

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
Кафедра _____ Медіасистем та технологій _____
Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____
Спеціальність _____ 186 Видавництво та поліграфія _____
Тип програми _____ освітньо-професійна _____
Освітня програма _____ Комп'ютерні технології _____
_____ та системи видавничо-поліграфічних виробництв _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри МСТ _____
(підпис)


« 31 » жовтня 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові _____ *Літвінову Євгенію Володимировичу* _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методика підготовки ілюстрацій для 3D моделювання ігрових об'єктів
затверджена наказом по університету від " 31 " жовтня 2022 р. № 1431 Ст
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 20 грудня 2022р.
3. Вихідні дані до роботи Основні вимоги, рекомендації стосовно створення тривимірної моделі, методики оцінювання витрат на роботу 3D дизайнера.
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____
Вступ; Аналіз завдання на атестаційну роботу; Аналітичний огляд літератури за темою роботи; Аналіз проблеми та постановка задачі дослідження; Рекомендації щодо методики порівняльного оцінювання ефективності роботи дизайнера; Планування дослідження; Проведення експериментальної перевірки робочої гіпотези; Економічне обґрунтування запропонованих рішень; Висновки
5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) Актуальність та мета роботи; Аналіз проблеми ефективності роботи дизайнера; Аналіз рекомендацій та методів проведення порівняльного оцінювання роботи дизайнера; Постановка завдань дослідження; Рекомендації щодо покращення ефективності підготовчої роботи для створення тривимірних об'єктів; Планування дослідження; Проведення експериментальних досліджень; Аналіз результатів дослідження; Економічна частина, Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	проф. Бізюк А.В.		
Економічна частина	проф. Полозова Т.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів роботи (проекту)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу	01.11.2022	
2	Аналітичний огляд літератури за темою роботи	01.11.2022	
3	Огляд і аналіз існуючих підходів до оцінки ефективності творчої роботи дизайнера	01.11.2022	
4	Розробка рекомендацій щодо проведення порівняльного оцінювання	07.11.2022	
5	Розробка методики процесу порівняльного оцінювання та опрацювання результатів	07.11.2022	
6	Розробка методики і складання плану проведення експерименту	14.11.2022	
7	Проведення експерименту, оцінка ефективності результату	21.11.2022	
8	Економічне обґрунтування дослідження	25.11.2022	
9	Оформлення пояснювальної записки	28.11.2022	
10	Оформлення графічної частини	28.11.2022	

Дата видачі завдання 31 жовтня 2022 р.

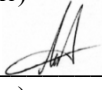
Студент



(підпис)

Літвінов Є.В.

Керівник роботи



(підпис)

проф. Бізюк А.В.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 63 стор., 3 табл., 38 рис., 18 джерел.

3D, ТРИВИМІРНА МОДЕЛЬ, СКЕТЧ, КОНЦЕПТ АРТ, ІЛЮСТРАЦІЯ.

Мета кваліфікаційної роботи магістра полягає в розробці методики підготовки ілюстраційного матеріалу для подальшого створення тривимірних об'єктів від концептуального етапу до відтворення. Головний акцент методики перенесено на роботу графічного дизайнера, що дозволяє скоротити загальний термін створення тривимірного об'єкту за рахунок оптимізації комунікаційних ітерацій між творчими та контролюючими учасниками процесу. Пропонована методика позитивно впливає на економічні та якісні показники процесу та може стати у пригоді молодим фахівцям з метою прискорити опрацювання початкових етапів моделювання без значних втрат якості.

Актуальність дослідження обумовлена підвищенням вимог до якості та термінів створення тривимірних об'єктів, завдяки чому підвищується значущість послідовного контролю процесу на всіх етапах роботи над проектом.

В ході виконання кваліфікаційної роботи досліджено й систематизовано основні етапи розробки ілюстраційного матеріалу для подальшого відтворення тривимірних об'єктів, визначені критерії оцінювання творчої роботи дизайнера. Теоретична та практична значущість дослідження полягає в зборі і систематизації методичної інформації, необхідної для якісної підготовки ілюстраційного матеріалу. В економічній частині обґрунтовано економічну доцільність розробки НДР за даною темою. Робота може бути використана в інформаційних цілях для зацікавлених осіб.

ABSTRACT

The explanatory memorandum contains 63 p., 3 tabl., 38 pic., 18 sources.

3D, THREE-DIMENSIONAL OBJECTS, SKETCH, CONCEPT ART, ILLUSTRATION.

The purpose of the master's qualification work is to develop a methodology for preparing illustrative material for the further creation of three-dimensional objects from the conceptual stage to reproduction. The main emphasis of the methodology is transferred to the work of the graphic designer, which allows to reduce the overall time of creating a three-dimensional object due to the optimization of communication iterations between creative and controlling participants of the process. The proposed technique has a positive effect on the economic and quality indicators of the process and can be useful to young specialists in order to speed up the processing of the initial stages of modeling without significant loss of quality.

The relevance of the research is due to the increase in quality requirements and terms for the creation of three-dimensional objects, due to which the importance of consistent control of the process at all stages of work on the project increases.

In the course of the qualification work, the main stages of the development of illustrative material for the further reproduction of three-dimensional objects were studied and systematized, and the criteria for evaluating the designer's creative work were determined. The theoretical and practical significance of the research lies in the collection and systematization of methodical information necessary for high-quality preparation of illustrative material. In the economic part, the economic expediency of developing the Scientific research work on this topic is substantiated. The work can be used for informational purposes for interested persons.

ЗМІСТ

С.

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
1.1 Основна термінологія	10
1.2 Аналіз технологій реалізації 3D моделювання й анімації	13
2 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДИЗАЙНЕРА.....	22
2.1 Типові етапи творчої роботи створення дизайн-продукту	22
2.2 Критерії вимірювання творчої роботи	26
2.3 Взаємовплив показників часу і грошей	29
2.4 Оцінка ефективності окремих етапів	29
2.5 Огляд аналогічних об'єктів в інших проектах	30
2.6 Висновки за розділом.....	36
3 ПРАКТИЧНИЙ ПРИКЛАД ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДИЗАЙНЕРА.....	38
3.1 Етапи розробки 3D моделі за участю дизайнера на прикладі ігрового об'єкта	38
3.2 Облік ефективності роботи дизайнера у порівнянні з аналогом.....	47
3.3 Висновки за розділом.....	51
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	52
4.1 Характеристика науково-дослідної роботи	52
4.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата	53
4.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР	55
4.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи	59
ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	62

ВСТУП

В сучасному світі анімаційні тривимірні персонажі та об'єкти мають особливе значення, стаючи невід'ємною частиною нашої повсякденності, емоційною складовою разом з навчанням і працею. Попит на відеоігри і нові емоції народжують все більше пропозицій, але також з розвитком комп'ютерних технологій росте і вимогливість користувачів. Наприклад, вимогливість до графічної складової, яка безпосередньо відображує якість створеного проекту, унікальність персонажів і сетінгу, створенням якої займаються 3D-художники, гейм-дизайнери і розробники ігор. Попит на фахівців в області продовжує рости, велика увага приділяється навичкам моделювання, творчому підходу, здатністю здивувати і представити щось нове й незвичайне.

Сьогодні комп'ютерна графіка дуже затребувана в багатьох сферах. Тривимірна графіка вважається обов'язковим супутником в роботі архітекторів, художників, в областях ігрової індустрії і машинобудування. Створення 3D-моделі ігрового персонажа або об'єкта є нагальним питанням щодо просування і реклами мультимедійного проекту взагалі, а також дизайнера і автора зокрема.

Фахівці з навичками тривимірного моделювання і анімації широко затребувані на ринку. Комп'ютерна графіка має безліч можливостей, більше того у сучасному світі ці можливості практично безмежні. Технології розвиваються дуже швидко, в слідстві чого більше не треба використовувати складні декорації і реквізити, комп'ютерні редактори легко вирішують цю проблему. Ключовим елементом в 3D графіці є тривимірна модель. Якісно розроблена модель складає половину успіху проекту, проте розробка моделі це трудомісткий і дуже складний процес.

Метою роботи є дослідження методики розробки тривимірного об'єкта для ігрового проекту, від етапу розробки концепту до втілення в 3D модель.

Об'єкт дослідження – засоби розробки, аналізу та підготовки анімаційної 3D-моделі об'єкта в ігровому проекті.

Предмет дослідження – етапи створення 3D-моделі ігрового об'єкта та доцільність й ефективність роботи по таких етапах.

Для досягнення поставленої мети в ході виконання кваліфікаційної роботи магістра слід вирішити такі завдання:

- провести аналіз інформаційних джерел предметної області в області розробки 3D-моделей;
- проаналізувати існуючі 3D-розробки вітчизняних та зарубіжних дизайнерів, які мали досвід в розробці аналогічних об'єктів;
- відповідно до завдання на кваліфікаційну роботу дослідити технологію створення ігрового 3D об'єкта;
- проаналізувати можливості існуючих програмних продуктів для моделювання і анімованих об'єктів, обґрунтувати вибір технологій реалізації і необхідних програмних рішень;
- реалізувати розроблений план визначеними програмними засобами по роботі з 3D об'єктами;
- провести аналіз отриманих результатів;
- виконати оцінку ефективності створеного проекту.

Теоретична значущість цього дослідження полягає в зборі і систематизації інформації, необхідної для якісного опрацювання елементів інтерфейсу. Автор багато уваги приділяє унікальному дизайну під час створення ігрової моделі.

Практична значущість кваліфікаційної роботи полягає в застосуванні отриманих знань для самостійної розробки та вдосконалення елементів ігрового простору, робота може бути використана в інформаційних цілях для зацікавлених осіб.

Для досягнення мети були використані такі методи дослідження, як аналіз літературних джерел, систематизація зібраного за темою матеріалу, класифікація і узагальнення, виявлення структури, проектування, практичне

опрацювання. Інформаційну базу проекту складають літературні і навчальні джерела, довідники, ресурси в мережі Інтернет.

Структура кваліфікаційної роботи магістра обумовлена предметом, метою і завданнями дослідження. Робота складається з вступу, розділів й висновків.

1 ОГЛЯД ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Основна термінологія

Визначимо основну термінологію області дослідження, тобто розробки ілюстраційних матеріалів для 3D моделювання.

У сучасній індустрії величезний вплив має створення концепт-артів – візуальної передачі представлення дизайну, наприклад, для подальшого використання у відеоіграх або анімації. Наразі вони дуже тісно пов'язані з розвитком комп'ютерних технологій.

Концепт-арт має великий вплив на успішність подальшої роботи з проектом. Всі об'єкти та предмети, з якими розробники стикаються в проекті, мають свій особливий дизайн, хоча й в загальному стилі. З ескізу починається виробництво всіх об'єктів та персонажів, починаючи з головних героїв і закінчуючи елементами оздоблення рівня. Ескіз об'єкта – це основа, але це далеко не усе, що необхідно для роботи. Концепт-арт важливий тим, що створює ідею, яку приймуть до виконання. Чим кращим й цікавішим за стильовою концепцією буде продукт, тим більше успішною буде комерційна реалізація.

Концепт-арт використовується на початкових стадіях розробки мультимедіа продукту. Це нариси, на основі яких розробляється візуальна частина. Концепт-арт може не бути доповнений фоновими елементами, але має чітко надавати уявлення щодо контурів, кольорів і загальної форми, для реалізації задуманого предмета. У моєму випадку концепт-арт послужив основою для створення 3D-моделі елемента ігрового простору (другорядного персонажа).

Персонаж – вигадана одушевлена особа або предмет. Кожен персонаж має певний характер, настрій, унікальний зовнішній вигляд. У 3D-моделюванні персонажі розрізняють як анімаційні і статичні. Відмінність концепта

анімаційного персонажа від концепта статичного полягає в особливій побудові ескізів персонажа, завдяки якій робота аніматорів буде полегшена.

Розробка ескізів персонажа – етап творчого пошуку, підбір референсів й продумування історії персонажа, розробка образу, поз, емоцій, уточнення деталей і відрисовка кінцевого результату.

Уточнення деталей є одним з найважливіших моментів в створенні концепт-арту. Як приклад можемо навести елементи екіпіровки, аксесуари, зачіску персонажа, які відіграють важливу роль в створенні стилю, унікального образу, передачі характеру персонажа.

Людина, що займається концептами, має розуміти функціональне призначення придуманих ним елементів, їх практичне застосування, взаємодію з персонажем, наприклад, як вони рухатимуться в анімації.

Перехід до 3D-моделювання персонажів стає можливий, коли робота з концепт-артом досягне кінця – тобто коли ідея, образ, зовнішній вигляд, відмінювані риси, силует і характер персонажа стануть чітко визначеними та впізнаними.

3D-моделювання – це процес створення тривимірної моделі об'єкта. Завдання 3D-моделювання – розробити візуальний об'ємний образ бажаного об'єкту.

3D-моделювання персонажів – це процес створення віртуальної тривимірної моделі персонажа за допомогою спеціального програмного забезпечення. 3D-анімація дозволяє оживити, вдихнути душу в 3D-моделі персонажів.

3D-моделі мають ряд переваг над 2D-графікою, особливо задля створення ігор, фільмів або мультфільмів.

Основними перевагами 3D-персонажів та об'єктів є:

- реалістичність: за допомогою 3D-моделі можна досягнути будь-якого рівня деталізації;

- анімація: персонажем легко управляти – він виконуватиме будь-які дії в межах застосованого рушія;

- простота роботи з моделлю: програми 3D моделювання дозволяють змінювати модель за допомогою скриптів або плагінів;

- візуалізація: об'ємна комп'ютерна модель виглядає ефектніше, її можна оглянути з будь-якого ракурсу.

Цифровий скульптинг – маніпуляції над 3D-об'єктами, деформація їх полігональної поверхні, подібно до роботи скульптора з глиною або каменем.

Полігон – площина, мінімальна поверхня для візуалізації. Сукупність полігонів дозволяє створити багатогранний об'єкт в тривимірному просторі.

Топологія об'єкта – сітка з полігонів, як правило чотирикутних. Правильна топологія служить двом цілям:

- відтворення правильних деформацій складових частин об'єкта під час анімації;

- використання мінімально необхідної кількості полігонів для втілення потрібної форми.

Життєвий цикл моделі складається з кількох важливих етапів. Головними етапами в ході розробки 3D-моделі ігрового персонажа або об'єкта є розробка ідеї, створення ескізів (концепт-артів), низькополігональне моделювання, що складається з низки підетапів, високополігональне моделювання тощо.

Високополігональне моделювання складається в свою чергу з своєї підетапів, оскільки є найважливішим, кінцевим етапом створення ігрового об'єкту.

Отже, етапи створення 3D-моделі ігрового персонажа, що були застосовані в поточному проекті.

1. Розробка ідеї, концепта персонажа.

2. Ескізування персонажа, створення концепт-арта.

3. Створення болванки 3D-моделі, робота з людською анатомією, пропорціями.

4. Робота з dynamesh, перерахунок полігональної сітки, коригування розтягування полігонів.

5. Робота з головою персонажа, з пропорціями і рисами обличчя;

6. Проектування high poly моделі, додавання дрібних деталей на тілі, промальовування м'язів.

7. Робота з матеріалами очей, волос і шкіри, постановка світла, поліпейнтінг, стилізація.

8. Робота з Fibermesh, створення волосся, брів, вій.

9. Створення презентаційного відеоролика.

1.2 Аналіз технологій реалізації 3D моделювання й анімації

Існують рішення для реалізації моделювання і анімації тривимірних об'єктів, вони мають як переваги, так і недоліки.

Далі наведений огляд кількох найбільш поширених програмних продуктів для створення 3D об'єктів. Серед них були розглянуті Blender, Cinema 4D, Zbrush, Autodesk Maya, Autodesk3dsMax.

Cinema 4D – пакет для створення тривимірної графіки і анімації. Cinema 4D – універсальна комплексна програма для створення і редагування тривимірних об'єктів і ефектів [11]. Цей редактор пропонує повний набір інструментів і функцій, який допомагає добитися 3D художникові результатів. Функціонал дозволяє реалізувати полігональне або процедурне моделювання, текстурування, передачі світла або виконання рендерингу (рис. 1.1).

Програма дозволяє створювати графіку для ігор, анімації персонажів, візуалізацію архітектурних споруд і багато що інше. Cinema 4D є в доступі в чотирьох варіантах, для різних потреб 3D фахівця: Prime, Studio, Broadcast, Visualize. У програми є достатня перевага перед аналогічними конкурентами, у свою чергу програмний продукт цінується за свою стабільність [8].

Однією з основних можливостей програми є поєднання різних типів моделювання, таких як полігональне і NURBS-моделювання, також легке і швидке перемикання між частинами тривимірної моделі, що полегшує роботу з усіма типами моделювання. Виробництво і анімація тривимірних об'єктів, вже створених як шаблон також актуальна, як і анімація персонажів. Пакет має

модуль для створення реалістичного волосся і управління ними, звичайно, можна використовувати сторонню візуалізацію, на основну версію редактора, також у програми є непогана вбудована візуалізація.

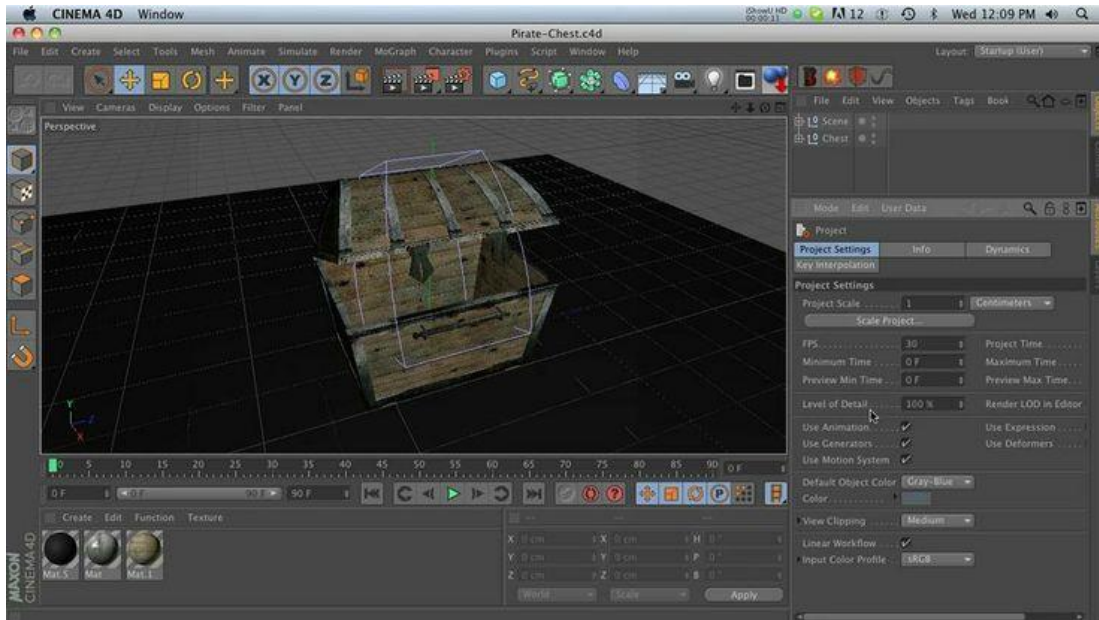


Рисунок 1.1 – Інтерфейс програми Сінема 4D

Основними перевагами є універсальність і прискорений робочий процес, оптимізація анімації, функціональні можливості, велику кількість навчального матеріалу в інтернеті, мінімальні системні вимоги, багатоформатність. До недоліків програми можна віднести недостатньо налаштовану систему переходу між версіями, високу ціну оновлення програми.

Надійність Сінема 4D полягає в її що швидко розвивається 3D виробництві. Це ідеальна платформа як для новачка в 3D моделюванні, так і для досвідченого користувача. Почати роботу з додатком просто, завдяки логічному інтерфейсу, крім того, інтерфейс розроблений інтуїтивно, щоб користувач міг налаштувати програму під себе, як йому зручно, за рахунок безлічі наявних модулів, плагінів і пакетів. Сінема 4D підтримує моделювання, скульптінг, анімацію і високоякісний рендеринг. Програмний продукт відрізняється швидким освоєнням інтерфейсу.

Autodesk Maya – потужний редактор тривимірної графіки і комп'ютерної тривимірної анімації [6]. Maya є однією з найпопулярніших програм по комп'ютерної графіки з використанням моделювання і анімації тривимірних об'єктів. Широко застосовується в кінематографії, телебаченні, мультиплікації і комп'ютерних іграх, має великий набір творчих функцій, інструменти для анімації, моделювання, симуляції, рендерингу й створення композицій (рис. 1.2).

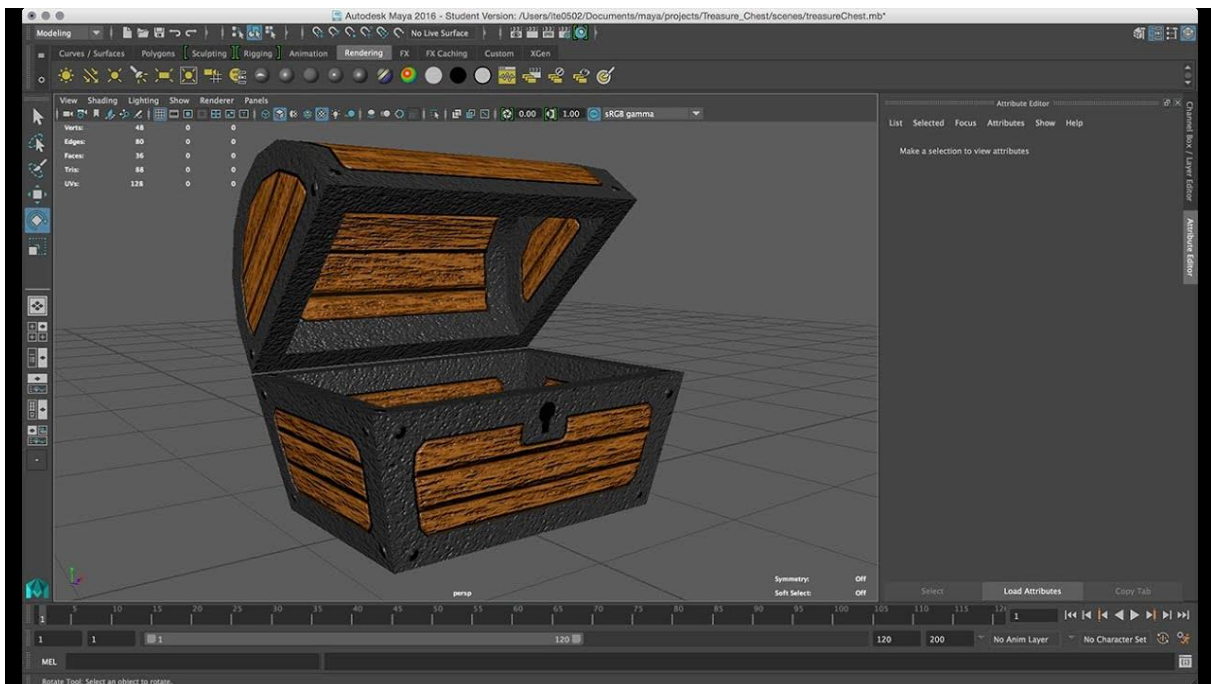


Рисунок 1.2 – Інтерфейс програми Maya

Однією з особливостей цієї програми, являється її відкрите програмне забезпечення, тим самим розробники можуть налаштувати програму під відповідну версію, під певні завдання студій. До усього іншого Maya має вбудовану незалежну мову, ця мова дозволяє допрацьовувати і налаштувати функціонал програми. У програмі усе необхідне для створення тривимірної графіки, на додаток дозволяє створювати усі етапи 3D графіків від моделювання і текстурування до анімації, може моделювати фізику твердих і м'яких тел. Програма не легка в освоєнні, але є велика кількість уроків по роботі в цьому редакторі.

Основні можливості і функціонал програми Maya це її повний набір інструментів для полігонального і сплайн- моделювання, великий набір інструментів для анімації, розвинена система часток, технологія Maya Fur, технологія Maya Fluid Effects, широкий набір засобів створення динамічних спецефектів, UV-текстури, нормалі і колірне кодування і багатопроцесорний гнучкий рендеринг [9].

Перевагами програми Maya можна вважати робота з анімацією, в програмі можна зробити багато що, але краще всього вона підходить для анімації в порівнянні з іншими продуктами Autodesk. Maya часто використовують для кіноіндустрії, оскільки в ній легко можна створювати реалістичну анімацію і ефекти. Програма має величезний набір функцій і безліччю можливостей роботи з ними. Недоліками програми вважаються довге і скрутне навчання, високі вимоги до системи, існують проблеми з сумісністю, висока ціна.

Zbrush відрізняється від інших редакторів програмним забезпеченням, ця програма має тільки одну імітацію процесу тривимірного ліплення [8]. Програма має потужний функціонал і інтуїтивний інтерфейс, який має сучасні інструменти. Має особливість ліпити безліч полігонів, дозволяє створювати усе що тільки можна уявити. Zbrush має великий спектр інструментів, які дозволяють робити 2D або 3D нарисів. Принцип роботи програми полягає в тому, що за допомогою віртуальних кистей, можна надавати різної форми тривимірному об'єкту так і двовимірному об'єкту: згладжування, витискування і інші (рис. 1.3).

До цікавої гідності програми можна віднести те, що програма може створювати різні кисті, крім того, кисті можуть змінені і мати власні версії. Програма дозволяє працювати з високополігональними моделями, створювати шари і ключові інструменти. До недоліків можна віднести власне розташування камер між точкою огляду і моделлю, у свою чергу погано підходить для рендерингу. Zbrush з дуже вузьким спектром завдань, в пакеті існує обмежена кількість способів низькополігонального моделювання і анімації [13].

Zbrush використовується не лише для моделювання, але також для надання кольору моделі і малює штрихами з глибиною. Zbrush дозволяє малювати відблиски і тіні з особливою технікою, для більшої реалістичності.

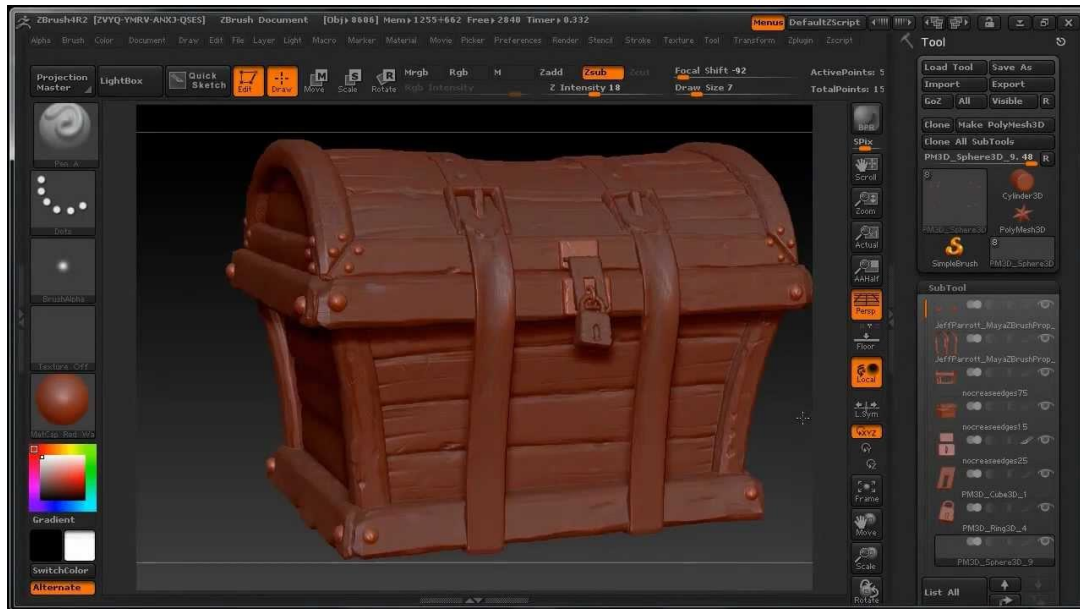


Рисунок 1.3 – Інтерфейс програми Zbrush

Autodesk 3ds Max повнофункціональна професійна програма для 3D моделювання, анімації і рендеринга [12]. Програма використовується художниками і професіоналами в області візуалізації ефектів для кіноіндустрії, так само в іграх для створення віртуальної реальності. Програмне забезпечення дозволяє створювати сильно деталізованих персонажів, створювати сцени. Пакет має великий вибір інструментів для моделювання архітектурних проєктів. Так само програма має аналіз і налаштування освітлення тривимірної сцени (рис. 1.4).

Програмне забезпечення також має функції рендеринга, що дає домагатися високою реалістичністю зображення, так само є велика бібліотека, яка дозволяє користувачеві знаходити потрібну інформацію. 3D max так само має функції для моделювання тривимірних об'єктів, текстурування і ефектів. Користувачі можуть конвертувати сцени, щоб можна було використовувати передовими технологіями.

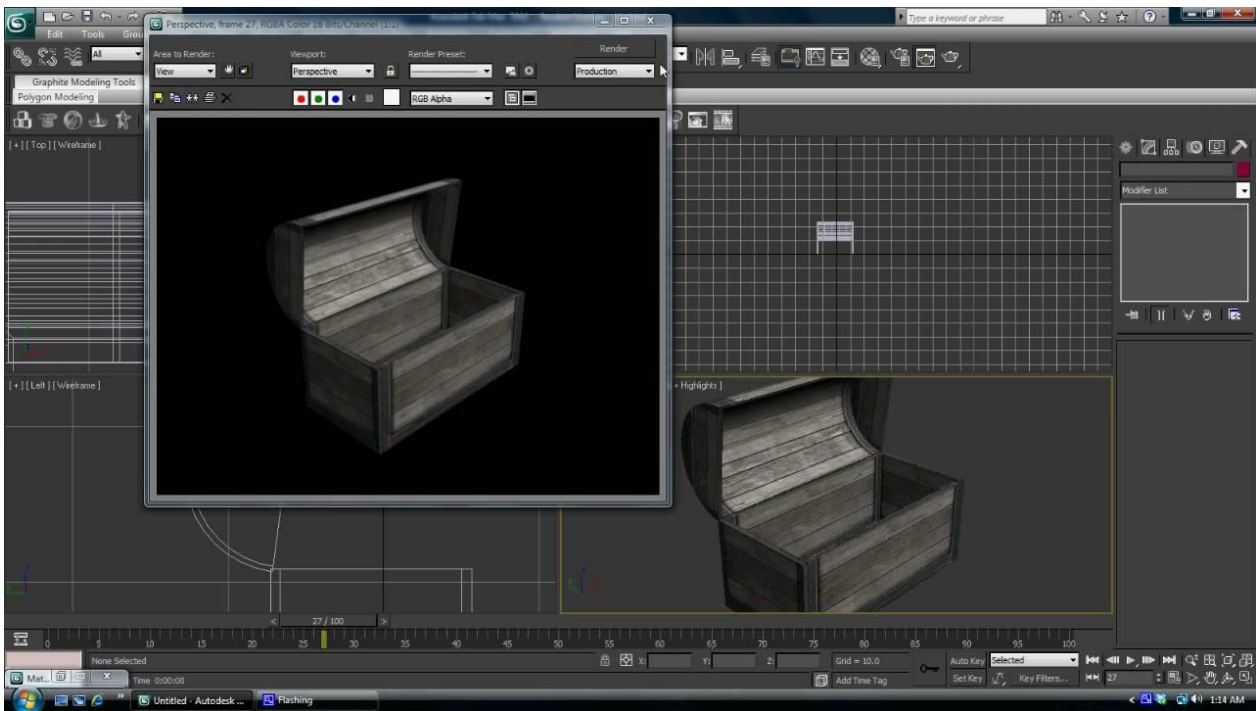


Рисунок 1.4 – Інтерфейс програми Autodesk 3ds Max

3D Max має широкий спектр для створення різних форм і роботу із складними тривимірними комп'ютерними моделями, такими як полігональне моделювання, моделювання сплайна, моделювання з використанням примітивів і модифікаторів, моделювання з використанням примітивів сплайнів із застосуванням модифікаторів.

Перевагою 3D Max можна назвати його опції для програмування і налаштування це привело до створення справжнього достатку скриптів і плагінів, найзручнішим в програмі являється модифікатор poly, величезний функціонал і повчальній інформації. До недоліків довге вивчення програмного забезпечення, проблеми, з сумісністю працює тільки в Windows [14].

Blender професійний і відкритий пакет для створення тривимірної комп'ютерної графіки, в даний момент це один з найпопулярніших безкоштовних редакторів, який не поступається по функціоналу платним редакторам [18]. Має невеликий об'єм пакету програми в порівнянні з іншими популярними пакетами для 3D моделювання. Програма у свою чергу має підтримку російської мови, тим самим полегшує її освоєння (рис. 1.5).

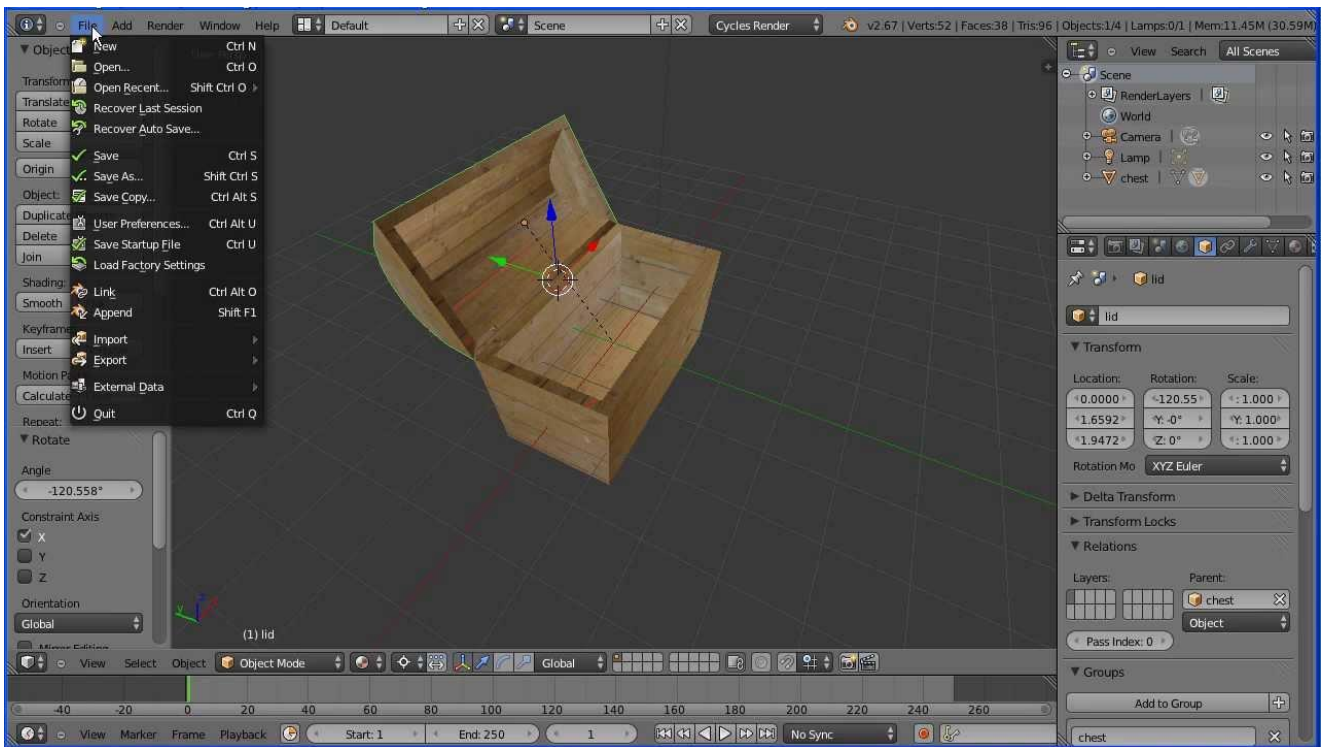


Рисунок 1.5 – Інтерфейс програми Blender

Нині редактор користується широкою популярністю серед 3D редакторів, що не дивно, це найкращий варіант для новачків в 3d моделюванні, але також використовується просунутими користувачами. У програми відкрите програмне забезпечення для створення тривимірної графіки вона так само швидко і якісно розвивається. Blender менш професійна, але все таки її часто вибирають для серйозніших проектів, оскільки програма абсолютно не поступається по кількості можливостями. За допомогою програми blender можна створювати персонажів, техніку, будівлі так само працювати в режимі скульптинг, створювати анімації, візуалізацію постобробки і монтажу відео із звуком. Blender використовується для друку 3D моделей, ще однією особливістю є те, що Blender має власний ігровий движок.

Blender має підтримку геометричних примітивів, включаючи полігональні моделі, систему швидкого моделювання в режимі SubSurf, криві Без'є, скульптурне моделювання, векторні шрифти і інше. Програма має вбудовані механізми рендеринга і інтеграція із зовнішніми рендерерами YafRay, LuxRender. Інструменти анімації, наприклад інверсна кінематика,

скелетна анімація і сіткова деформація широко використовуються. Система часток, яка що включає систему волосся на основі часток є функціональною в програмі, так само так і модифікатори для застосування неруйнівних ефектів і базові функції нелінійного монтажу звуку і відео.

Інтерфейс створюється за допомогою OpenGL, Blender на перший погляд здається не доброзичливою користувачеві. У цьому редакторіві вирішили поєднати усе що тільки вмістилося і це позначилося на його простоті освоєння.

Інтерфейс blender має два режими редагування Об'єктний режим і Режим редагування. Об'єктний режим використовується для маніпуляцій з індивідуальними об'єктами, а режим редагування – для маніпуляцій з фактичними даними об'єкту. Управління робочим простором. Інтерфейс Blender складається з вікон, за умовчанням їх п'ять, усього в програмі існує сімнадцять типів вікон, усе що ми бачимо на екрані можна замінити і закрити, є основні панелі.

До переваг цієї програми можна віднести її вільне програмне забезпечення. У програмі окрім 3D моделювання, текстурування й рендерингу, є безліч функцій таких як UV розгортка, ростова графіка і скульптинг. Можливо, один з найбільших плюсів програми це адони, кросплатформеність, широкий функціонал, відкритий код, постійні оновлення. До недоліків Blender можна віднести інтерфейс, якщо бути точніше його оформлення, при відкритті вперше інтерфейс може ввести користувача в приголомшення. Потрібно багато практики і важкої роботи для освоєння інструментів програми [16].

Програма Blender є новаторською концепцією графічного інтерфейсу, так само програма має багато додаткових особливостей.

Після перегляду цих програмних продуктів, варто прийняти рішення який пакет підходить для поставлених завдань, адже багато з них вузько спеціалізовані. Найбільшими перевагами для мене визначився програмний продукт Blender призначеного для тривимірного моделювання і анімації.

Цей програмний продукт має багато переваг таких як: абсолютно безкоштовний, активно розвивається, не поступаючись ні в чому комерційним

аналогам, може бути використаний в особистих цілях, широкий спектр інструментів для моделювання, його об'єм складає близько п'ятдесяти мегабайт, усі ресурси він зберігає в єдиному файлі, також має підтримку російської мови, в програмі можна створювати анімацію.

З усіх розглянутих систем найпривабливішим є Blender. Blender поширюється на безкоштовній основі, легко встановлюється і займає мало місця в системі, що дозволяє швидко і просто приступити до роботи. Окрім іншого, система має велику документацію і велике співтовариство однодумців, це дозволяє ефективно вирішувати проблеми, що виникають при роботі. Модель, що розробляється в цій роботі, створюватиметься в системі Blender.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДИЗАЙНЕРА

2.1 Типові етапи творчої роботи створення дизайн-продукту

Відносно процесу створення дизайн-продукту такими елементами стають самі етапи дизайн - проектування. У них відбивається послідовність дій в ході розробки дизайну продукту.

Будь-який проект вимагає ретельного і продуманого аналізу. Цим не варто нехтувати і повністю віддавати усю свою увагу тільки естетиці, оскільки по ходу роботи виникне безліч питань. Великий також ризик зовсім збитися з наміченої траєкторії, отримати на виході неструктуровану суміш з різних елементів і стилів, не зібрати єдиний проект, оскільки не буде загальної концепції, яка б об'єднувала усі його складові частини.

Етапи проектування містять передпроектну і проектну частини. Саме в першу частину входить аналіз складових частин проекту. Нагадаємо визначення аналізу – це метод дослідження окремих частин об'єкту або явища з метою складання судження про ціле.

На передпроектному етапі дизайнер виробляє збір інформації, виявлення функціональних властивостей майбутнього об'єкту. Відбувається формулювання проблеми, яку необхідно вирішити за допомогою дизайнерського рішення. Ажгихин С.Г. та Гнутова О.В. так само висловлюють свою думку про те, що "Увесь аналітичний матеріал виявляє проблему проектної теми і шляху її рішення" [17]. Дуже важливо ще на передпроектному етапі правильно поставити і сформулювати проблему, оскільки подальша розробка проекту спиратиметься саме на неї. Дизайнер займатиметься вже самим рішенням ситуації, що склалася, яку він сформулював і виявив спочатку. Розглядається цільова аудиторія, на яку і буде спрямована робота, аналізуються її потреби, оскільки те, що буде цікаво одним людям, може і зовсім не знайти відгук у інших. Розглядати споживача, на якого буде спрямований майбутній дизайн, дуже важливо, оскільки від цього

залежить майбутнє просування продукту, що розробляється, на ринку. Цільова аудиторія - група людей, об'єднаних загальною потребою в певному продукті. Як правило, це люди, які з більшою вірогідністю придбають представлений ним продукт. Внаслідок чого, необхідно правильно і грамотно продумати дизайнерське рішення, щоб потенційний покупець був зацікавлений і вибрав з безлічі подібних товарів саме представлений. Без урахування цільової аудиторії неможливо просунути продукт на сучасному ринку, оскільки пропозиція, яка зможе розв'язати її проблему, залежить безпосередньо від знання своєї клієнтури. Споживачі, на яких буде спрямована дизайнерська діяльність, можуть бути не лише потенційними покупцями, але і, залежно від роду проекту, це може бути і робочий персонал. Дизайн, окрім роботи безпосередньо над продуктом, що продається, може сприяти поліпшенню внутрішньої корпоративної дисципліни. Так, в роботі з цим видом аудиторії стоїть завдання об'єднання робочого персоналу в системі, надання йому сил і упевненості в цій роботі, створення в їх свідомості, образу ідеального закладу на яке вони зможуть плідно працювати. Це дуже важливо, оскільки від робочого персоналу, неабиякою мірою, залежить репутація компанії і якість обслуговування клієнтів, що згодом впливає і на кількість продажів. Як можна помітити, цільова аудиторія може бути абсолютно різною і завдання дизайнера розглянути усі її варіанти, проаналізувати і врахувати в ході розробки дизайн-проекта. Необхідно визначитися і з методами, за допомогою яких відбуватиметься пошук нових ідей залежно від поставленого завдання. Існує досить великий список методів, які важливо знати, розуміти і уміти застосовувати при роботі з об'єктом дизайну. Говорячи про методи наукового дослідження, варто відмітити, що їх вибір, в першу чергу, залежить від того, які цілі і завдання поставлені в цьому проекті. Вибір ґрунтується на обстановці, ситуації в якій знаходиться даний об'єкт.

Наступним йде етап розробки концептуального рішення проекту. Це дуже важливий і трудомісткий процес, якому треба приділити немало часу. Само слово "концепція" походить від латинського "conception" і в перекладі означає "система, розуміння". Це певне бачення проекту, його основна думка,

яку він несе в собі, об'єднуючи усі складові елементи дизайну в єдине ціле. Хороша і продумана концепція, що несе в собі нові і незвичайні ідеї, - це те, що здатне більшою мірою притягнути увагу потенційної цільової аудиторії. Без концепції проект не буде єдиним і цілісним, у нього не буде відправної точки, опори, що тримає усю наступну роботу в деяких рамках, що не дозволяють дизайнерові збитися з наміченого шляху. Тому до розробки концептуального рішення треба підійти відповідально.

Проводячи передпроектний аналіз, необхідно приділяти значну увагу дрібним деталям, глибоко перейматися початковою ситуацією, поставленими проблемами. Чим більш глибоко дизайнер вивчить об'єкт проектування і усі його складові елементи, тим більше вірогідність отримати на виході якісний, конкурентоздатний і ефективний продукт дизайнерської діяльності. Ідея буде ціннішою, якщо вона несе в собі деякі специфічні риси, які виділятимуть даний об'єкт на тлі конкурентів, викликати у них позитивні емоції. А до такої дизайнер зможе прийти тільки при ретельному і уважному вивченні, зборі інформації про об'єкт дизайну.

Останнім часом у дуже багатьох людей виробився деякий імунітет до реклами і до багатьох дизайнерських елементів. У них спрацьовує механізм підсвідомого блокування із-за великого перенасичення ринку реклами. І це стосується навіть не самої кількості вкладених в неї коштів, а скільки самого відношення аудиторії до цього виду підношення інформації. Люди просто перестали на неї звертати увагу, від чого і падає віддача від реклами на ринках, хоча ціни на неї і ростуть. Щоб здолати цей бар'єр дизайнер повинен уміти виходити за рамки звичного, оскільки тільки у такий спосіб він зможе притягнути увагу аудиторії. Сучасних споживачів притягають в основному тільки незвичайні і цікаві рішення, що виходять за рамки повсякденності. Дизайн в будь-якому своєму прояві, якщо коштує мета виділитися "натовпи", повинен викликати у споживачів інтерес, або грати на якихось позитивних емоціях, які будуть вже в пам'яті споживача пов'язані з рекламованою продукцією або компанією, що представляється, за допомогою емоційного

зв'язку, який, як по ланцюжку, приводитиме людину до думки про потрібне замовникові продукті. Так або інакше, це на підсвідомому рівні відкладається, що в майбутньому і грає свою роль. Ось чому так важливо вийти на незвичайну ідею, яку можна розвинути до цілком робочої концепції, що реалізовується.

I, нарешті, проектна частина містить деяку структуру, якої слід дотримуватися в аналітиці дизайн-проекта. У її основі – створення функціональної схеми проєктованого об'єкту з точки зору його взаємодії із споживачами, знаходження в середовищі та ін. Далі слідує збір аналогів, аналіз конкурентів і їх дизайнерського рішення, виявлення плюсів і мінусів. Аналіз аналогів потрібний для того, щоб не допустити помилок в роботі. Дуже важливо його проводити саме на початкових етапах розробки, оскільки є вірогідність вторинності, а також створення середовища, яке негативно позначатиметься на користуванні нею споживачами і на рівні продажів. Аналіз конкурентів так само важливий, оскільки це допомагає краще зрозуміти їх переваги і недоліки, які впливають на комерційну складову бізнесу. Конкуренція є деяким "двигуном", що примушує організації боротися за право існувати на ринку. Однією з головних складових конкурентоздатної компанії є добре продуманий дизайн. Завдяки отриманій інформації можна спочатку зуміти уникнути помилки, пройти по уторованій дорозі, вивчити які елементи по підсумку виявилися виграшними, а які програли в боротьбі з конкурентами, що по підсумку може допомогти бізнесу заощадити велику кількість ресурсів як тимчасових, так і грошових. На етапі ескізування і розробки візуальної частини проєкту відбувається візуалізація концепції. Здійснюється пошук пластики, форми, колірної гамми, пошук композиційних рішень, товщини ліній, міри деталізації зображуваних об'єктів. У них вже задається деяка атмосфера майбутнього дизайну. Згодом вже, шляхом відсіювання тупикових ідей, які не відповідають вимогам, закладеним на початковому рівні проєктування, відбираються кінцеві варіанти текстур.

Коли сформувався певний стильовий стан проєктування переходить на наступний етап – складання ескізів майбутнього дизайну. На цьому етапі

дизайнер занурюється в проєктоване їм середовище, розглядає її з точки зору кінцевого споживача, враховуючи усі зібрані їм раніше дані. Далі вибираються оптимальні варіанти згідно концепції і допрацьовуються до логічного кінця.

Цей етап може зазнавати ряд коригувань з боку замовників дизайну. Вони ж і вирішують, яка з представлених концепцій допрацьовуватиметься, а яка так і залишиться не зворушеною. Але в деяких випадках, залежно від психологічної складової спілкування дизайнера з клієнтом, дизайнер може вплинути на кінцеве рішення замовника проєкту. У результаті відбувається презентація проєкту замовникові з обґрунтуванням концептуального рішення і ідей. Сюди ж входить і оцінка виконаної роботи, критика.

2.2 Критерії вимірювання творчої роботи

Чи можна виміряти творчість? Коротка відповідь: так, можна кількісно представити і виміряти креативність. Як приклад можемо навести роздуми Сальвадора Далі, який у своїй "Порівняльній таблиці цінностей по аналізу Далі", що він наводить в книзі "50 магічних секретів майстерності" [2], підрахував загальну оцінку творчості своїх колег по таких параметрах, як майстерність, натхнення, колір, дизайн, геній, композиція, оригінальність, таємничість і автентичність. Тобто вимір креативності можливий. Іншим питанням є об'єктивність вимірювання та його мета.

Прозорим та доступним варіантом вимірювання творчості є задача оцінювання результатів цієї творчості. Так, складно порівнювати майстерність митців рівня Вермеєра (одна з найвищих оцінок в таблиці Далі) або Мондріана (одна з найнижчих оцінок), проте ми можемо підрахувати щось відчутне, наприклад, кількість відомих картин, їх вартість на аукціонах або кількість посилань на певну картину в результатах пошуку Google.

Повернемося до робочих процесів. У визначенні та оцінюванні результатів творчого процесу зацікавлені всі сторони. Їх перелік наведений, наприклад, в статті О. Савкіна [1] (рис. 2.1).

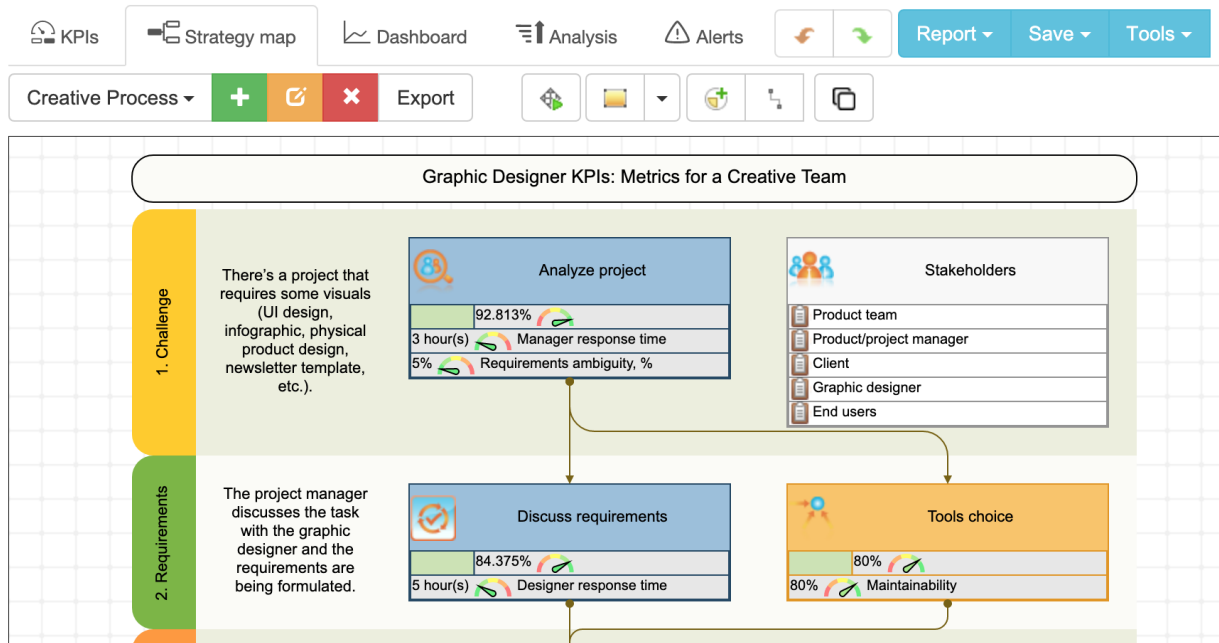


Рисунок 2.1 – Опис сторін творчого проекту

Для вирішення завдання виміру продуктивності пропоную почати з короткого огляду типового процесу графічного дизайну і залучених до нього сторін.

Завдання. Деякий проект вимагає візуального представлення UI-дизайну, інфографіки, дизайну фізичного продукту, шаблону розсилки тощо.

Вимоги до кінцевого результату. Менеджер проекту обговорює завдання з дизайнером, формулюються вимоги, складається ТЗ.

Дизайн. Дизайнер створює власний творчий продукт в рамках складеного ТЗ.

Оцінка. Результати дизайну проходять декілька етапів оцінки.

Випуск. Дизайн випускається (публікується стаття, передплатникам вирушає розсилка, продукт вирушає у виробництво), його бачать кінцеві користувачі.

Таким чином, розглянувши процес дизайну взагалі, можемо сформулювати кілька очікуваних цілей.

Мета якості. Вимір творчості для забезпечення хорошої якості дизайну. Для впровадження ідей удосконалення в наступних варіантах дизайну.

Мета впливу на бізнес. Вимір творчості з метою переконатися в тому, що результати не лише добре і професійно виглядають, але і допомагають нам досягати цілей.

Мета часу і грошей. Оскільки час і бюджет обмежені, ми маємо бути упевнені в тому, що рухаємося від обговорення до випуску продукту з адекватними витратами.

Крім того, можна кількісно представити і виміряти роботу дизайнера в контексті цих цілей через такі показники:

– зручність супроводу, вимірюється у %. Зручність супроводу показує, наскільки легко можна обслуговувати певний продукт. У нашому випадку зручність супроводу має відношення до вибору робочих інструментів. Як правило, ілюстрації створюються за допомогою стандартних графічних програм, які підтримують спільну роботу кількох осіб в режимі обговорення. Завдяки цьому в умовах фокусування на загальній стилізації контенту такий спосіб дозволяє значно скоротити витрати часу на обговорення;

– час доопрацювання, який вимірюється в годинах. Розглянутий раніше процес дизайну припускає необхідність доопрацювань. Мета менеджера – знати орієнтовну "нормальну" кількість робочих годин на доопрацювання і структуру необхідних взаємодій із цього приводу. Досвід свідчить, що додавання попередніх етапів для обговорення дозволяє суттєво зменшити обсяг подальшого доопрацювання.

Ось так виглядає облік цих показників в автоматизованій системі обліку КРІ творчих дизайнерів в дизайн-студії (рис. 2.2).

4. Review	67.76%	1		67.756	%	67.756
Review the results	67.76%	1		67.756	%	67.756
Standards compliance	95%	1		95	%	95
Rework time	66.67%	25		4	hour(s)	4

General Data Performance Context

Weight, % Optimization

25 Minimize Value Linearly

Raw data indicator

Рисунок 2.2 – Облік КРІ графічного дизайнера онлайн

2.3 Взаємовплив показників часу і грошей

Незважаючи на те, що графічний дизайн – це, безумовно, творчий процес, проте це має бути ще й добре організований процес. Як можна кількісно представити цей процес? Ми пропонуємо вимірювати ефективність комунікацій, відстежуючи, скільки часу займає перехід з одного етапу на інший.

Для цього можна зафіксувати такі показники:

- час очікування відповіді дизайнера (час, який потрібний дизайнеру для відповіді на перший запит і наступні коментарі);
- час до першого варіанту проекту (час, який потрібний дизайнеру для відправки першого варіанту виконання завдання)
- час відповіді менеджера (час, який потрібно менеджеру, щоб відповісти або схвалити роботу дизайнера).

Відповідно, ми можемо відстежувати загальні показники процесу:

- відсоток вчасно виконаних дизайнером завдань, %;
- час виробничого циклу виконання завдань дизайнером (час від запиту до доставки).

У випадку графічного дизайну час вказує на прямі витрати (заробітна плата дизайнера). Якщо ми надаємо дизайнеру якісні інструменти і оптимізуємо комунікацію, ми зможемо оптимізувати витрати.

2.4 Оцінка ефективності окремих етапів

Як було показано раніше, основними етапами роботи над об'єктами 3D гри є:

- розробка ідеї, концепта персонажа;
- ескизування персонажа, створення концепт-артів;
- створення основи 3D-моделі, робота з загальними пропорціями об'єкта;
- налаштування та вдосконалення полігональної сітки, робота з dynamesh, коригування розтягування полігонів;

- проектування high poly моделі, додавання дрібних деталей, оздоблення тощо;
- робота з матеріалами поверхонь, текстурами, постановка світла, розфарбовка, поліпейнтинг, стилізація;
- фіналізація, створення презентаційних матеріалів.

Для зручності ця послідовність наведена у вигляді поетапної схеми (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Послідовність етапів створення 3D моделі

Кожен з етапів може мати кілька ітерацій. У нашому випадку наша дизайн-студія більше часу відводить на опрацювання та вдосконалення перших двох етапів, доводячи ескизування до майже фінального прийняттого рівня. За рахунок цього вдається заощадити час і грошові витрати на наступних етапах, коли повертання на додаткову ітерацію вимагатиме суттєвої переробки створеної 3D моделі.

2.5 Огляд аналогічних об'єктів в інших проектах

Оскільки розгляд та оцінювання творчого процесу дизайнерської праці ми будемо проводити на відносно нескладній моделі, а власне – скрині як інтерактивного тривимірного об'єкта комп'ютерної гри, основою огляду є

опубліковані в інтернеті проекти, в яких відображено саме етапи створення концепції, ескізування та подальшого моделювання.

Наприклад, в рамках проекту Владислава Мороза «Вячоркі Замалёўкі» було розглянуто кілька робіт, об'єднаних спільним завданням. Ілюстрації наводять кінцевий результат створення, коротко описаний концептуальний етап. Так, наприклад, виглядає звичайний «класична» зачинена скриня (рис. 2.4). На концептуальному етапі обговорювалась важливість створення образу «зачиненої» скрині, що вплинуло на фінальний вигляд моделі.



Рисунок 2.4 – Фінальний ескіз «зачиненої» скрині

Цікавою була розробка моделі скрині для лісового ельфа (рис. 2.5). На етапі обговорення концепції багато часу було відведено вдосконаленню образу самого ельфа, який займається збиранням, тому в скрині зберігаються в основному трави, сушені гриби та інші дари природи. Таким чином через образи плетеної валізи, кошика та інших фінальний образ скрині наприкінці перетворився в форму жолудя.

Посмертна скриня (труна) східного правителя велетнів (рис. 2.6). Скриня призначена для зберігання реліквії у вигляді останків першого правителя та чотирьох сторожів, що зберігаються в бічних урнах, покликаних захищати правителя навіть після смерті. У процесі обговорення значну увагу було

приділено обговорюванню текстур, які мають передавати різні матеріали поверхні об'єкту – дерево, мармур, метал (бронза).

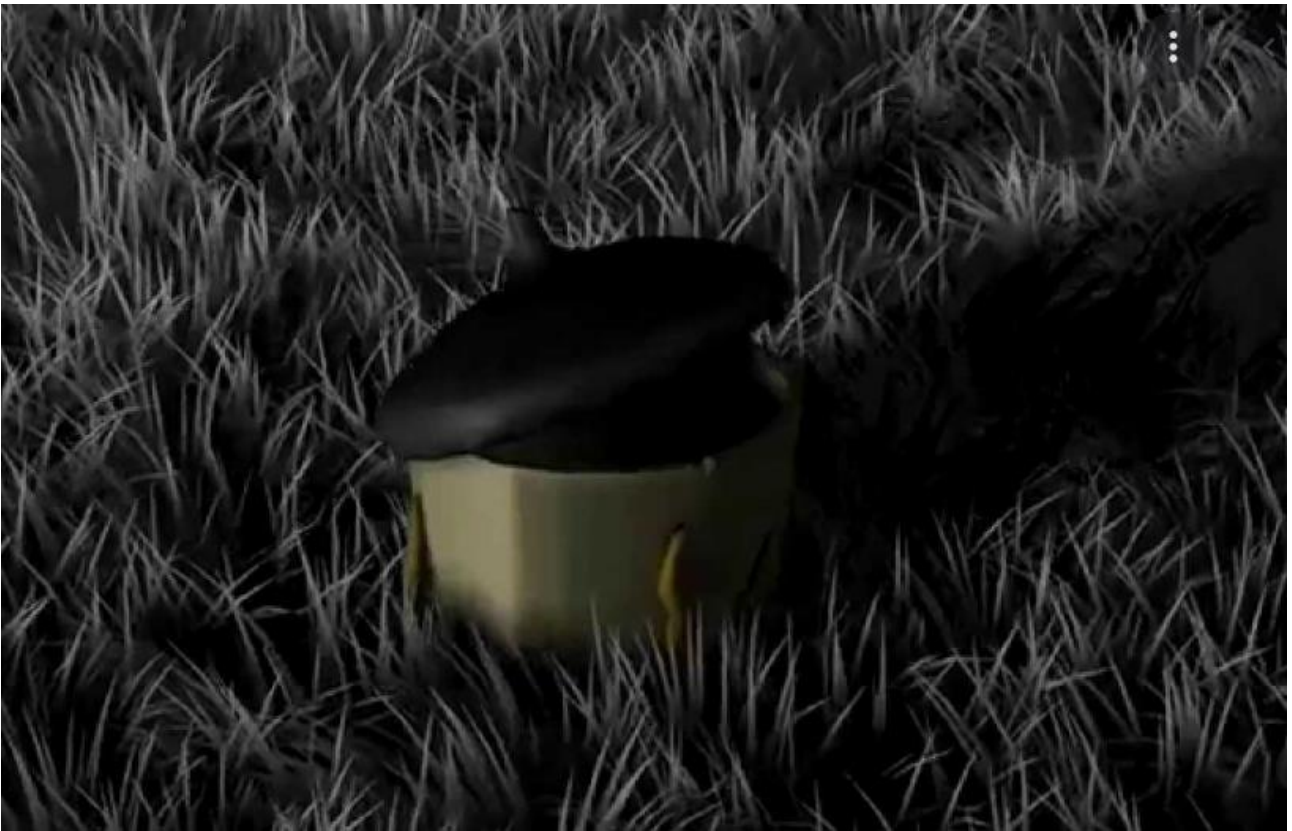


Рисунок 2.5 – Фінальний ескіз скрині лісового ельфа



Рисунок 2.6 – Фінальний ескіз скрині (труни) повелителя велетнів

Цікавою з точки зору оцінювання творчого процесу є опис-щоденник роботи інтернет-художника DmitryVS, який описав стадію ескізування від початкової концепції до тривимірної моделі (рис. 2.7).

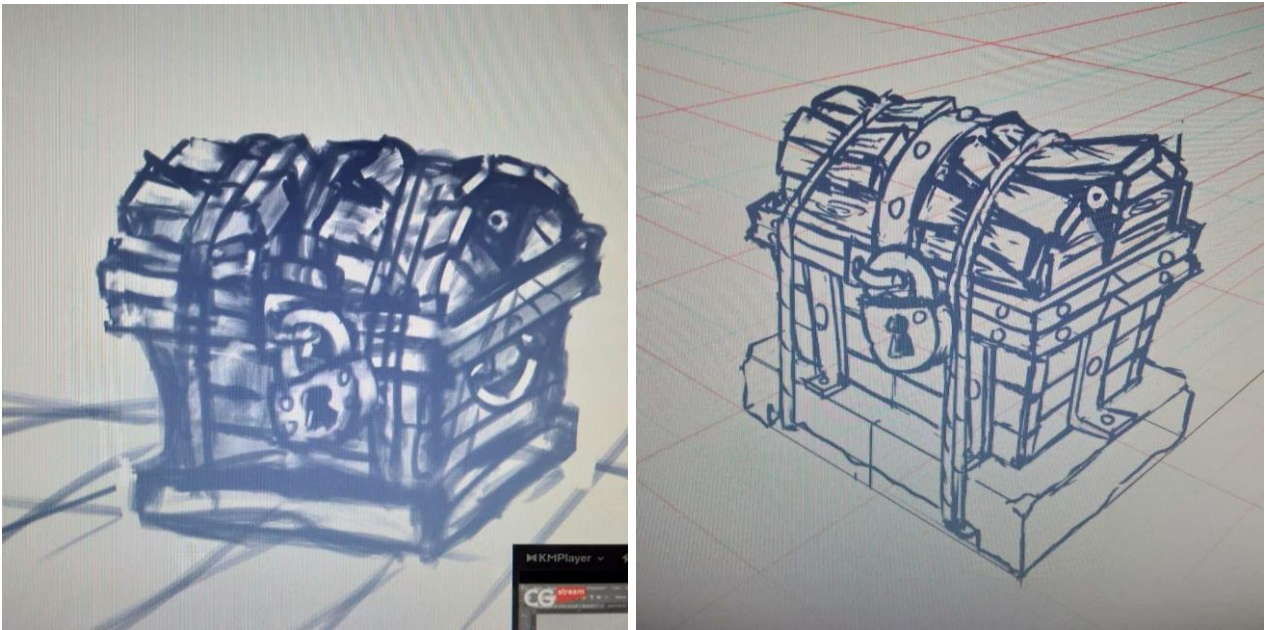


Рисунок 2.7 – Графічні ескізи скрині

На цьому етапі було сформовано зовнішній образ та елементи скрині. На наступному етапі обговорення вже в цифровому ескізуванні було визначено контури та текстури елементів, їх взаємне розташування та відносні розміри (рис. 2.8).

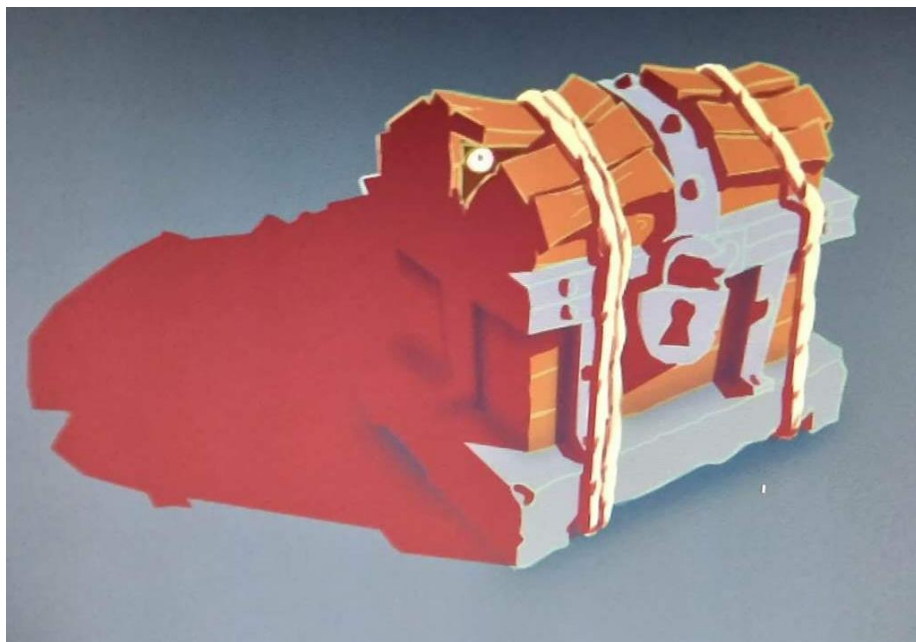


Рисунок 2.8 – Цифрові ескізи скрині

Таким чином на останньому етапі переходу до безпосередньо моделювання більшість питань вже було визначено (рис. 2.9).



Рисунок 2.9 – Ескіз тривимірної моделі скрині

Цікавою з точки зору застосованих структур є розробка лісової скрині того ж автора (рис. 2.10).



Рисунок 2.10 – Ескіз тривимірної моделі лісової скрині

В роботах іншого інтернет-художника Haridon3d більший наголос провадиться на фінальних відливках моделей, роздрукованих на 3D принтері (рис. 2.11 – 2.13). Зацікавленість тут викликає доведення ескізних елементів до кінцевого матеріалізованого результату.



Рисунок 2.11 – Ескіз тривимірної моделі скрині



Рисунок 2.12 – Тривимірна модель у зборі



Рисунок 2.13 – Тривимірна модель окремими елементами

2.6 Висновки за розділом

З огляду прикладів можна зробити висновок, що значну частину економії загального часу роботи над моделлю буде складати підготовча робота. Незважаючи на те, що така робота потребує певного часу та оплати, цей час виправдовує себе в подальшій роботі за рахунок зменшення ітераційних комунікацій під час «доведення» обліку моделі до фінального результату. Оптимальним буде створення графічного ескізу таким, що на стадії тривимірного моделювання модель не буде зазнавати суттєвих змін.

З цього боку суттєвими є етапи створення концептуального образу та підбору референтів (рис. 2.14), які допоможуть всім учасникам творчого процесу уявляти собі вигляд ще не створеної моделі.



Рисунок 2.14 – Приклади референтів для поточної роботи

Важливим з точки зору тривимірного моделювання є етап створення контурів об'єкту та розробка скетчів з різних проекцій. Оскільки створення тривимірної моделі починається саме з контурів (рис. 2.15).

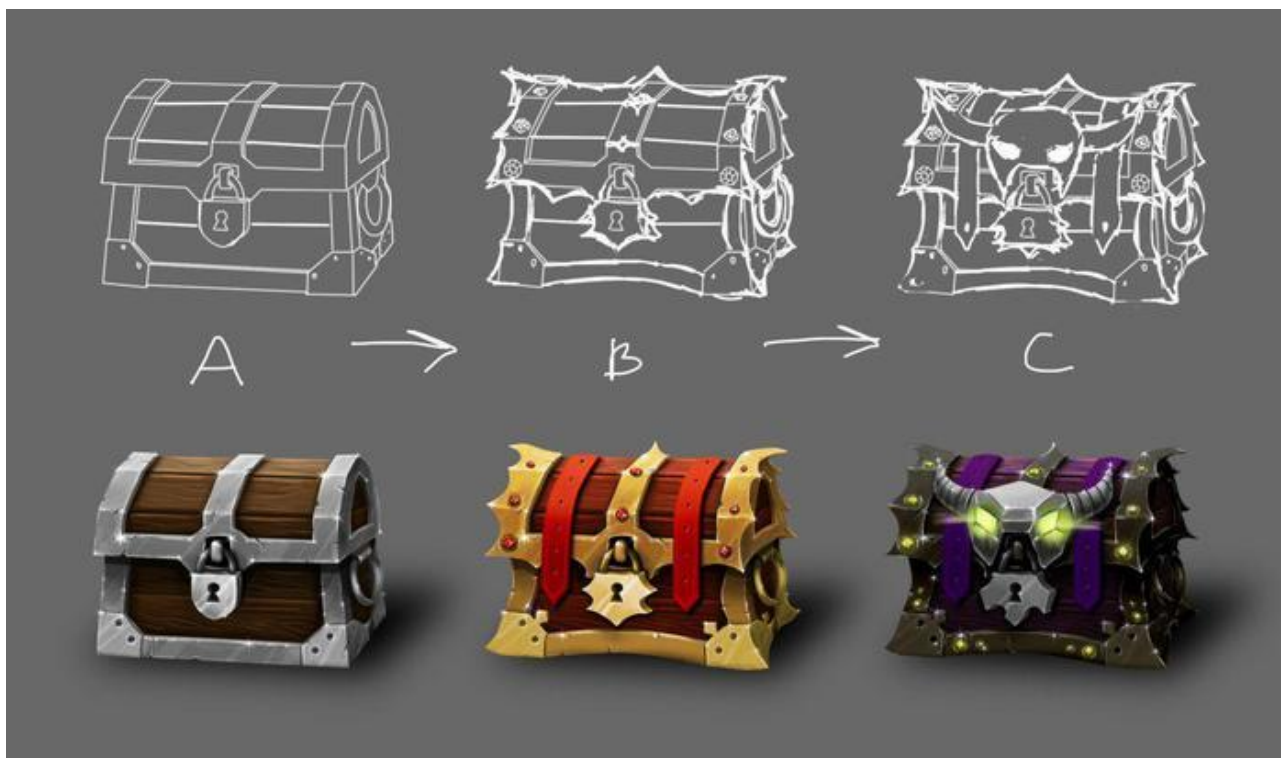


Рисунок 2.15 – Етапи побудови скетчів та контурів тривимірної моделі

Нарешті, важливим етапом попередньої підготовки є розробка текстур поверхні та колірної гами об'єкту, оскільки на ці ескізи буде орієнтуватися 3D моделер під час своєї роботи.

3 ПРАКТИЧНИЙ ПРИКЛАД ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДИЗАЙНЕРА

3.1 Етапи розробки 3D моделі за участю дизайнера на прикладі ігрового об'єкта

Підготовчий етап. Пошук підбір прикладів (референсів).

За завданням від замовника об'єкт під назвою «Скрина Бога Грома (Тора)» має мати важкий, войовничий вигляд.

Концептуальний етап має відповісти на загальні запитання щодо творчого завдання. Зокрема, визначити, які елементи будуть використані, які точки фокусу узяти щоб зачепити глядача (гравця). На цьому етапі доречним буде пошук референтів, тобто прикладів аналогічних об'єктів. Пошук картинок відбувався з наголосом на скандинавську міфологію і фільм Тор (рис. 3.1).

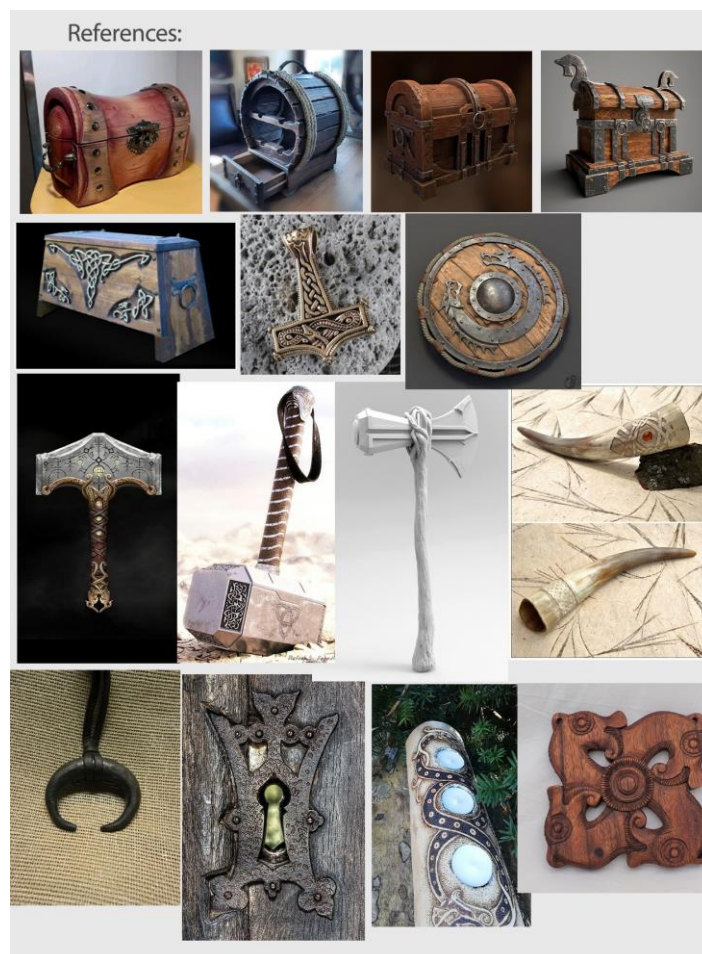


Рисунок 3.1 – Підібрані референси

Етап створення тамбнейлів, силуетів. Відповідно до відібраних референсів було створено 6-12 тамбнейлів, тобто скетчевих нарисів, які відображують загальний вигляд об'єкта та його силует. На створення кожного тамбнейлу витрачається близько 10 хвилин, на даному етапі поглиблення в деталі вважається зайвим. Звісно, ця робота спирається на референси, але це є творча робота, це унікальний дизайн.

Наступним кроком в ітераційному процесі відбираються та вдосконалюються найкращі варіанти, який потім відсилається на узгодження з замовником (рис. 3.2). Процес узгодження теж є ітераційним, в нашому випадку було застосовано 2 ітерації.



Рисунок 3.2 – Скетчі, запропоновані до узгодження

Етап чорнового скетчу (нарис) (рис. 3.3). Після узгодження замовником загального обрису (силуету) розроблюваного об'єкту починаємо роботу над деталізацією. На цьому етапі додаються дизайнерські елементи оздоблення об'єкта, які уточнюють головну ідею. Зокрема, в нашому випадку було вирішено додати елемент «світіння», який втілює магію Бога грому.

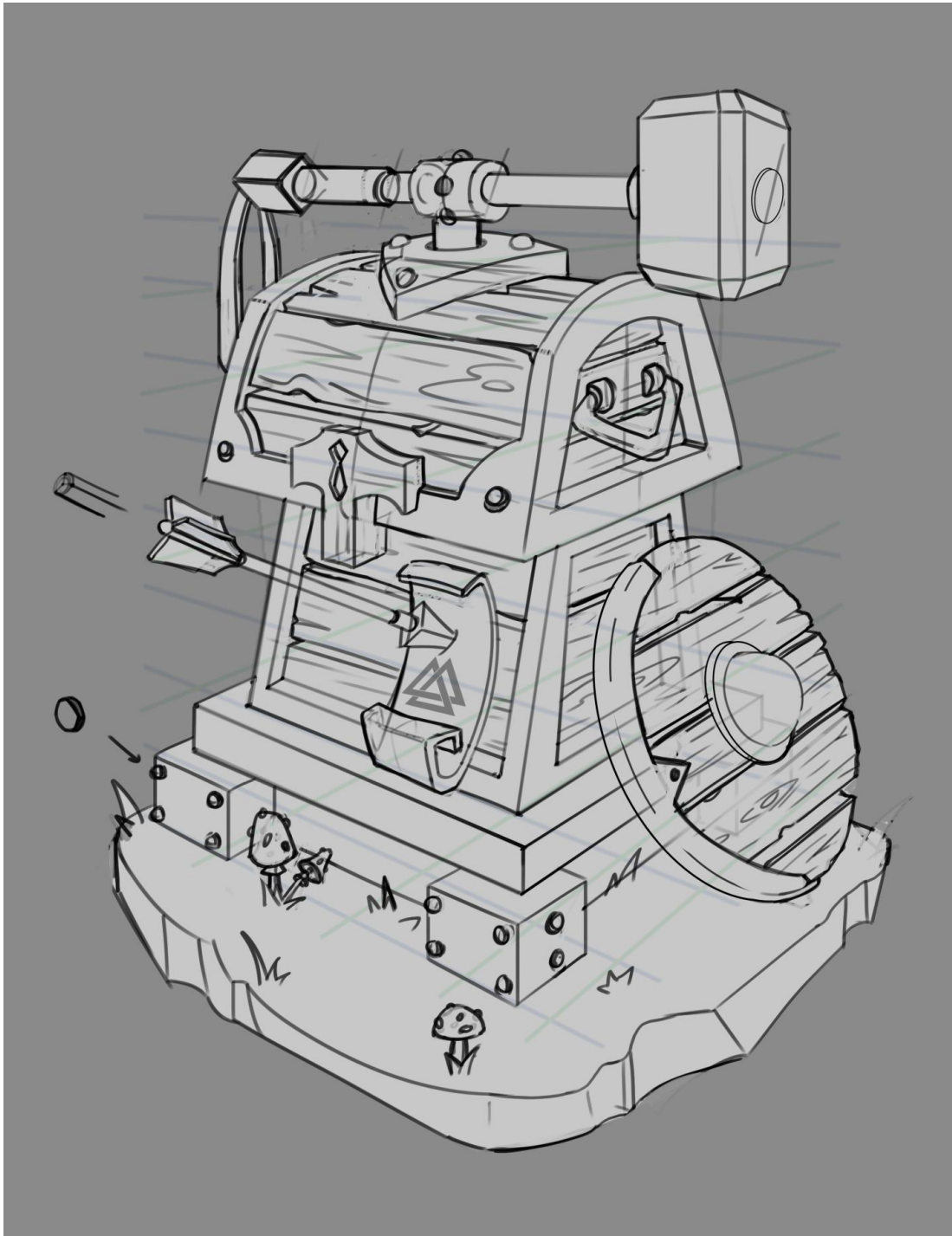


Рисунок 3.3 – Чорновий скетч з опрацюванням контурів

Етап пошуку колірної гами. Робота на цьому етапі спирається на результати попереднього пошуку референсів. Специфіка саме цифрової розробки полягає в тому, що початкова розробка об'єкту не містить кольорів, забарвлення здійснюється на наступному етапі. Вибрані кольори спираються на природну колірну гаму, референтним посиланням було забарвлення тварин, яке часто має незвичайний вигляд і божевільне поєднання кольорів.

На узгодження замовнику було запропоновано три різні колірні палітри (рис. 3.4). Процес містив 2 ітерації узгодження.

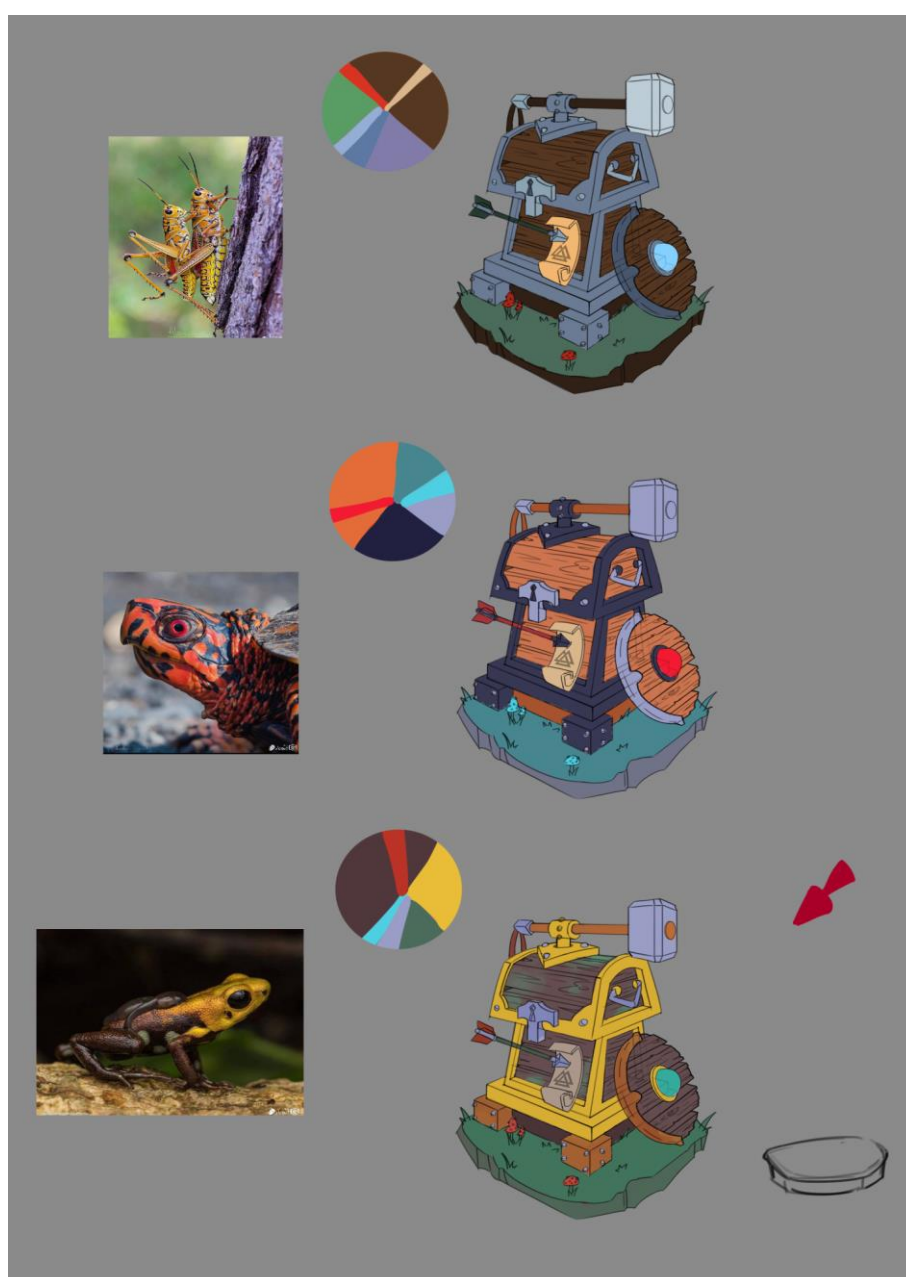


Рисунок 3.4 – Колірні палітри, запропоновані до узгодження

Етап фінального опрацювання зовнішнього вигляду об'єкту. На цьому етапі були остаточно уточнені лінії зовнішнього контуру, об'єкт переведено в тривимірний формат, додано перспективну сітку, щоб не відхилятися від перспективних сходжень. Основний шар із скетчем залишається базовим, поверх нього додаються додаткові шари в режимі multiply. Певні лінії робимо товстішими, інші навпаки, усе залежить від перспективи погляду (рис. 3.5).

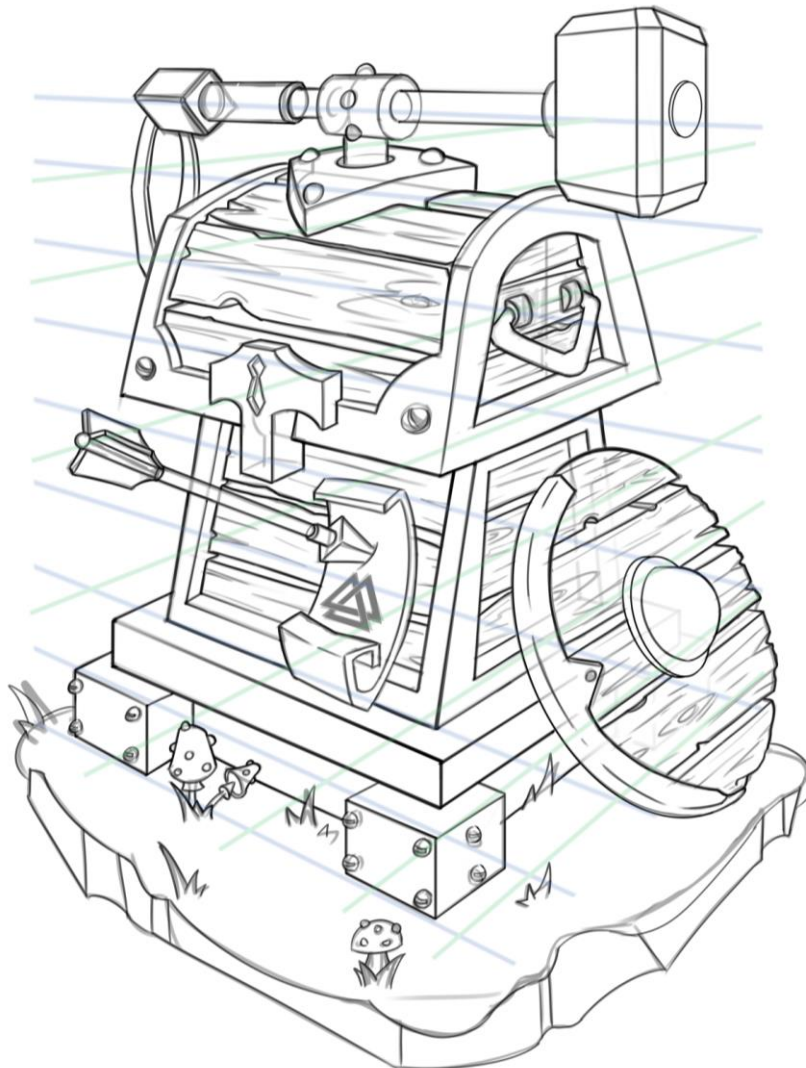


Рисунок 3.5 – Фінальний скетч об'єкту

Етап "Тінь-Світло" (Об'єм). Оскільки об'єкт буде використано в ігровому середовищі, його облік має бути доповнений тінями та світлинами, які втілюють тривимірність. Були використані обтравочні маски поверх базового шару, вони прикріплені до шару з силуетом, щоб забезпечити відстань меж контуру об'єкту

під час роботи з ним. Світло моделюється окремим шаром в режимі накладення multiply. В процесі роботи вибираємо, з якого боку спрямоване джерело світла. Окремо доданий шар оклюзії, це глибока тінь, куди не потрапляє світло. Після цього створюємо новий шар в режимі soft light і робимо холодне світло (рис. 3.6). Працює правило холодне світло - тепла тінь і навпаки.



Рисунок 3.6 – Ілюстрація моделі з опрацюванням світло-тінь

Етап рендеринга. Наступний крок. До об'єкту додані текстури дерева, металу, окремі додаткові елементи (віддзеркалення світла, відблиски, подряпини) (рис. 3.6). Всі ці елементи необхідні в подальшій роботі, щоб 3D моделер уловив усі деталі в точності.

Для відблисків на металі був використаний режим накладення color dodge з властивістю transparency shapes layer в налаштуваннях шару (рис. 3.8).

Полішінг або полірування. На цьому етапі ми опрацьовуємо картинку в деталях. Опрацьовуємо задній фон, додаємо контурне світло в режимі шару rim light (рис. 3.9).

Уточнюємо дрібні елементи, додаємо світіння на умбон (напівкуля усередині щита) (рис. 3.10).



Рисунок 3.7 – Ілюстрація моделі з текстурами

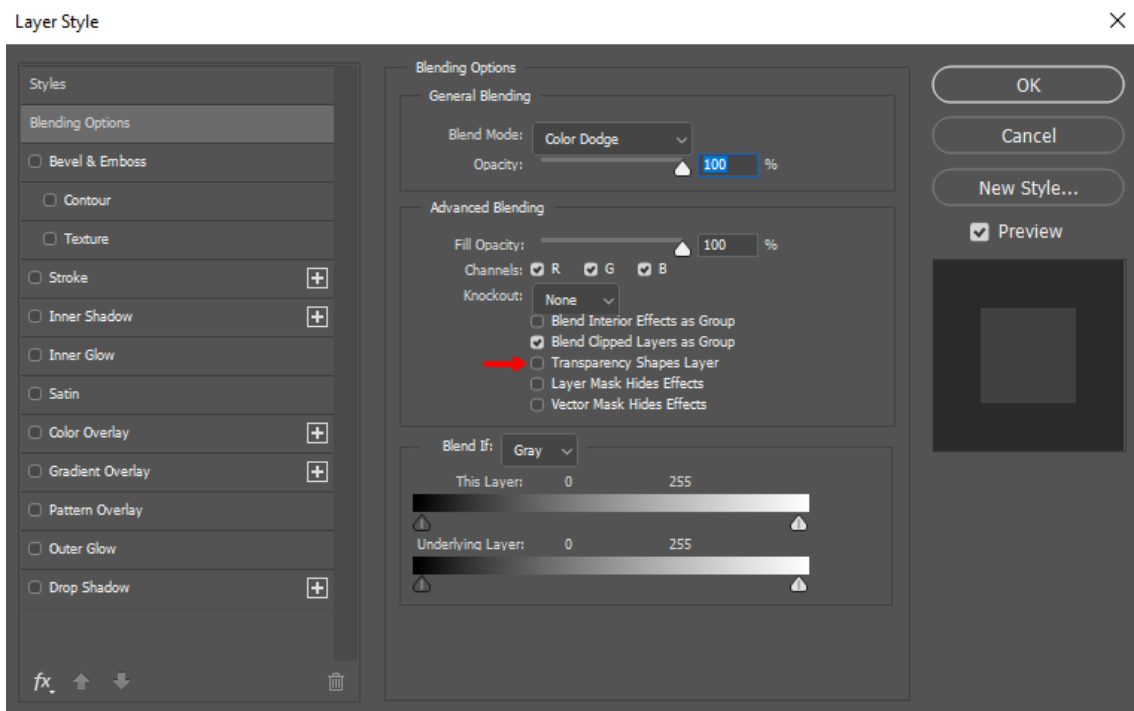


Рисунок 3.8 – Налаштування коригуючого шару



Рисунок 3.9 – Деталізована ілюстрація



Рисунок 3.10 – Додавання світіння на умбон.

Додатковий етап, постобробка картинки, деталізація (рис. 3.11). Останнім кроком було додано фільтр *sharpen* для того, щоб картинка була чіткішою і не розмитою.

Для передачі завдання 3D моделеру було обрано проекцію $\frac{3}{4}$. Ми бачимо дві основні сторони. Для більш складних об'єктів зазвичай додаються проекції з інших ракурсів.

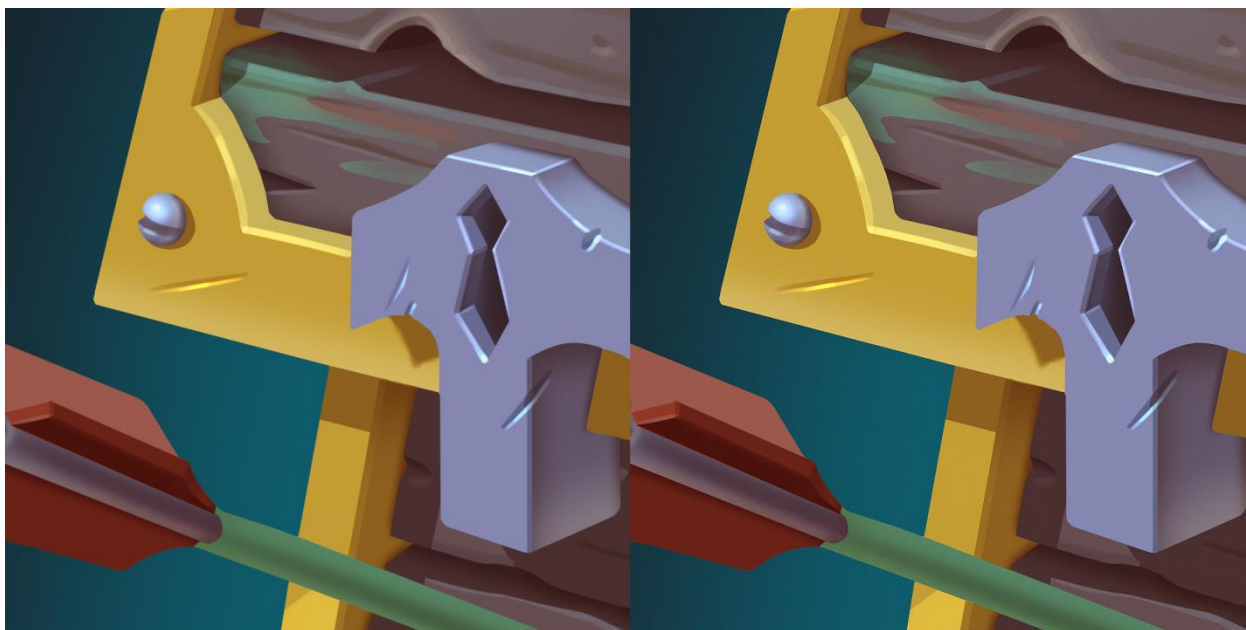


Рисунок 3.11 – Деталізація зображення

Зображення містить всі основні елементи, необхідні для втілення в 3D об'єкт, а саме – контури, обрис, текстури, колірне забарвлення, додаткові елементи та деталі (гвинтики, подряпини), які всі були узгоджені з замовником на попередніх етапах. Все це зводить вимоги до дизайнерських талантів 3D моделера до мінімальних, залишаючи суто технічну роботу. Як показало дослідження, такий підхід значно скорочує загальні витрати часу на створення моделі та кількість необхідних контрольних ітерацій на етапі узгодження 3D моделі (в даному випадку – 2 ітерації, одне повернення для усунення дрібних недоліків).

3.2 Облік ефективності роботи дизайнера у порівнянні з аналогом

Як було визначено в п. 2.3, творчий процес дизайнера має бути добре організованим. Для оцінювання ефективності роботи дизайнера можна застосувати декілька критеріїв, одним з яких є показчик часу між переходами з одного етапу на інший (час від запиту до доставки). Цей критерій є також побічним критерієм оцінки якості виконання роботи, оскільки залежить від комунікативних ітерацій між дизайнером та контролюючою особою, кількість яких обумовлена якістю прийнятого для подальшого опрацювання проміжного результату. З огляду на зміст етапів, розглянутих в попередньому підрозділі, була доповнена послідовність технологічного процесу, описана в п. 2.4 (рис. 3.12).

Грунтуючись на вказаній послідовності етапів та підетапів підготовки ілюстрацій для подальшого втілення в 3D модель, під час практичної роботи над проектом були проведені заміри часу, який необхідно витратити на виконання цих етапів. Відповідно до п. 2.3 вимірювався час від отримання дизайнером чи моделером технічного завдання на виконання до моменту прийняття результату контролюючою особою, включаючи необхідність послідовних ітерацій на виправлення зауважень та можливих помилок. Як показав досвід, кількість ітерацій варіює від 2 до 4.

Для фіксації результатів застосовано MS Project. Загальний термін підготовки відносно простої моделі від концептуальних ескізів до фінального об'єкта зайняв 34 робочих дні (рис. 3.13). В даному випадку можна зазначити моменти, коли звіт про виконану роботу був відправлений у другій половині дня, але контролююча особа приймала роботу тільки на ранок дня наступного. Ми вважаємо, що у відлагодженій системі звітування цей час можна буде зменшити ще.

Для порівняння були використані щоденні записи одного з авторів проекту Владислава Мороза «Вячоркі Замалёўкі», в якій був зафіксований процес створення дуже схожого об'єкту, але головний акцент був зроблений на стадії моделювання. Власне, автор цього об'єкту є моделлером, тому етапи концептуального ескізування їм були опрацьовані «за мінімальних зусиль».

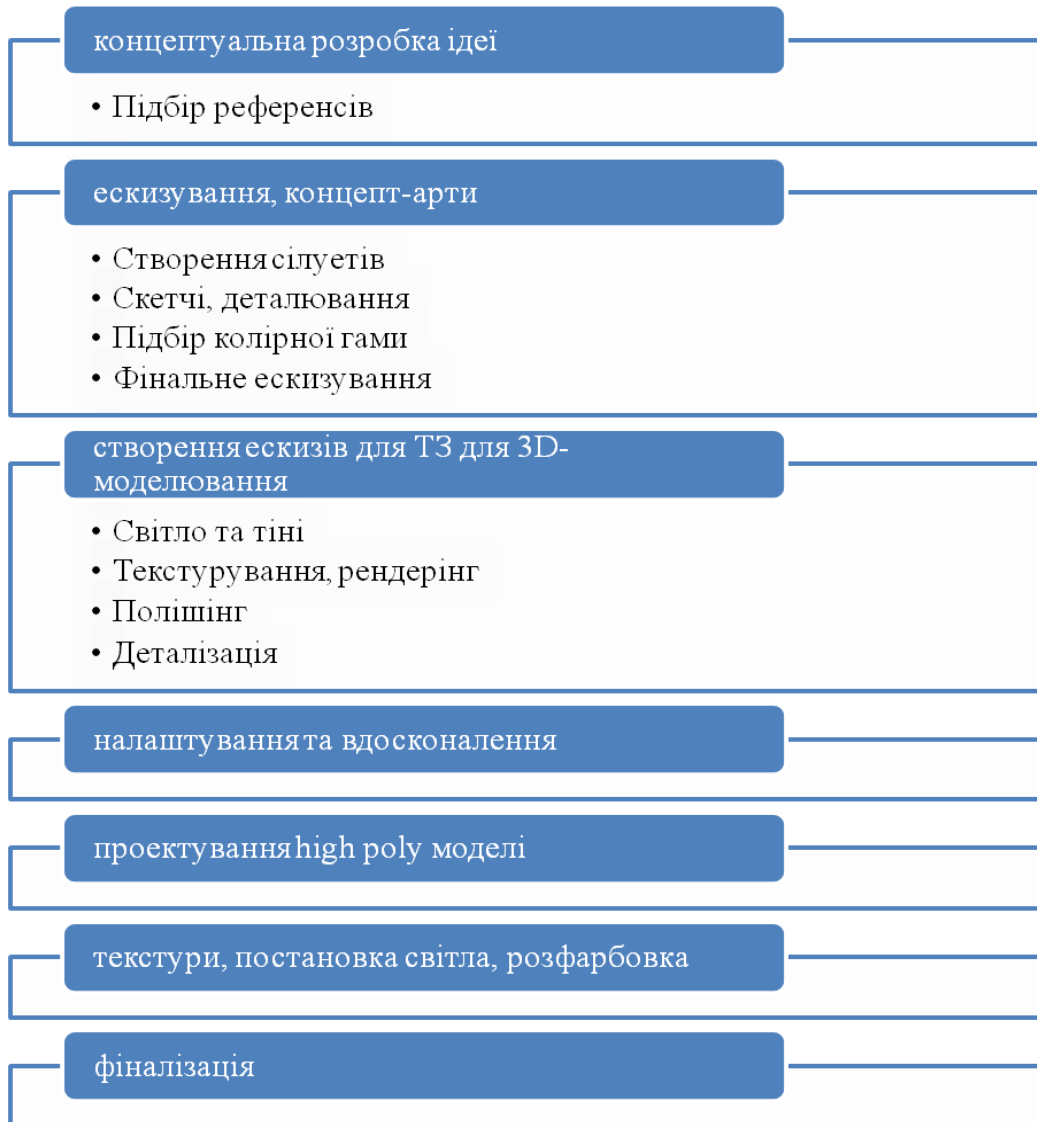


Рисунок 3.1 – Уточнена послідовність техпроцесу

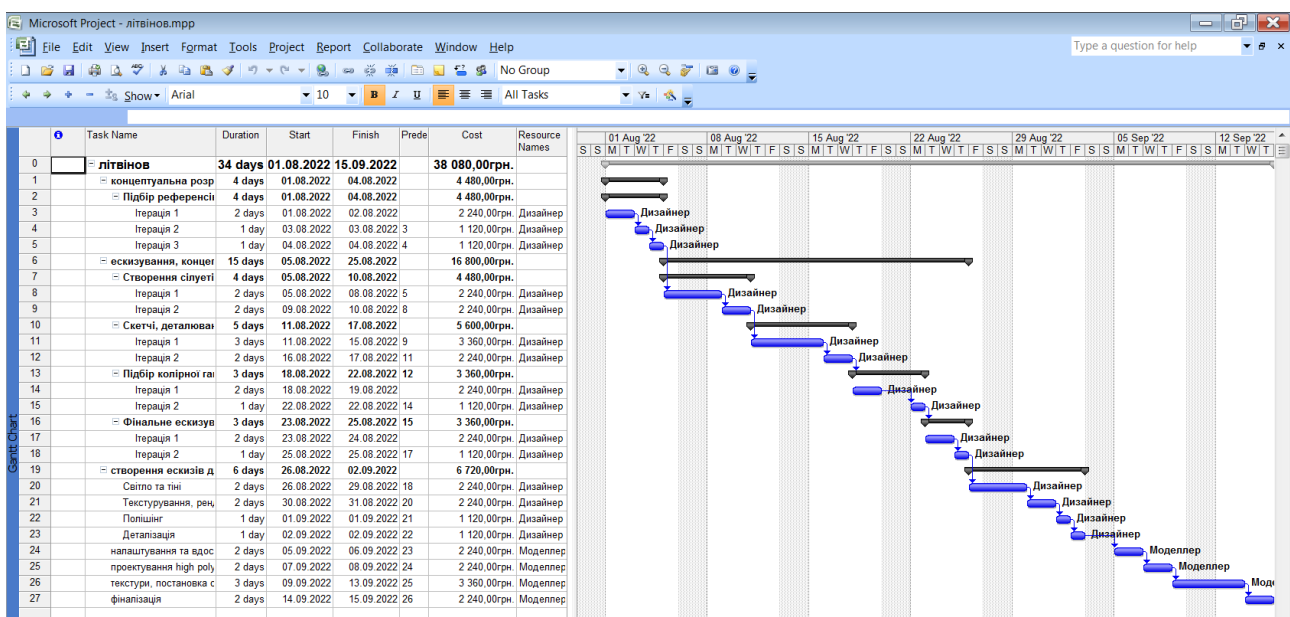


Рисунок 3.2 – Час підготовки 3D об'єкту з акцентом на етапи ілюстрацій



Рисунок 3.3 – Вигляд об'єкта-аналога

Наведені автором об'єкта записи дали можливість зафіксувати час на виконання різних етапів. Крім того, в розглянутому випадку теж траплялись моменти, коли відправлений звіт був розглянутий контролюючою особою тільки на ранок наступного дня.

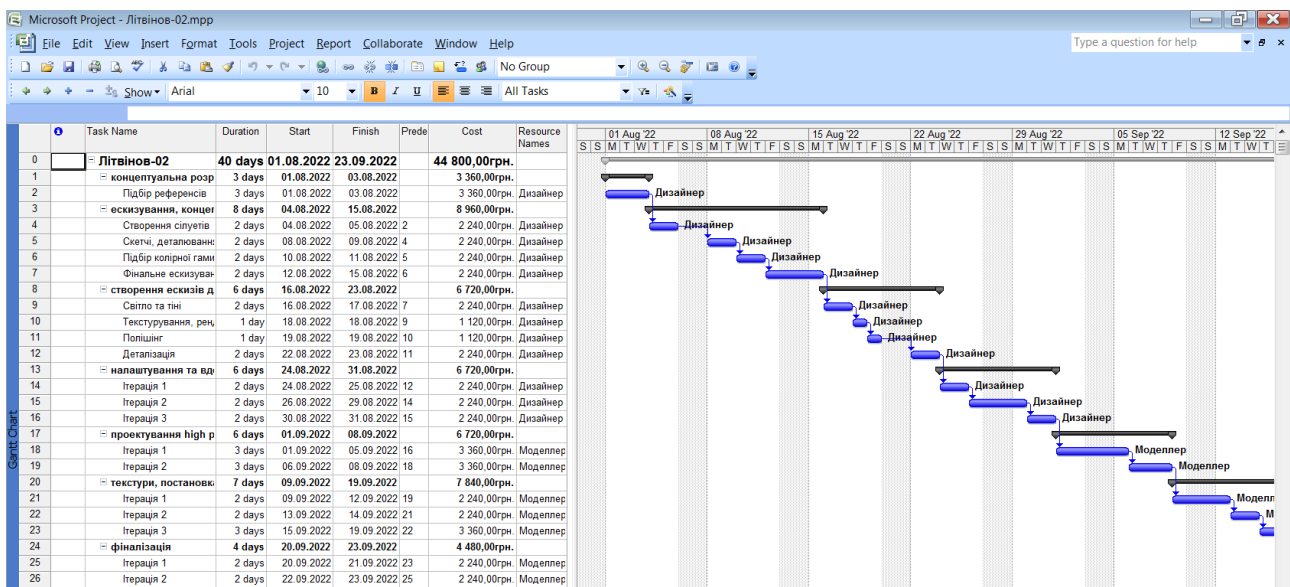


Рисунок 3.4 – Час підготовки 3D об'єкту з акцентом на етапи моделювання

В даному випадку загальний термін підготовки моделі зайняв 40 робочих днів. Як зазначив автор об'єкту, одна з помилок в концепті призвела до необхідності починати процес створення 3D моделі майже заново.

Цікаво було порівняти тривалість роботи над проектом в обох випадках. На ілюстраціях рис. 3.16 та 3.17 блакитним фоном позначені етапи ілюстрацій та ескізування, а рожевим фоном – етапи безпосереднього створення 3D моделі.

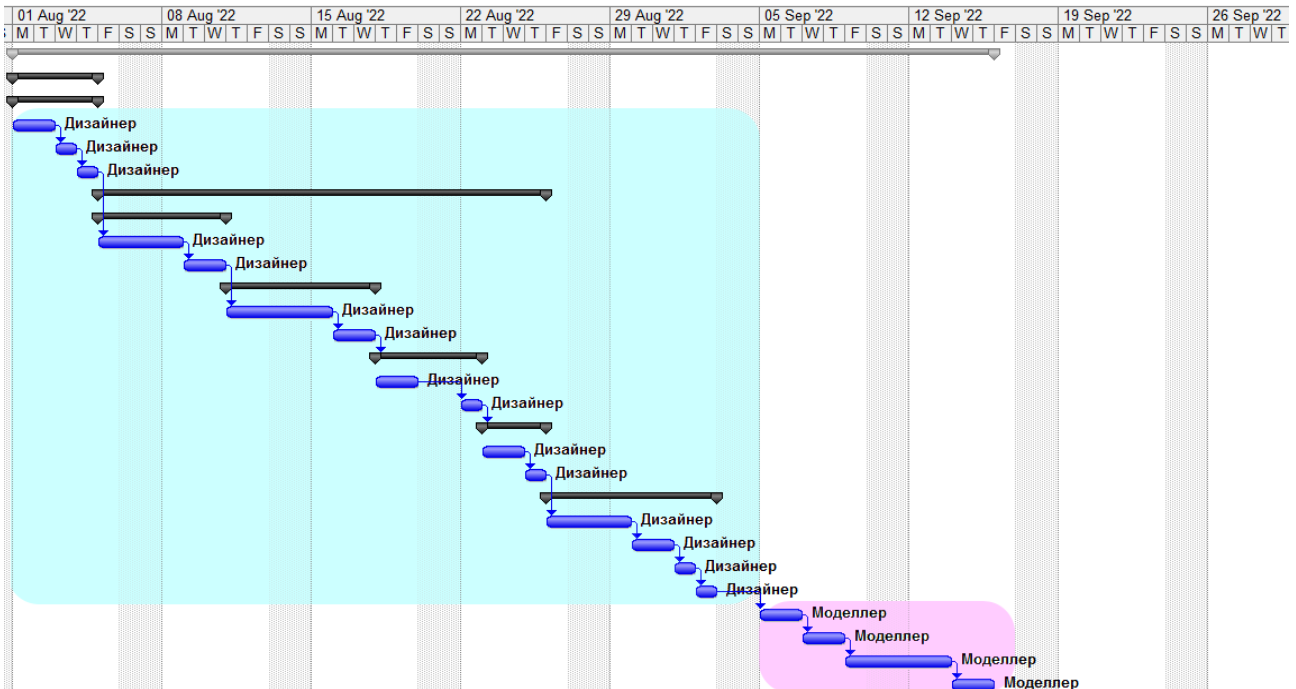


Рисунок 3.5 – Час підготовки 3D об'єкту автором дослідження

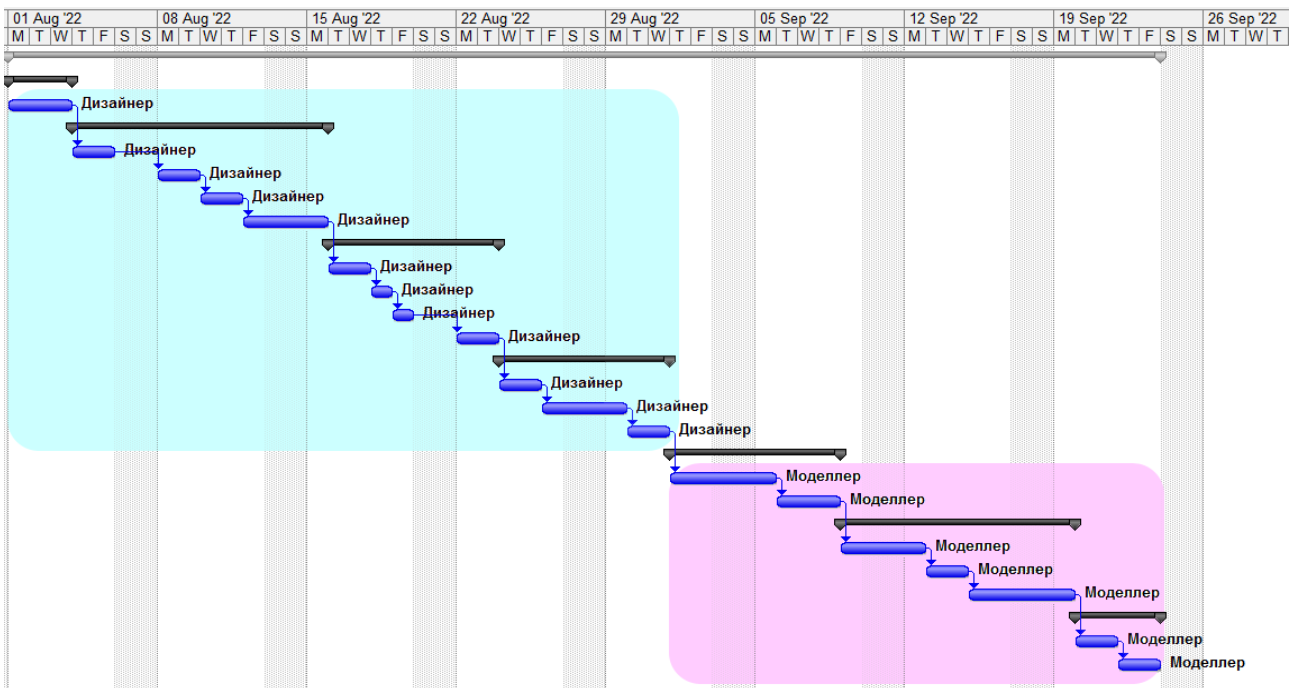


Рисунок 3.6 – Час підготовки 3D об'єкту аналога

Порівняння свідчить, що за умов детального опрацювання моделі на етапах ілюстрацій та ескізування час роботи на цих етапах збільшується в

помірній ступені, проте як час роботи на етапах безпосереднього створення 3D моделі значно скорочується.

3.3 Висновки за розділом

Головним висновком з практичного дослідження тривалості технологічного процесу підготовки та створення 3D моделі з акцентом на етапи підготовки ілюстрацій та ескізування є той перевірений практикою факт, що в такому випадку значно скорочується час на безпосереднє створення 3D моделі за рахунок зменшення ітераційних комунікацій під час «доведення» обліку моделі до фінального результату. Оптимальним буде створення графічного ескізу таким, що на стадії тривимірного моделювання модель не буде зазнавати суттєвих змін.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Характеристика науково-дослідної роботи

В економічній частині кваліфікаційної роботи обґрунтовано економічну доцільність формування методичного підходу щодо визначення оптимальної підготовки до створення 3D моделі шляхом деталізованої роботи на етапах ескізування та підготовчих ілюстрацій. В роботі досліджується поетапний процес провадження такої методики, а також наведено порівняльне оцінювання отриманих даних з даними аналогічного проекту. Реалізація запропонованої методики дозволяє зменшити тривалість безпосереднього створення 3D моделі за рахунок зменшення ітераційних комунікацій під час «доведення» обліку моделі до фінального результату.

На підставі проведеного аналізу результатів така методика також дозволяє поліпшити зовнішній вигляд створюваних 3D об'єктів за рахунок перерозподілу «зон відповідальності» між графічним дизайнером та 3D моделлером.

Метою даного розділу є економічне обґрунтування витрат на проведення науково-дослідної роботи для дослідження та розробки методики підготовки тривимірної моделі з оптимальним розподілом етапів та підетапів на підготовчій стадії проекту. Буде проведено розрахунок трудовитрат та заробітної плати працівникам, одноразових витрат, прибутку, оцінка економічної ефективності НДР.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- аналіз літературних та мережевих джерел, формулювання основних вимог до технологічного процесу підготовки ілюстраційного матеріалу та безпосереднього створення 3D моделі;
- аналіз існуючих технологій створення 3D моделей, зокрема застосування розробниками етапів концептуального ескізування, підготовки деталізованих ілюстрацій тощо;

- короткий огляд методик оцінювання творчої праці дизайнерів, аналіз критеріїв ефективності їхньої роботи;
- розробка методики експериментальної перевірки гіпотези дослідження;
- обробка та аналіз результатів дослідження.

На підставі отриманих даних розроблено рекомендації щодо процесу тестування змінюваних елементів дизайну та покращення таким чином якості інтерфейсів сайтів та сторінок.

4.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

У процесі виконання науково-дослідної роботи був проведений огляд існуючих теоретичних відомостей даної галузі, досліджено основні концепції оцінювання творчої роботи дизайнера, на основі аналізу спеціальної літератури розглянуті принципи, на яких ґрунтується оптимізація процесу створення ілюстраційного матеріалу для подальшого опрацювання їх у вигляді тривимірної моделі. Після чого проведено експеримент, зафіксовано витрати часу на проміжних етапах процесу від отримання замовлення до переходу до наступного етапу. На підставі отриманих даних визначаємо, що методика створення тривимірної моделі з акцентом на ілюстраційно-підготовчий етап є більш вдосконалою.

Умовно науково-дослідну роботу (НДР) можна розділити на такі етапи: підготовчий, основний і заключний [15].

На стадії виконання підготовчого етапу здійснено порівняльне оцінювання методик створення тривимірної моделі та особливості оптимізації згладжування зовнішнього обліку та руху персонажу на основі спеціальної літератури. Проведено пошук інформації в Internet.

На етапі виконання основної частини НДР були виконані такі роботи:

- огляд існуючих аналогічних методів оцінки якості інтерфейсів сайтів та сторінок;

– планування та проведення експериментальної перевірки діяльності методики спліт-тестування;

– обробка та аналіз результатів експерименту;

– уточнення етапів та умов застосування методики.

У заключній частині здійснюється оцінка ефективності виконання НДР, складання звіту по НДР, захист звіту.

Найбільш складною й відповідальною частиною під час планування НДР є розрахунок трудомісткості робіт, тому що трудові витрати часто становлять основну частину вартості науково-дослідних робіт і безпосередньо впливають на строки розробки.

Для проведення дослідження було запрошено три фахівці: керівник роботи, графічний дизайнер, 3D моделлер. Середньомісячна заробітна плата кваліфікованого моделлера становить 16000 грн/місяць, дизайнера – 15000 грн/місяць, керівник роботи отримує 21000 грн/місяць.

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт.

Середньоденна заробітна плата виконавця робіт ($Z_{пл.ср.дн.}$) розраховується за формулою:

$$Z_{пл.ср.дн.} = Z_{пл.ср.міс.} / p_{дн} \quad (4.1)$$

де $Z_{пл.ср.міс.}$ – середньомісячна зарплата виконавця роботи;

$p_{дн}$ – число робочих днів у місяці, ($p_{дн} = 22$).

В даному випадку середньоденна заробітна плата керівника проекту складає 954,52 грн/день, заробітна плата моделлера складає 727,27 грн/день, дизайнера – 681,81 грн/день.

Етапи виконання НДР, перелік і зміст робіт, трудомісткість їх виконання, заробітна плата виконавця робіт представлені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавця робіт

Перелік робіт	Кількість виконавців	Трудоємність робіт, люд.-днів	Середньоденна заробітна плата, грн.	Сума заробітної плати, грн.
1. Підготовчий етап				
1.1. Розробка та затвердження ТЗ	1	1	954,52	954,52
1.2. Підготовка довідкових матеріалів та даних для виконання НДР	1	2	954,52	1909,04
2. Основний етап				
2.1 Постановка задачі	1	1	954,52	954,52
2.2 Аналіз існуючих технологій підготовки ілюстраційного матеріалу	1	3	681,82	2045,46
2.3 Аналіз існуючих технологій обліку роботи творчого робітника	1	2	682,82	1365,64
2.4 Створення методичних рекомендацій та планування експериментальної перевірки гіпотези дослідження	1	2	681,82	1363,64
2.5 Підготовка ілюстраційного матеріалу	1	6	681,82	4090,92
2.6 Створення 3D моделі	1	4	727,27	2909,08
2.7 Аналіз ефективності ітерацій	1	2	681,82	1363,64
3. Заключний етап				
3.1 Аналіз результатів проведення	2	2	954,52 681,82	1909,04 1363,62
3.2 Формування висновків та пропозицій за темою проекту	2	1	954,52 681,82	954,52 681,82
Усього		26		21865,45

4.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

Калькуляція собівартості розраховується відповідно до існуючих нормативних актів України. До складу калькуляції входять такі статті витрат:

- матеріальні витрати;

- витрати на оплату праці;
- єдиний соціальний внесок;
- амортизація основних засобів (вартість машинного часу);
- витрати на спожиту електроенергію;
- інші витрати.

До інших витрат відносяться адміністративні витрати (водопостачання, водовідведення, опалення, освітлення) та вартість послуг зв'язку.

Матеріальні витрати визначаються витратами на матеріали, визначені їх потребою для виконання робіт, і цін, що діють на момент складання калькуляції.

Матеріальні витрати розраховуються за такою формулою:

$$M = \sum Q_j \times C_j, \quad (4.2)$$

де M – сумарні витрати на матеріали, в тому числі малоцінні предмети, що швидко зношуються (носії, папір, канцелярське приладдя тощо), або на літературу, яка необхідна для проведення роботи, тощо;

Q_j – кількість використаних одиниць j -го виду матеріалів, $j = (1..n)$;

C_j – ціна одиниці j -го виду матеріалів.

Розрахунок матеріальних витрат представлено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок матеріальних витрат

Найменування	Од. вим.	Кількість, (Q_j)	Ціна (C_j), грн	Сумарні витрати на матеріали (M), грн
Ручка для записів	шт.	2	18,00	36,00
Папір	уп.	2	110,00	220,00
Усього				256,00

Витрати на оплату праці розраховуються виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної заробітної плати. Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 21865,45 грн.

Єдиний внесок на загальнодержавне соціальне страхування (ЄСВ) – консолідований страховий внесок, збір якого здійснюється в систему загальнообов’язкового державного соціального страхування в обов’язковому порядку і на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб і членів їх сімей на отримання страхових виплат (послуг) за діючими видами загальнообов’язкового державного соціального страхування.

Для об’єкта дослідження ставка єдиного соціального внеску дорівнює 22% від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 4580,00 грн.

При виконанні НДР застосовувалось наступне обладнання: В процесі виконання НДР застосовувалось таке обладнання: 3 комп’ютери вартістю 18000 грн кожний.

Вищенаведене устаткування є власністю організації виконавця, тому доцільно розрахувати суму амортизаційних відрахувань на період виконання НДР. Амортизація основних засобів розраховується за формулою:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{TE_k} \times T, \quad (4.3)$$

де AB – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час проведення науково-дослідницької роботи;

BO_k – вартість основних засобів k -го виду;

TE_k – термін експлуатації основних засобів k -го виду, днів;

T – термін науково-дослідницької роботи, днів;

L – кількість видів обладнання.

Підставивши відомі значення у (4.3), визначимо величину амортизаційних відрахувань:

$$AB = \frac{18000 \cdot 7}{545} + \frac{18000 \cdot 18}{545} + \frac{18000 \cdot 4}{545} = 957,80 \text{ (грн)}.$$

Витрати на використану обладнанням електроенергію розраховуються за формулою:

$$Z_e = M t T_{кВт}, \quad (4.4)$$

де M – потужність устаткування, тобто кількість енергії, споживаної за одиницю часу (кВт/година);

t – кількість годин використання устаткування за період проведення науково-дослідницької роботи;

$T_{кВт}$ – тариф, тобто вартість використання 1 кВт електроенергії.

Споживна потужність комп'ютера складає 0,5 кВт за годину, тариф споживачів складає 1,68 грн./кВтгодин (без ПДВ). Підставивши значення у формулу (4.4), визначимо величину витрат на спожиту електроенергію:

$$Z_e = 0,5 \cdot 56 \cdot 1,68 + 0,5 \cdot 144 \cdot 1,68 + 0,5 \cdot 32 \cdot 1,68 = 194,88 \text{ (грн)}.$$

До інших статей витрат відносяться такі:

- адміністративні витрати: (водопостачання, водовідведення, освітлення, опалення), які прийнято у розмірі 20% від витрат на оплату праці;
- вартість оплати послуг зв'язку.

Вартість оплати послуг зв'язку становитиме:

Інтернет – із розрахунку 330 грн. на місяць (безлімітний пакет); всього 286 грн. за 26 днів виконання НДР.

За час виконання НДР витрати на відрядження, аутсорсінг, інформаційні послуги та маркетингові заходи не мали місця.

Результати розрахунку кошторису витрат, тобто одноразових витрат, на виконання НДР наведені в табл. 4.3.

Таким чином, кошторис витрат на виконання даної НДР складає 32 743,62грн.

Таблиця 4.3 – Кошторис витрат на розробку НДР

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Заробітна плата	21 865,45
2	Єдиний соціальний внесок (22,0 % від п.1)	4 810,40
3	Матеріальні витрати	256,00
4	Амортизація основних засобів	957,80
5	Витрати на спожиту електроенергію	194,88
6	Інші витрати, у тому числі:	
6.1	адміністративні витрати (20% від п.1)	4 373,09
6.2	вартість послуг зв'язку	286,00
	Усього витрати на розробку (<i>Вр</i>)	32 743,62

4.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи

Під час економічного обґрунтування НДР було дана характеристика науково-дослідної роботи, наведені етапи виконання НДР, розрахована їх трудомісткість та заробітна плата виконавця. Розраховано одноразові витрати на розробку НДР, дано оцінку результатів науково-дослідної роботи та визначено економічну ефективність результатів НДР. Дана науково-дослідна робота має позитивний показник економічної ефективності. Роботу у цілому можна враховувати ефективною або такою, що має науковий та технічний рівень.

ВИСНОВКИ

У дослідженні відповідно до завдання проведений аналіз літератури і розглянуті основні теоретичні засади створення 3D-моделей. Проведений аналітичний огляд літератури за темою кваліфікаційної роботи, розглянуті загальні рекомендації щодо етапів такої роботи. В ході дослідження розглянуті важливі аспекти методики оцінювання інформації щодо якості роботи дизайнера як представника творчої професії, зокрема були виявлені такі переваги методики:

- методика дозволяє оцінити продуктивність творчих етапів на підставі забезпечення кінцевого економічного результату (прийняття роботи замовником);

- методика дозволяє визначити основні оцінювані показники: зручність супроводу, % та час доопрацювання, години.

Як узагальнені пропонуються такі показники:

- час очікування відповіді дизайнера (час, який потрібний дизайнеру для відповіді на перший запит і наступні коментарі);

- час до першого варіанту проекту (час, який потрібний дизайнеру для відправки першого варіанту виконання завдання)

- час відповіді менеджера (час, який потрібно менеджеру, щоб відповісти або схвалити роботу дизайнера).

Відповідно, статистичними показниками якості роботи дизайнера пропонується брати такі:

- відсоток вчасно виконаних дизайнером завдань, %;

- час виробничого циклу виконання завдань дизайнером (час від запиту до доставки).

Для виконання завдань кваліфікаційної роботи був складений план (алгоритм реалізації проекту). Встановлено необхідне програмне забезпечення.

На основі виконаного дослідження запропонована та перевірена в процесі практичного експерименту поетапна технологія підготовки ілюстративного

матеріалу для моделювання 3D об'єктів від концептуального етапу до відтворення. Технологія була реалізована з урахуванням того, що вона має широке застосування і є актуальною на сьогоднішній день.

В процесі виконання роботи у рамках сформульованих завдань було виконане наступне:

– на основі виконаного аналізу різних інформаційних джерел були виявлені і проаналізовані існуючі методики підготовки ілюстраційних матеріалів для створення та моделювання тривимірних об'єктів, серед яких були вибрані найбільш поширені та ефективні;

– відповідно до проектного завдання розглянуто сучасні підходи до оцінювання творчої роботи дизайнера, що є необхідною складовою вимірювання ефективності роботи. Таке оцінювання базується на економічних та організаційних підходах й бере до уваги витрати часу як на безпосередню роботу з інструментами, так і на робочу комунікацію в ході вдосконалення об'єкту;

– в результаті оцінки функціональних можливостей програмно-інструментальних засобів 3D моделювання був обґрунтований вибір Blender як професійного й відкритого пакету для створення тривимірної комп'ютерної графіки;

Як показало дослідження, саме наявність комунікаційних ітерацій між творчими та контролюючими учасниками процесу вповільнює терміни виконання замовлень. Пропонована методика з акцентом на роботу графічного дизайнера дозволяє скоротити цей термін, що позитивно впливає на економічні та якісні показники процесу.

Узагальнюючи, можна вважати, що результат дослідження відповідає вимоги поставленого завдання, мета дослідження досягнута.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Savkin A. «КРІ графічного дизайнера: показники для творчої команди» // BSC Designer. URL: <https://bscdesigner.ru/creative-kpi.htm> (дата звернення: 19.10.2022).
2. Сальвадор Далі. 50 магічних секретів майстерності. М.: Ексмо-Пресс, 2001. 272 с.
3. Ажгихин С.Г., Славинська С.В. Сучасні тенденції графічного дизайну // Молодий вчений. 2020. № 4 (294). С. 71-74. URL: <https://moluch.ru/archive/294/66840/> (дата звертання: 19.10.2022).
4. Альба Р., Аттаран М.Х. Книга ZBrush для початківців. М.: ДМК Пресс, 2021. 300 с.
5. Бакаев М.А. Сучасні тенденції в автоматизованій оцінці юзабіліті і поведінкові чинники в алгоритмах пошукових систем. Програмні продукти і системи // Software & Systems. 2017. № 3 (30). С. 450.
6. Бондаренко С.В., Бондаренко М.Ю. 3d Maya 2008. Бібліотека користувача. М.: Вільямс, 2011. 560 с.
7. ДСТУ 2939-94. Комп'ютерна графіка. Терміни та визначення. К.: Держстандарт України, 1994. 39 с.
8. Зеньковский В.А. Сінема 4D. Практичне керівництво. М.: Солон-пресс, 2014. 376 с.
9. Келлі Л. Мердок 3d Maya 2008. Біблія користувача. М.: Діалектика, 2016. 813 с.
10. Концепт-арт – історія, призначення, проблеми пов'язані з ним, и способи його створення. URL: <https://habr.com/ru/post/164451/> (дата звернення 01.09.2022)
11. Лотошинська Н.Д., Ізонін І.В. Технології 3D-моделювання в програмному середовищі 3ds Max з дисципліни «3D-Графіка». Львів: Львівська політехніка, 2020. 216 с.

12. Мердок К. 3ds Max 2012. Біблія користувача. М.: Діалектика, Вільямс, 2012. 370 с.
13. Підручник з ZBrush. URL: <http://ua.insta3dm.com/info/zbrush-tutorial-cleaning-up-a-3d-model-for-3d-48772408.html>. (дата звернення 01.09.2022).
14. Піх І.В., Сеньківський В.М. Інформаційні технології моделювання видавничих процесів: навчальний посібник. Львів: УАД, 2013. 224 с.
15. Полозова Т.В. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів (робіт) для студентів усіх форм навчання спеціальності спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» спеціалізації «Комп'ютерні технології та системи видавничо-поліграфічних виробництв». Харків: ХНУРЕ, 2016. 48 с.
16. Прахов А. Blender. 3D-моделювання та анімація. Керівництво для початківців. М.: БХВ-Петербург, 2018. 272 с.
17. Сафонов О. Комп'ютерна анімація. Створення 3D-персонажів в Maya. М.: Пітер, 2011. 208 с.
18. Серова М. Підручник-самовчитель з тривимірної графіки у blender 3d. Моделювання, дизайн. М.: Солон-пресс, 2021. 272 с.