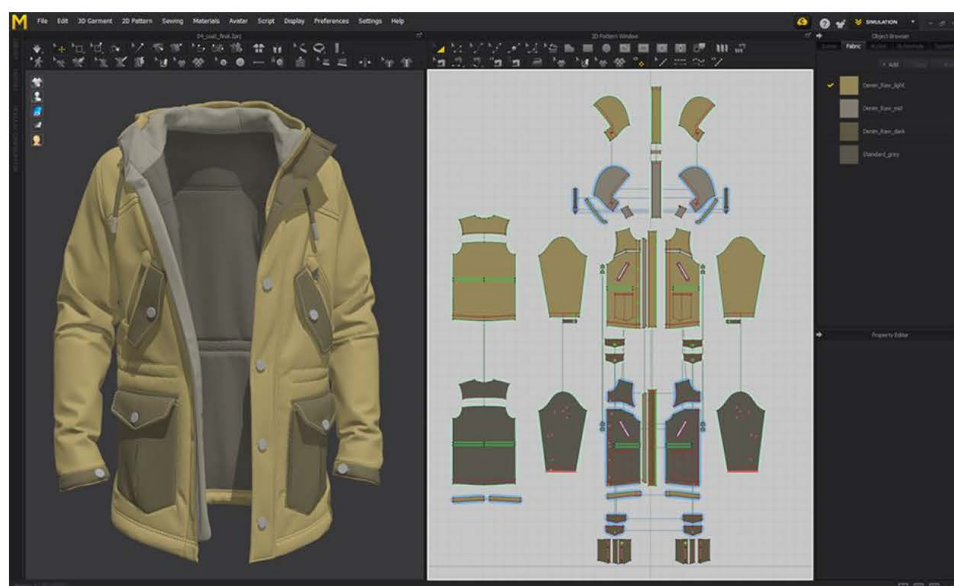


Рисунок 2.4 – Симуляція шиття одягу

Варто зазначити, що дані підходи відрізняються не тільки інструментами розробки, але і принципом взаємодії з користувачем, методами і швидкістю опрацювання комп'ютером наданих запитів.

Доволі цікаво, що деякі види програмних застосунків не зупиняються лише на етапі моделювання, але і можуть поєднувати у собі майже усі інструменти, необхідні для створення 3D моделі ігрового персонажа практично на всіх етапах розробки. Таким чином при подальшому аналізі було

враховувано також можливість чи неможливість проведення процесу ретопології, розгортки, текстурінга, шейдінга, рігу та шкіну, іншого.

Проте, на відміну від моделювання, вище перелічені етапи використовують практично ідентичні одна одній техніки, тому не потребують додаткової класифікації.

Згідно аналізу великої кількості інформації, узятій із відкритих джерел, відгуків 3D художників, які працюють з певним програмним забезпеченням, огляд програмних реалізацій певних інструментів, було проведено порівняльний аналіз, заснований на суб'єктивних відчуттях та висновках щодо можливостей розглянутих програмних продуктів.

На основі власних спостережень було створено порівняльну таблицю, яка числом від 0 до 10 (де 0 – повна відсутність реалізації певного етапу розробки, а 10 – відмінна його реалізація) оцінює якість реалізації інструментів даного програмного забезпечення у відповідності до етапу розробки, який розглядався.

Отримана таблиця наведена на рисунку 2.5:

Порівняльна таблиця 3D програм							
Етапи розробки (3D) (суб'єктивне оцінювання від 0 до 10)		Програмний продукт					
		3DS MAX	ZBrush	Blender	Marvelous Designer	Maya	Substance Painter
Моделювання	Hard surface моделювання	10	5	10	0	10	0
	Скульптінг	2	10	9	0	5	0
	Симуляція шиття тканини	7	6	6	10	5	0
Ретопологія		9	8	7	5	10	0
Розгортка		10	8	8	4	9	0
Текстурінг		3	5	9	8	3	10
Шейдінг		10	7	10	0	10	0
Ріг та шкін		10	2	10	0	10	0
Зручність у сприйнятті програми		10	9	8	8	8	9
Наявність якісних туторіалів		10	9	10	7	9	9

Рисунок 2.5 – Порівняльна таблиця 3D програм

Як результат, більшість програм надає доволі гарні показники, гідно показуючи себе у різних сферах розробки 3D об'єктів. Через це було вирішено вводити змінну-ствердження, що для реалізації персонажу на етапі моделювання як найбільш прийнятний обрано лише метод скульптінгу.

Також віддавалась перевага вузькоспрямованим програмам, оскільки було прийдено висновку щодо їх кращої компетенції у ніші, на якій програма спеціалізується.

Тоді згідно отриманих результатів та власних вподобань найбільш прийнятними слід вважати такі рішення щодо вибору програмних застосунків для розробки моделі персонажа:

- моделювання методом скульптінгу в ZBrush;
- ретопологія, розгортка та шейдінг в 3DS MAX;
- текстурінг в Substance Painter.

Для рiга та шкіна було вирішено скористуватись окремим WEB-застосунком компанії Adobe – Mixamo. Даний ресурс надає безкоштовний, швидкий та результативний спосіб автоматизації обох процесів, а також можливість назначати анімацію моделі та експортувати отриманий результат у різних форматах. Приклад інтерфейсу наведено на рисунку 2.6.

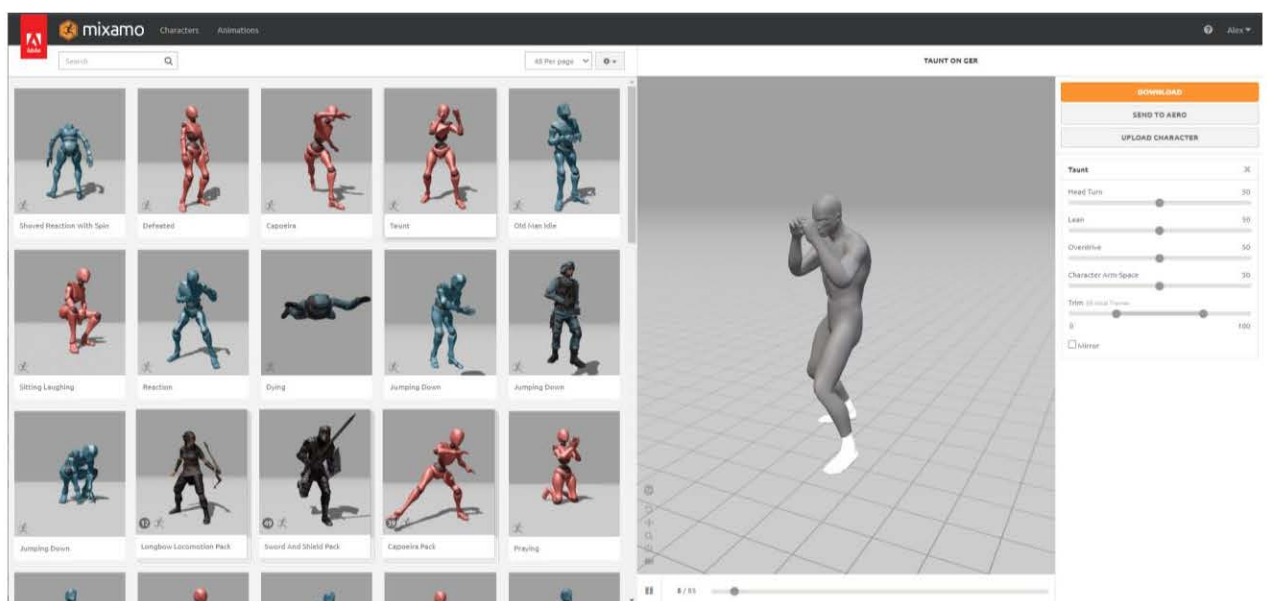


Рисунок 2.6 –

2.2 Розробка потоку робіт (workflow)

Наступним кроком було створення певних вимог щодо образу козака. Для цього було проведено пошук інформації стосовно козацтва, сукупних уявлень про образ, згадки в літературних збірках, прозі, віршах, кінострічках, архівних записах, на основі яких образу може прийняти максимальну відповідність реаліям чи очікуванням з боку глядача.

До вимог входять такі пункти:

- козак має бути впізнаваним, сприйматись харизматичною особистістю та узагальнювати загальноприйнятий сукупний образ козацтва. Зовнішня ідентифікація відповідає слов'янській етнічній групі;

- на голові наявний чуб та довгі вуса, очі спадаючої лінії, напруженої зверху від носа і вниз до скронь; погляд сумний, повіки навислі. Ніс з горбинкою, м'ясистий. Губи тонкі, підборіддя масивне;

- зовнішньо чоловік має сприйматись близько 30-35 років, бути середнього зросту, жилистого складу статури, груди голі, фігура прямокутник. У поставі таз трохи вип'ячений вперед, спина злегка сутулувата, голова похилена. Вуха трохи відтопирені. Має характерно довгі ноги з ледь помітним викривленням як вторинною ознакою досвідченого верхового;

- одягнений в шаровари, на ногах чоботи; можливий варіант босоніж. На торсі широкий пояс для меча та мушкету. Верх без одягу, можливі варіанти в вишиванці або у шкіряному жилеті. На одягу обов'язкова наявність вишитого орнаменту;

- образ має сприйматись грізно, але без прямого виклику у поставі;

- козак має бути витриманий у середньому між стилізованим та реалістичним стилями. Руки, ноги і голова не в значній мірі відхилені пропорційно;

- можливі атрибути та аксесуари: люлька, батіг, сережка, шпага, мушкет.

Надалі було виявлено потребу у створенні технічного завдання, без якого почати розробку персонажа неможливо.

До нього увійшли такі пункти:

- при фінальному експорті полігональна сітка моделі має бути триангульованою;

- для ігрової моделі на персональні комп'ютери чи ноутбуки, фінальна кількість полігонів має варіюватись від 10 000 до 15 000;

- за наявності рігу усі кістки мають бути класично перейменовані та не мати жодних solvers чи constrains, тобто бути окремими не прив'язаними один до одного об'єктами;

- геометрія тіла персонажа, що повністю закрита одягом, має бути видалена та не підлягає скіну;

- елементи одягу, такі як, наприклад, манжети, поясна частина штанів та подібне, мають бути закриті геометрією всередину для уникнення пустот у випадку сильної деформації моделі під час анімації;

- модель має бути розгорнута типом UVW, тобто певні кластери об'єкту можуть мати власні текстурні мапи;

- модель має бути максимально схожою з концепт-артом;

- текстурні мапи експортуються у розширенні не менше 2 000 пікселів за одною з сторін та при якості у 96 dpi;

- в процесі гри перевдягання моделі не передбачається, тому фінальний експорт можна вважати єдиною варіацією вигляду персонажа.

Після розуміння вимог та сформованого технічного завдання було проведено моделювання процесів розробки та створено відповідного для їх реалізації workflow.

Розпочинати будь-яке моделювання складних процесів варто, попередньо розбивши їх на підпроцеси, систематизувавши та упорядкувавши їх до єдиної структури.

Саме тому впровадження структурно-функціонального моделювання розробки персонажу є доцільним та практичним. Даний вид моделювання було виконано за допомогою нотації IDEF0.

Для візуалізації наступних схем моделі та її декомпозицій було використано програмне забезпечення Figma.

Отримана діаграма нульового рівня відображає наявну в процесі розробки інформацію як вхідну, що і зображено на рисунку 2.7.

Як вихідна зазначається інформація щодо мети реалізації та уявлення про об'єкт, що має бути змодельований. Методики моделювання та технічне завдання управляють процесами розробки 3D моделі ігрового персонажа козака. Як результат, на виході отримуємо рендери, тобто візуалізовані зображення.



Рисунок 2.7 – Діаграма нульового рівня (контекстна) моделі IDEF0

Зробимо декомпозицію першого рівня діаграми IDEF0. Отриманий результат показаний на рисунку 2.8.

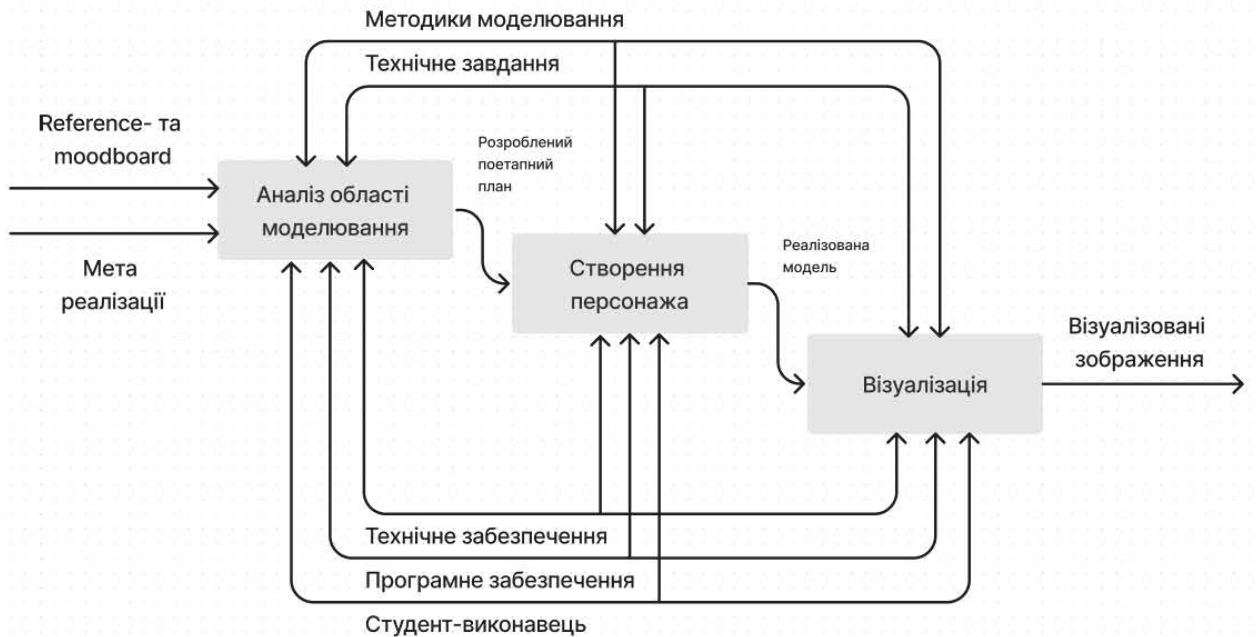


Рисунок 2.8 – Декомпозиція першого рівня моделі IDEF0

В першому блоці було проведено аналіз області моделювання, в той час як в другому – етапи та процеси, задіяні для реалізації моделі персонажа у 2D та 3D просторі.

Третій блок присвячений візуалізації та налаштуванню сцени для презентації отриманого результату у вигляді фінальних рендерів.

Розглянемо розроблену декомпозицію другого рівня етапу «Створення персонажа», показану у вигляді потоку процесів.

Результат наявний на рисунку 2.9.

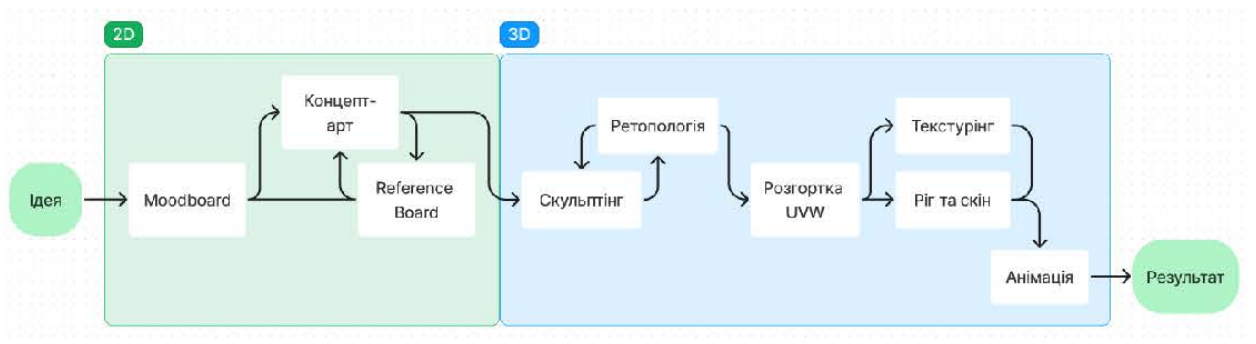


Рисунок 2.9 – Декомпозиція другого рівня етапу «Створення персонажу»

Отже бачимо, що отримана модель детально описує потік робіт з дотриманням етапності розробки. Між ними наявні як лінійні чи циклічні, так і розпаралелені взаємозв'язки.

Надалі було розглянуто можливості взаємодії користувача з персонажем на етапі презентації, наведені на рисунку 2.10 та роз'яснені за допомогою таблиці 2.1.

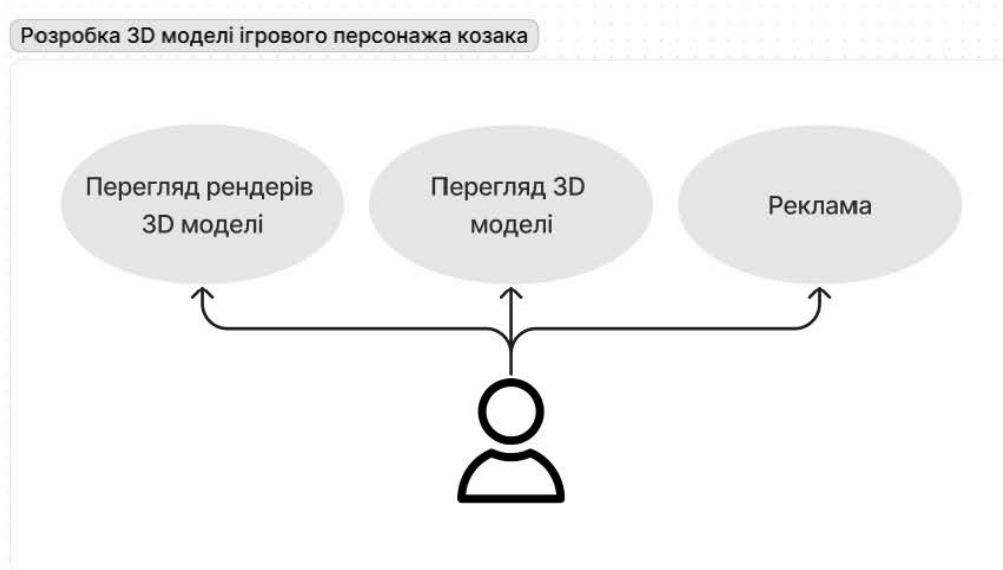


Рисунок 2.10 –

Таблиця 2.1

Опис варіантів використання

Назва	Опис
Перегляд рендерів 3D моделі	Функція перегляду статичних зображень, отриманих як результат розробки моделі персонажа козака. Може набувати розповсюдження у якості картинок завдяки розташуванню на спеціалізованих сайтах-портфоліо, таких як: Artstation, Behance, DeviantArt, тощо.
Перегляд 3D моделі	Функція перегляду персонажа користувачем у тривимірному просторі завдяки використанню WEB-застосунку Sketchfab. За його допомогою можливо побачити усю інформацію стосовно технічних даних моделі: якість розгортки, текстурні мапи, полігональну сітку, ріг, кількість полігонів, провести базові зміни у налаштуванні шейдінгу, перевірити нормалі, наявна можливість залити модель суцільним кольором та переглянути окремі текстурні мапи. Також можливий перегляд у VR окулярах.
Реклама	Користувач має можливість поділитись результатами проекту з іншими, що сприятиме розповсюдженню реалізованої ідеї серед людей та розвитку ніші.

2.3 Висновки до другого розділу

В другому розділі було проведено дослідження та аналіз інформації стосовно підбору програмного забезпечення для реалізації ігрового персонажа козака, створено вимоги щодо його образу та технічне завдання.

Як висновок, на основі об'єктивних та суб'єктивних причин, було прийнято рішення працювати з наступним програмним забезпеченням: Adobe Photoshop як редактор растрової 2D графіки був обраний для створення moodboard, reference board, ескізів, скетчів та концепт-арту; ZBrush – для етапу скульптинга та 3DS MAX – як багатофункціональний інструмент для процесів ретопології, розгортки, експорту та базового шейдінга.

Також варто зазначити, що на основі інформації, здобутої у першому розділі даної кваліфікаційної роботи, було розроблено структурно-функціональне моделювання процесів розробки за допомогою нотації IDEF0, яка була двічі розширена за допомогою процесу декомпозиції.

Отримана модель детально описує потік робіт та етапи розробки, їх лінійні, циклічні чи розпаралелені взаємозв'язки, тощо.

РОЗДІЛ 3.

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ 3D МОДЕЛІ ІГРОВОГО ПЕРСОНАЖУ КОЗАКА

3.1 Реалізація моделі у 2D

Спираючись на вимоги та технічне завдання щодо моделі, описані у другому розділі, було проведено research стосовно існуючих зображень образу козака для створення moodboard.

Варто зазначити, що уся подальша робота виконуватиметься безпосередньо у програмному застосунку Adobe Photoshop. Результат роботи наведений на рисунку 3.1:



Рисунок 3.1 – Moodboard

Наступним кроком було розроблено ескіз тіла козака та його одягу у характерній для образу позі. Отриманий результат наявний на рисунку 3.2:

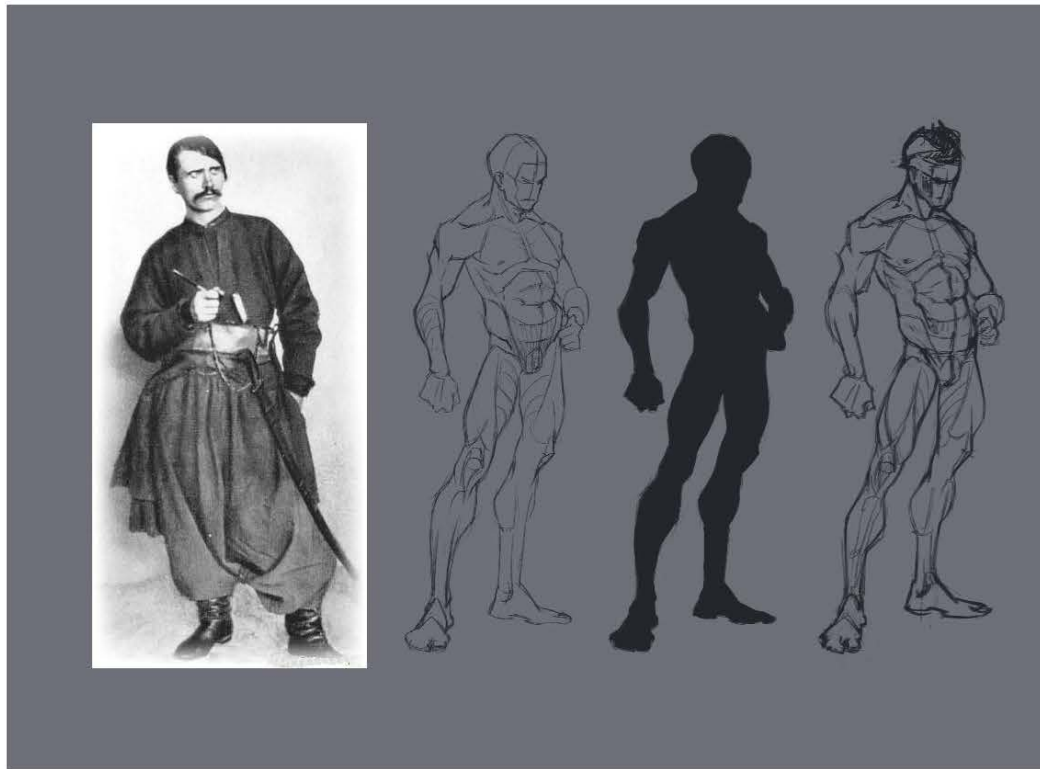


Рисунок 3.2 – Скетч козака

Далі було проведено аналіз силуету та скореговані базові форми, що можна побачити на рисунку 3.3:



Рисунок 3.3 – Опрацювання силуету козака

Паралельно було розроблено reference board. Результат розробки наявний на рисунку 3.4:

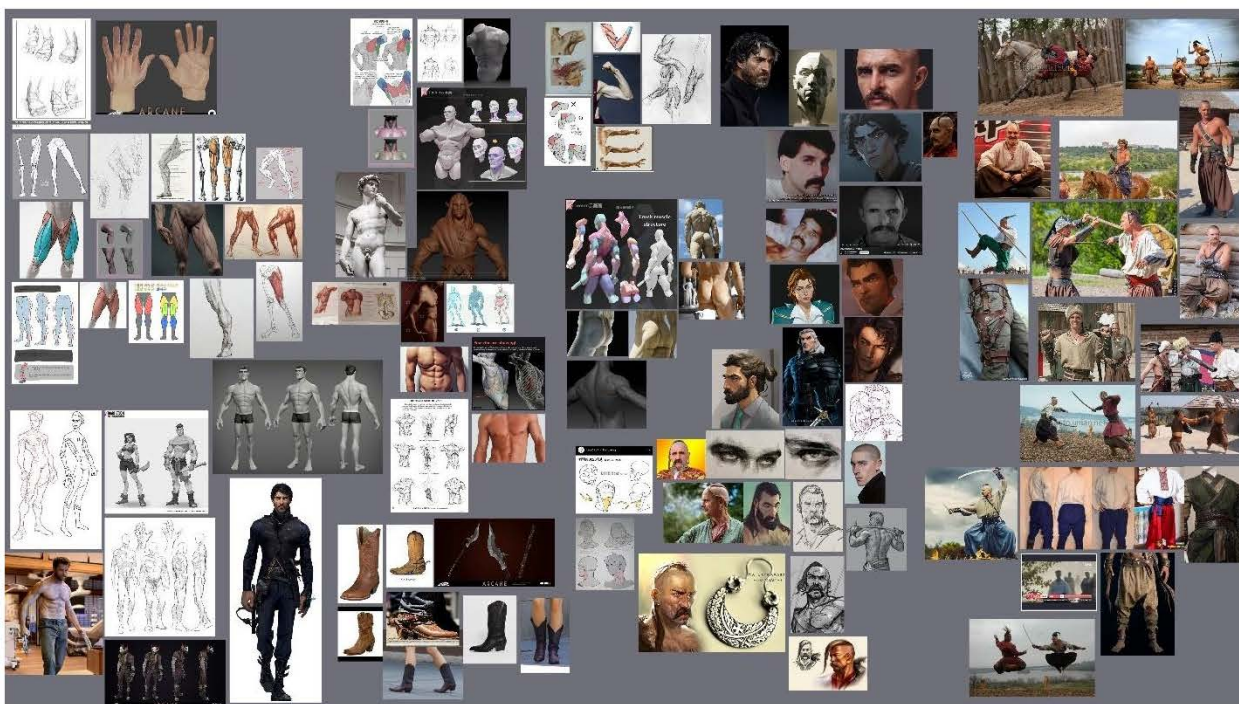


Рисунок 3.4 – Reference board

Ескіз деталізовано до стану концепт-арта, що зображено на рисунку 3.5:

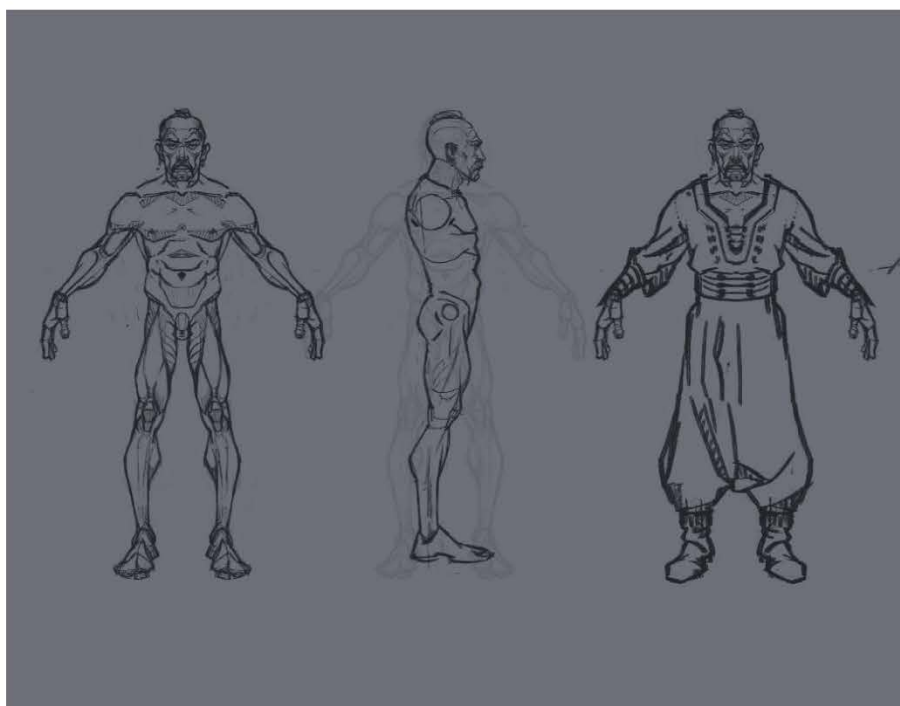


Рисунок 3.5 – Концепт-арт козака

Більш детально обличчя зображено на рисунку 3.6 та 3.7:



Рисунок 3.6 – Детальніший концепт-арт



Рисунок 3.7 – Детальніший концепт-арт

Отже, на цьому проектування у 2D можна вважати завершеним та переходити до тривимірних програмних застосунків.

Отримані результати слугуватимуть кресленням при моделюванні.

3.2 Реалізація моделі у 3D

За основу взято безкоштовний base mesh чоловіка, який було імпортовано в програмне середовище ZBrush (рисунок 3.8).



Рисунок 3.8 – Base mesh стилізованого чоловіка

Наявний base mesh було змінено згідно концепт-арта (рисунок 3.9)



Рисунок 3.9 – Змінений base mesh

Результат моделювання тіла представлений на рисунку 3.10:



Рисунок 3.10 – Результат моделювання тіла

Наступним кроком було змодельовано одяг (рисунок 3.11):



Рисунок 3.11 – Результат моделювання

Надалі модель була експортована у програмне забезпечення 3DS MAX для ретопології. Процес ретопології показаний на рисунку 3.12.

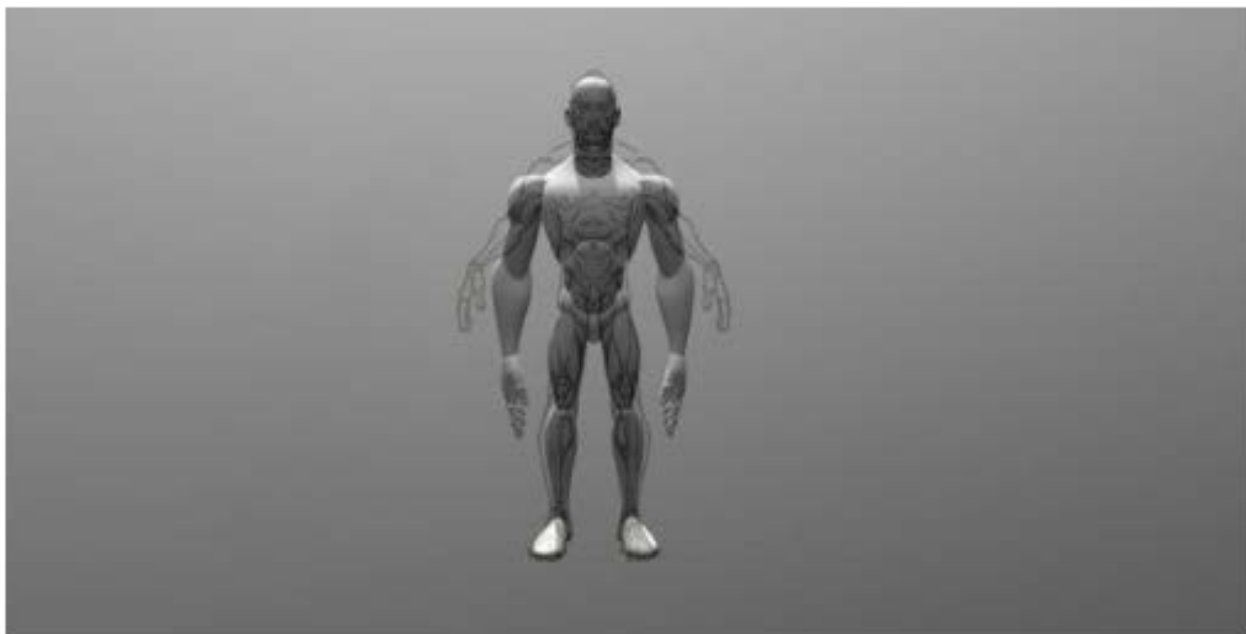


Рисунок 3.12 – Процес ретопології

Результат ретопології має наступний вигляд та відображений на рисунку 3.13:



Рисунок 3.13 – Результат ретопології

Процес розгортки моделі має вигляд, представлений на рисунку 3.14, а отриманий результат UVW розгортки на рисунку 3.15.

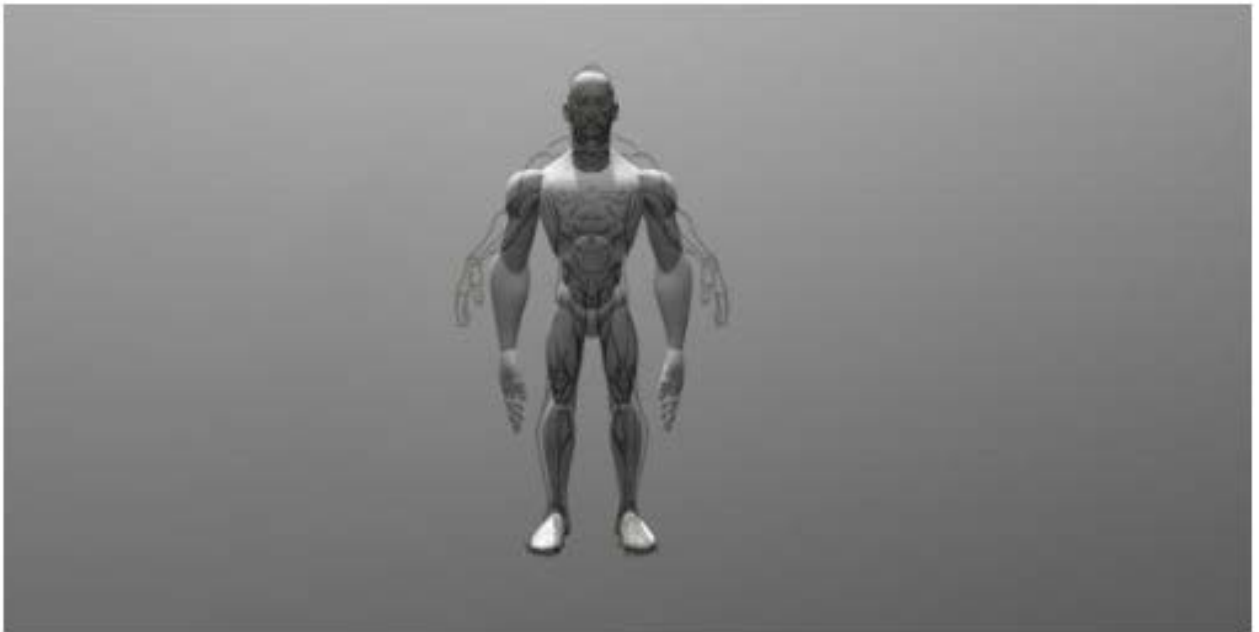


Рисунок 3.14 – Процес розгортки

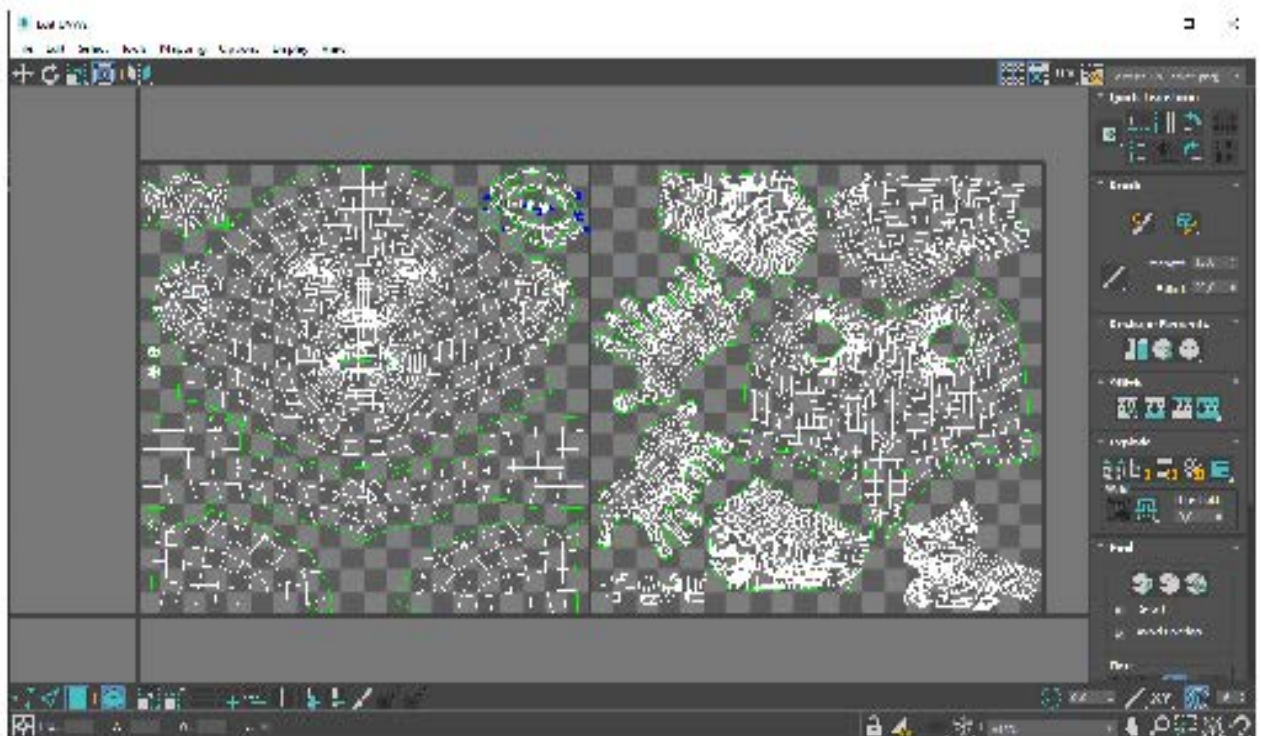


Рисунок 3.15 – Результат UVW розгортки

Наступним кроком модель була експортована в програмне забезпечення Substance Painter для процесу текстурінга. Результат наявний на рисунку 3.16:



Рисунок 3.16 – Результат текстурінга

Деякі із отриманих UV map мають вигляд, наведений на рисунку 3.17:



Рисунок 3.17 – Приклади отриманих текстурних map

Надалі модель знову експортувалась в програмне забезпечення 3DS MAX для етапу базового шейдінга. На модель було назначено матеріали з відповідними до неї текстурними розгортками. Вигляд матеріалів наведено на рисунку 3.18. На рисунку 3.19 можна побачити вигляд моделі на даному етапі у вьюпорті програми.



Рисунок 3.18 – Матеріали моделі



Рисунок 3.19 – Вигляд моделі з матеріалами у вьюпорті

Експортуємо модель до WEB-застосунку Mixamo для рiгу та скину. В програмі назначаємо мiсця суглобiв та проводимо базові налаштування. Обираємо бажану анімацію та експортуємо модель.

Отриманий результат у вікні програми має вигляд, наведений на рисунку 3.20:



Рисунок 3.20 – Модель у Міхато

Пакуємо отримані файли до архіву та експортуємо їх до WEB-платформи Sketchfab. За його допомогою можливо побачити усю інформацію стосовно технічних даних моделі: якість розгортки, текстурні мапи, полігональну сітку, рiг, кількість полігонів, провести базові зміни у налаштуванні шейдінгу, перевірити нормалі, наявна можливість залити модель суцільним кольором та переглянути окремі текстурні мапи, відтворити анімацію. Також можливий перегляд у VR окулярах.

Результати наведені на рисунках 3.21-3.24.



Рисунок 3.21 – Рендери моделі у Sketchfab



Рисунок 3.22 – Рендери моделі у Sketchfab



Рисунок 3.23– Рендери моделі у Sketchfab

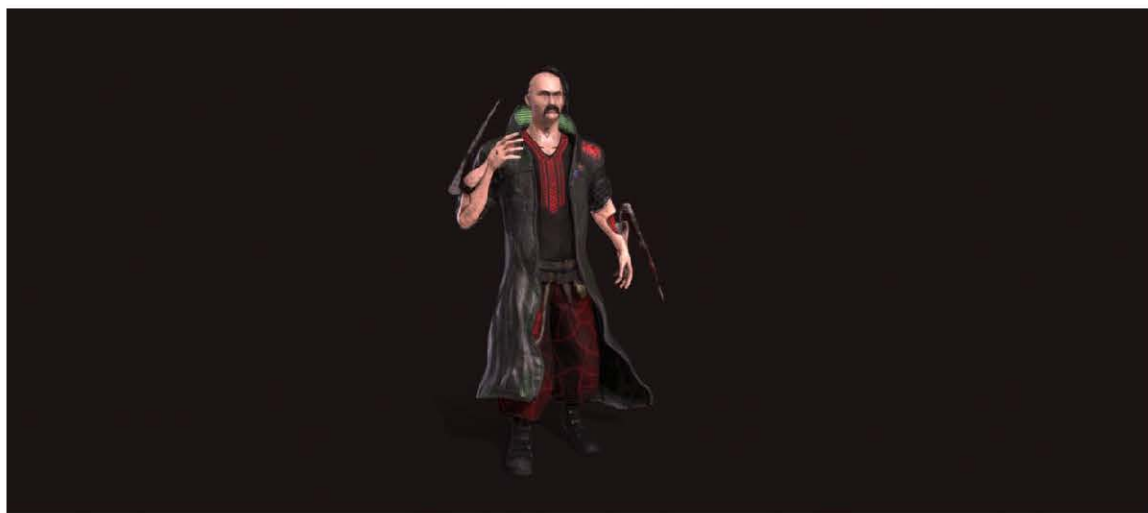


Рисунок 3.24 – Рендери моделі у Sketchfab

3.3 Висновки до третього розділу

У третьому розділі було проведено роботу стосовно наявних образів про козацтво, на основі знайденої інформації у двовимірному просторі за допомогою програмного забезпечення Adobe Photoshop біло розроблено:

- moodboard;
- ескізи, скетчі та концепт-арт на основі заданих вимог та побажань щодо вигляду персонажа;
- reference board;

У тривимірному просторі було розроблено модель козака. Процес відбувався згідно усіх етапів, спроектованих та визначених у workflow, а саме: процес моделювання у техніці скульптінга, ретопологія, UVW розгортка, проведено текстурінг та базовий шейдінг.

В процесі роботи використовувались наступні програмні продукти: ZBrush, 3DS MAX, Substance Painter.

Розроблена модель експортувалась до програмного WEB-застосунку Mixamo, де було створено ріг та шкіну.

Як результат, модель було завантажено до сервісу Sketchfab, де було отримано та презентовано фінальні рендери.

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано етапи розробки 3D моделей персонажів в індустрії ігор. Глобально усі етапи діляться на ті, що виконуються в двовимірному просторі та ті, що в тривимірному.

Основні етапи розробки 3D моделі ігрового персонажу в двовимірному просторі є:

- створення moodboard;
- розробка ескізів, скетчів та концепт-арту на основі заданих вимог та побажань щодо вигляду персонажа;

- створення reference board;

Основні етапи розробки 3D моделі ігрового персонажу в тривимірному просторі, що базуються на досягнених до цього результатах, є:

- процес моделювання, що в свою чергу розділяється на: hard surface, скульптінг та симуляцію одягу;

- ретопологія;

- UV чи UVW розгортка;

- текстурінг та шейдінг;

- як додаткова опція для візуальної подачі моделі розглядаються процеси ріга та шкіни;

Проведено дослідження доцільності створення задуманої ідеї та способів її реалізації на основі аналізу ігрової індустрії. Було знайдено tutorіали професійних 3D митців щодо поетапного процесу створення моделей-аналогів за їх методами та прийдено висновків про актуальність використаних ними технік, що отримало підтвердження правильності розглянутого в роботі ходу розробки. Усі набуті знання було систематизовано та виявлено вузькі технічні місця процесів.

Також було знайдено інформацію щодо наявного на ринку програмного забезпечення та на основі отриманих даних проведено аналіз доцільності їх використання у даній кваліфікаційній роботі.

Як висновок виявлено, що на сьогоднішній день серед усіх сучасних технологій існують в достатній кількості як багатоцільові програмні застосунки, так і вузькаспрямовані, що можуть використовуватись тільки на певних етапах розробки 3D моделі.

На основі цих даних також набула підтвердження інформація, що на сьогоднішній день вибір програмного застосунку має здебільше суб'єктивне підґрунтя та оснований на особистих вподобаннях, ніж на чіткій відповідності або невідповідності щодо способів реалізації поставлених задач.

Як результат, для кожного етапу було обрано відповідні програмні застосунки:

- для створення moodboard, розробки концепт-арту та reference board – Adobe Photoshop;
- для скульптінга – ZBrush;
- для ретопології, UVW розгортки та шейдінга – 3DS MAX;
- для текстурінга – Substance Painter;
- для ріга та шкіни – WEB-застосунок Mixamo від компанії Adobe;

Наступним кроком було розроблено вимоги щодо образу козака, оснований на інформації, отриманій із пошуку задокументованих підтверджень тих чи інших фактів про спадщину козацтва. Також розроблено технічне завдання.

Після цього було створено потік робіт та план реалізації задуманої ідеї, серед яких варто виокремити етап створення моделі IDEF0 за наявності двох декомпозицій, як один із найважливіших для вірної структуризації та спрощення сприйняття при виконанні поставлених задач.

Як результат проведеної роботи було реалізовано усі перелічені у створеній моделі потоку робіт етапи розробки персонажа козака. Отриманий результат подано у візуалізованих картинках – рендерах, а також доступний для перегляду на WEB-платформі Sketchfab.

За його допомогою можливо побачити усю інформацію стосовно технічних даних моделі: якість розгортки, текстурні мапи, полігональну сітку,

ріг, кількість полігонів, провести базові зміни у налаштуванні шейдінгу, перевірити нормалі, наявна можливість залити модель суцільним кольором та переглянути окремі текстурні мапи. Також можливий перегляд у VR окулярах.

Як імовірні варіанти використання отриманого результату розробки було враховано наступні твердження: продаж моделі на 3D стоку, викладення моделі на 3D ресурси у якості портфоліо або у вільний доступ, продаж моделі конкретній студії.

Серед сильних сторін отриманої моделі слід зазначити:

- яскравий та впізнаваний образ;
- відповідність до технічного завдання та вимог;
- акуратність виконання розгортки;
- витриманість середнього між стилізованим та реалістичним стилями.

У подальшому модель можна допрацювати, додавши до козака певні аксесуари.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. "3ds Max in 24 Hours, Sams Teach Yourself" by Stewart Jones
2. "3ds Max Projects: A Detailed Guide to Modeling, Texturing, Rigging, Animation, and Lighting" by Matt Chandler
3. "3ds Max Modeling for Games: Insider's Guide to Game Character, Vehicle, and Environment Modeling" by Andrew Gahan
4. "3D Game Textures: Create Professional Game Art Using Photoshop" by Luke Ahearn
5. "Character Modeling with Maya and ZBrush: Professional Polygonal Modeling Techniques" by Jason Patnode
6. "Introducing ZBrush 4" by Eric Keller
7. "ZBrush Character Creation: Advanced Digital Sculpting" by Scott Spencer
8. "Digital Sculpting with Mudbox: Essential Tools and Techniques for Artists" by Mike de la Flor
9. "ZBrush Creature Design: Creating Dynamic Concept Imagery for Film and Games" by Scott Spencer
10. "Mastering Autodesk 3ds Max Design 2014: Autodesk Official Press" by Mark Gerhard, Jeffrey M. Harper, and Jon McFarland
11. "Character Development and Storytelling for Games" by Lee Sheldon
12. "3D Game Character Modeling and Animation with Maya" by Antony Ward
13. "Game Character Development with Maya" by Antony Ward
14. "Creating 3D Game Art for the iPhone with Unity: Featuring modo and Blender pipelines" by Wes McDermott
15. "Digital Character Development: Theory and Practice" by Rob O'Neill
16. "Character Modeling with Maya and ZBrush: Professional Polygonal Modeling Techniques" by Jason Patnode

17. "Anatomy for 3D Artists: The Essential Guide for CG Professionals" by 3dtotal Publishing
18. "The Game Artist's Guide to Maya" by Michael McKinley
19. "3D Character Development Workshop: Rigging Fundamentals for Artists and Animators" by Erik Van Horn
20. "3D Character Modeling, Volume 1: Modeling Techniques in 3ds Max" by Paul Steed
21. "Atlas of Human Anatomy for the Artist" by Stephen Rogers Peck
22. "Classic Human Anatomy: The Artist's Guide to Form, Function, and Movement" by Valerie L. Winslow
23. "Constructive Anatomy" by George B. Bridgman
24. "Anatomy for Sculptors: Understanding the Human Figure" by Uldis Zarins and Sandis Kondrats
25. "Artistic Anatomy" by Dr. Paul Richer
26. "Anatomy for 3D Artists: The Essential Guide for CG Professionals" by Chris Legaspi
27. "Figure Drawing for Artists: Making Every Mark Count" by Steve Huston
28. "The Artist's Guide to Human Anatomy" by Gottfried Bammes
29. "Anatomy and Drawing" by Victor Perard
30. "Figure Drawing: Design and Invention" by Michael Hampton
31. "How to Draw: Drawing and Sketching Objects and Environments from Your Imagination" by Scott Robertson - 176 стр., 2013 г., Design Studio Press.
32. "The Skillful Huntsman: Visual Development of a Grimm Tale at Art Center College of Design" by Khang Le, Mike Yamada, and Felix Yoon - 148 стр., 2005 г., Design Studio Press.
33. "Force: Dynamic Life Drawing for Animators" by Mike Mattesi - 248 стр., 2006 г., Focal Press.
34. "Framed Ink: Drawing and Composition for Visual Storytellers" by Marcos Mateu-Mestre - 128 стр., 2010 г., Design Studio Press.

35. "Sketching from the Imagination: An Insight into Creative Drawing" by 3dtotal Publishing - 320 стор., 2013 рік, 3dtotal Publishing.
36. "Digital Painting Techniques: Volume 7" by 3dtotal Publishing - 288 стор., 2016 рік, 3dtotal Publishing.
37. "The Photoshop Workbook: Professional Retouching and Compositing Tips, Tricks, and Techniques" by Glyn Dewis - 360 стор., 2015 рік, Peachpit Press.
38. "Digital Painting Techniques: Practical Techniques of Digital Art Masters" by 3dtotal Publishing - 288 стор., 2009 рік, 3dtotal Publishing.
39. "The Art of Loish: A Look Behind the Scenes" by Lois van Baarle and 3dtotal Publishing - 152 стор., 2016 рік, 3dtotal Publishing.
40. "ImagineFX Magazine" - Журнал з ілюстрації та цифрового мистецтва, доступний в електронному та друкованому форматі.