

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет міжнародних відносин  
Кафедра комп'ютерних мультимедійних технологій

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ С.М. Лобода

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**  
**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**  
ВИПУСКНИЦІ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА  
ЗА СПЕЦІАЛІЗАЦІЄЮ "ТЕХНОЛОГІЯ ЕЛЕКТРОННИХ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ  
ВИДАНЬ"

**Тема: "Методика створення зображувального 3D контенту  
для віртуальних музеїв"**

Виконавець: \_\_\_\_\_ студентка групи 213-М Шкурупій Олександра Андріївна

Керівник: доцент Бобарчук Олександр Антонович

Нормоконтролер: ст. викладач Таран Віктор Миколайович

Київ 2020

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет міжнародних відносин

Кафедра комп'ютерних мультимедійних технологій

Спеціальність: 186 "Видавництво та поліграфія"

Освітньо-професійна програма: "Технології електронних мультимедійних видань"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ С.М. Лобода

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 р.

## ЗАВДАННЯ

**на виконання дипломної роботи**

Шкурупій Олександрі Андріївни

1. Тема роботи "Методика створення зображувального 3D контенту для віртуальних музеїв" затверджена наказом ректора від " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.
2. Термін виконання роботи: з \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_.
3. Вихідні дані роботи: методика та 3D модель.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз та методики створення віртуальних музеїв, функції, аспекти та переваги віртуального музею, вибір виду тривимірної графіки, полігональне моделювання, розроблення власної методики, етапи створення та реалізація завдання.
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, схеми.

6. Календарний план-графік:

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Аналіз предметної області та розробка завдання		
2	Збір текстових та графічних матеріалів, написання 1-го розділу "Віртуальний музей як сучасний метод представлення та донесення інформації"		
3	Написання 2-го розділу "Методика створення зображувального 3D контенту"		
4	Етапи створення моделювання, збір матеріалу		
5	Написання 3-го розділу "Етапи створення 3D контенту"		
6	Загальне редагування та друк пояснювальної записки		
7	Підготовка презентації та доповіді		
8	Отримання відгуку керівника, рецензії		

7. Дата видачі завдання: " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник дипломної роботи (проекту): \_\_\_\_\_ Бобарчук О. А.

Завдання прийняла до виконання: \_\_\_\_\_ Шкурупій О. А.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи "Методика створення зображувального 3D контенту для віртуальних музеїв "Факультет міжнародних відносин: 82 сторінки, 45 рисунків, 11 джерел та 3 додатки.

ВІРТУАЛЬНИЙ МУЗЕЙ, ТРЬОХВИМІРНА ГРАФІКА, МОДЕЛЬ, ПОЛІГОН, ПОГОНАЛЬНА СІТКА, ТЕКСТУРА, ВІЗУАЛІЗАЦІЯ, ЗОБРАЖУВАЛЬНИЙ КОНТЕНТ, ІНТЕРАКТИВНІСТЬ, НАУКОВО-ТЕХНІЧНА БАЗА, РЕБРО, МОДЕЛЮВАННЯ,

**Об'єкт дослідження** в дипломній роботі є: віртуальні музеї, зображувальний 3D контент для віртуального музею. Обробка та реалізація тривимірного об'єкту, методика його створення.

**Предметом дослідження** є прилад "Книга – Б", що належить музею електромеханічних приладів.

**Мета дипломної роботи:** у ході виконання дипломної роботи необхідно виконати наступні завдання:

- визначити поняття та особливості віртуальних музеїв;
- навести основні аспекти існування та функції;
- окреслити віртуальний музей, як сучасний метод представлення інформації;
- проаналізувати та вибрати вид тривимірної графіки;
- особливості полігонального моделювання;
- проаналізувати програмне забезпечення для створення зображувального 3D контенту;
- описати етапи та реалізацію об'єкта;
- нанести текстуру та окреслити метод створення;
- завантажити предмет дослідження на віртуальний музей.

**Галузь застосування та ступінь впровадження матеріалів дипломної роботи:** може застосовуватись в видавничо-поліграфічній галузі.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ .....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ВІРТУАЛЬНИЙ МУЗЕЙ ЯК СУЧАСНИЙ МЕТОД ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА ДОНЕСЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ .....	12
1.1. Віртуальний музей як сучасний спосіб представлення інформації.....	12
1.1.1. Значення віртуальних музеїв. ....	12
1.1.2. Відношення до мережі Інтернет реальних та віртуальних музеїв.....	14
1.1.3. Основні аспекти існування віртуальних музеїв.....	16
1.2. Визначні риси та методи створення віртуальних музеїв. ....	20
1.2.1. Особливості віртуальних музеїв.....	20
1.2.2. Переваги та недоліки віртуальних музеїв. ....	22
1.2.3. Проведення опитування.....	24
1.2.4. Інтерактивність у віртуальному музеї.....	28
1.2.5. Науково-технічна база віртуального музею. ....	31
1.2.6. Методики створення зображувального контенту 3D моделі.....	34
Висновки до розділу .....	37
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ ЗОБРАЖУВАЛЬНОГО 3D КОНТЕНТУ.....	38
2.1. Технологія створення трьохвимірних об'єктів.....	38
2.1.1. Види трьохвимірної графіки.....	38
2.1.2. Основи полігонального моделювання. ....	41
2.1.3. Методика створення полігонального моделювання.....	45
2.1.5. Реалістична просторова візуалізація. ....	47
2.2. Методики створення зображувального 3D контенту.....	49
2.2.1. Метод перенесення фотографій у 3D моделі.....	49
2.2.2. Створення 3D моделі. ....	58
2.2.2. Особливості програмного забезпечення Blender 2.8.....	60

Висновки до розділу .....	63
РОЗДІЛ 3. ЕТАПИ СТВОРЕННЯ 3D КОНТЕНТУ.....	65
3.1. Збір та аналіз матеріалу. ....	65
3.2. Етапи створення 3D моделі апарату.....	68
Висновки до розділу .....	76
ВИСНОВКИ .....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79
ДОДАТОК А .....	80
ДОДАТОК Б.....	81
ДОДАТОК В.....	82

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ**

*VR (virtualreality)* – віртуальна реальність.

Віртуальний музей (або веб-сайт-музей) – тип веб-сайту, який спеціалізується з метою експозиції музейних матеріалів.

Тривимірна графіка або *3d*-модельювання – комп'ютерна графіка, що поєднує в собі прийоми і інструменти, необхідні для створення об'ємних об'єктів в тривимірному просторі.

*KB* – кількості відвідувань.

*КЦ* – кількості цитування.

*KI* – якості інформації.

*KPII* – якості подання інформації, і розроблена методика їх розрахунку.

*ФМВ* – Факультет міжнародних відносин.

## ВСТУП

В нас час з широким поширенням інтернету та інших новітніх технологій, відвідування музеїв, галерей вже не є популярним серед молоді. Багато необхідної інформації є на просторах інтернету, доступ до якої можна отримати в декілька секунд, що значно економить час. Тому зараз набувають популярності онлайн-музеї, в яких можна отримати доступ до всіх експонатів та побачити все те, що і в реальному житті, не встаючи за екрану монітора. Тому аби в повній мірі мати змогу передати все різноманіття музейних експонатів та всі їх деталі широко застосовується метод створення *3D* моделей. Такі моделі дозволяють отримати повне уявлення про предмет, який навіть ніколи не бачили в реальному житті.

Взагалі, створення *3D* моделей є можливим методом сканування та програмними засобами і методом зіставлення багатьох фотографій різних ракурсів. Метод сканування використовується для створення професіональних моделей, так як для нього необхідне спеціальне обладнання. Метод зіставлення фотографій є більш доступним, так як для нього необхідний лише фотоапарат та певне програмне забезпечення. У даній роботі розроблено іншу методику створення зображувального контенту для віртуальних музеїв та представлено її дослідження.

У нинішньому суспільстві стоїть проблема збереження культурної спадщини, так як від цього багато в чому залежить перспектива країни, а також сімей і підростаючого покоління. І, безумовно, складно уявити різну діяльність у відсутності такої умови, як інформаційне забезпечення. Створення віртуального музею – є ідеальним вирішенням даної проблеми. Оскільки не всі проявляють цікавість ходити та пізнавати минуле (особливо підлітки та школярі), за допомогою новітніх технологій, *3D* моделей, інтерактивності підвищується інтерес до знань та певної тематики.

В епоху медіа освітні організації музеї все активніше використовують сучасні технології та технічні засоби для освітньої діяльності та культурно-просвітницької роботи. В даний час зароджуються нові форми взаємодії музеїв і



освітніх організацій. Це примножує педагогічний досвід учителя, відкриває нові можливості освоєння культури для школяра. Завдяки новим інформаційним технологіям віртуальні музеї, сайти, сторінки в соціальних мережах дозволяють багаторазово розширити призначену для користувача аудиторію, роблять музей відкритим і доступним. Незважаючи на широкі можливості віртуального музею, повністю замінити і витіснити реальний музей він не може. Їх робота повинна бути заснована на принципі взаємодоповнюваності.

Дана робота спрямована на дослідження нового, більш дієвого та кращого за технічними характеристиками методу створення зображувального 3Dконтенту для віртуальних музеїв.

**Мета дипломної роботи:** у ході виконання дипломної роботи необхідно виконати наступні завдання:

- визначити поняття та особливості віртуальних музеїв;
- навести основні аспекти існування та функції;
- окреслити віртуальний музей, як сучасний метод представлення інформації;
- проаналізувати та вибрати вид тривимірної графіки;
- особливості полігонального моделювання;
- проаналізувати програмне забезпечення для створення зображувального 3D контенту;
- описати етапи та реалізацію об'єкта;
- нанести текстуру та окреслити метод створення;
- завантажити предмет дослідження на віртуальний музей.

**Об'єкт дослідження** в дипломній роботі є: віртуальні музеї, зображувальний 3D контент для віртуального музею. Обробка та реалізація тривимірного об'єкту, методика його створення.

**Предметом дослідження** є прилад "Книга – Б", що належить музею електромеханічних приладів.

**Наукова новизна отриманих результатів.** В ході виконання дипломної роботи було розроблено алгоритм методики реалізації 3D контенту для віртуальних музеїв на основі аналізу інших методик. Виділено окремі процеси обробки, їх послідовність, рекомендовані результати кожного проміжного процесу та підібране оптимальне програмне забезпечення для візуалізації моделювання. Дана методика є більш точною, цікавою та

**Практичне значення отриманих результатів.** Отриманий результат дипломної роботи буде завантажено на сторінку віртуального музею електромагнітних приладів. Будь-хто матиме доступ роздивитися і зрозуміти специфіку даного приладу не встаючи за екрану монітора. Дана 3D модель експонату дозволить отримати повне уявлення про предмет, який навіть ніколи не бачили у реальному житті. Окрім того, будь-хто може використовувати досліджувану методику створення зображувального 3D контенту для віртуальних музеїв.

**Особистий внесок випускника.** Особистий внесок автора дипломної роботи в створенні зображувального 3D контенту для віртуальних музеїв заключається в зборі та обробці матеріалу і реалізації 3D об'єкту. Проведено аналіз моделі та відбір рефересних фотографій. Викладено отриману модель на сторінці віртуального музею.

**Апробація отриманих результатів.** Робота "Теоретико-методологічні засади створення та перспективи використання 3d-технологій" що ґрунтується на дослідженнях дипломної роботи була представлена на конференції "Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності" в 2020 році, на кафедрі Комп'ютерних мультимедійних технологій ФМВ. Окрім того у лютому 2020 року на конференції була представлена робота на тему "Принципи створення інтерактивності віртуальних засобів мультимедіа".

**Публікації.** Результати дослідження були опубліковані в збірнику тез до конференції "Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності" в 2020 році.

В дипломній роботі представлені 3 розділи. у першому розділі розглядається поняття віртуального музею, його значення, функції та основні аспекти існування. Крім

того, наведені приклади вже досліджених методи креалізування контенту для віртуальних музеїв.

У другому розділі проводиться проаналізовано трьохвимірне моделювання та підбрано ідеальний варіант для реалізації роботи – полігональне моделювання. Наведено його особливості та технічні характеристики. Досліджено метод створення 3D моделі за допомогою правильно вибраного програмного забезпечення.

У третьому розділі представлено етапи всієї зробленої роботи – здійснення експедиції, підбір матеріалу, аналіз моделі, описано покрокове створення апарату та його рендер і представлено результат.

# РОЗДІЛ 1

## ВІРТУАЛЬНИЙ МУЗЕЙ ЯК СУЧАСНИЙ МЕТОД ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА ДОНЕСЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ

### 1.1. Віртуальний музей як сучасний спосіб представлення інформації.

#### 1.1.1. Значення віртуальних музеїв.

Перші віртуальні сайти музеїв з'явилися в 1991 році. Вони містили загальні відомості про музеї, його адреса і режим роботи. Однак з розширенням можливостей інтернет-технологій почали виникати і індивідуальні вебсайт-музеї. До такого музею належить "онлайн-Лувр" (рис. 1.1), відкритий в 1994 році французьким студентом Ніколя Пьошем.



Рис. 1.1. Скрін із віртуального музею

З розвитком інтернет-технологій на музейних сайтах стали розміщувати віртуальні експозиції, а згодом і віртуальні екскурсії. Для їх розробки і створення застосовується різноманітне програмне забезпечення. Віртуальні музеї створюються

для надання відвідувачам віддаленого доступу до об'єктів культурної спадщини, поширенню культурних цінностей, залученню до культури.

Згідно з музейною статистикою, що знаходиться у відкритому доступі, відвідуваність віртуальних музеїв висока.

В даний час на музейних сайтах якість і обсяги розміщеного матеріалу постійно підвищуються. В найближчому майбутньому віртуальні екскурсії будуть доступні на всіх сайтах музеїв світу.

Поняття "віртуальний музей" містить в собі збори різного роду *Web*-сторінок. Вони повинні розташовуватися на одному або декількох *Web*-серверах. Подібні сторінки містять в собі збірники і фотографії експонатів з різноманітних художніх зібрань. Такого роду віртуальний музей можна зробити в варіанті каталогу (плоский). Є ще один вид, коли "гість" здатний пройти шлях по залах або кімнатах і милуватися експонатом з усіх боків (тривимірним). "Гість" такого музею може самостійно вибрати будь-який об'єкт, що йому сподобався, подивитися його, а також при бажанні зберегти до себе на комп'ютер. На сьогоднішній день це прекрасний спосіб вирішити проблему об'єднання новітніх технологій та культуру. Віртуальний музей – це хороша можливість звернутися до минулого через сьогодні по-новому.

Віртуальний музей (або веб-сайт-музей) – тип веб-сайту, який спеціалізується з метою експозиції музейних матеріалів. Всі матеріали, які можуть бути презентовані в подібному музеї мають різний характер і вид:

- Предмети мистецтва;
- Історичні артефакти;
- Віртуальні колекції;
- Родинні реліквії та ін.

Віртуальні музеї з підтримкою інтернет-технологій можуть вирішувати класичні музейні труднощі (зберігання, безпека, забезпечення широкого, швидкого і легкого доступу до експонатів).

Відмінність подібних музеїв від простих виставок фотографій в тому, що в

здібностях музею існує формування віртуального туру, великі здібності в пошуку будь-яких даних про експонати.

Існують наступні функції віртуального музею:

- комунікативна;
- культурно-просвітницька;
- навчальна;
- мотиваційна.

Віртуальний музей можливо застосовувати з метою проведення віртуальних екскурсій, змагань, різних акцій. Найістотніша частка мережевих ресурсів – це взаємодія, що важливо в даний час для молодого покоління.

### **1.1.2. Відношення до мережі Інтернет реальних та віртуальних музеїв.**

У реальних і віртуальних музеїв різні відносини до мережі Інтернет.

Перший – розглядає мережу Інтернет як спосіб представництва своєї діяльності, а другий – як спосіб ведення самої діяльності, тобто спосіб існування. *РМ* розміщує в мережі Інтернет довідкову інформацію про роботу музею, анонси тимчасових виставок, огляд основних розділів музею. Його завдання – зацікавити людину через Інтернет в реальному відвідуванні музею.

*ВМ* розміщує в Інтернеті власне експозицію музею і власне виставки. Його завдання – показати відвідувачеві віртуального музею тут і зараз те, що в іншому місці (реальному або віртуальному) він побачити не зможе. Склад експозицій і виставок і їх кількість визначаються лише концепцією віртуального музею.

Реальний музей не використовує на повну силу Інтернет, у нього, як правило, відсутня сторінка посилань, для нього Інтернет лише одна з рекламних майданчиків своєї діяльності. Для *ВМ* саме його існування обумовлено максимальним включенням в мережеві ресурси, електронні конференції, спільні проекти і т.д.. Без участі в яких про

нього ніхто не дізнається. Оскільки віртуальний музей не пов'язаний з конкретним приміщенням (будівлею), то для нього Інтернет – це сфера та життєдіяльності і середовище проживання.

Навіть зовні сайт реального музею відрізняється від сайту віртуального: сайт *РМ* робить акцент на оригінальному дизайні і зовнішній ефект, він створюється за образом рекламного проспекту, путівника, каталогу, керуючись вимогами музейних працівників.

У сайті віртуального музею головна увага приділяється актуальності інформації та оригінальності матеріалів (часто на шкоду оригінальності дизайну) [4]. Нарешті, частота оновлення інформації на сайті *ВМ* в кілька разів вище, ніж на сайті *РМ*, так як для формування кола своїх постійних відвідувачів віртуальний музей безперервно оновлює сайт, розміщуючи на ньому нову інформацію, організовуючи форуми, конференції. Віртуальна виставка в значно меншій мірі обмежена часом і простором в порівнянні з реальною (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Віртуальна виставка в історичному музеї

### 1.1.3. Основні аспекти існування віртуальних музеїв.

#### *Інформаційні аспекти*

*Все належить всім* – це головний феномен Інтернету. Віртуальний музей не просто відкритий для всіх, він належить усім! Гасло віртуального музею: "Стороннім вхід дозволений!" Кожен практично вільно може використовувати будь-яку інформацію віртуального музею (картинки, статті, документи, фото та ін.) і абсолютно безкоштовно.

*Комунікативна* функція віртуального музею – один з найбільш важливих аспектів "нової реальності". Віртуальний музей можна розглядати як вікно в світ: Ви вільно можете зайти в будь-який з віртуальних музеїв різної тематики, взяти участь в конференціях, залишити свої враження і побажання в гостьовій книзі [2].

*Актуальність* – це важливий аспект, який включає в себе оновлюваність інформації та своєчасність її появи в мережі. Якщо за місяць чи два не відкриється жодної нової виставки, це не сприятиме відвідуваності сайту. Якщо ж у віртуальному музеї регулярно з'являються новини, анонси майбутніх виставок і обговорюється на форумі актуальна проблематика, то у людей проявляється цікавість.

#### *Соціальні аспекти*

*Свобода* – це значить, що у віртуального музею немає потреби в приміщенні, фінансуванні, штаті співробітників і перевіряючих – цензори, як в реальному музеї. Досить оригінальної ідеї і бажання реалізувати її не на словах, а в реальності, хоч і віртуальній. Єдина умова – наявність комп'ютера з виходом в Інтернет і вміння втілити свою ідею у віртуально та технічно правильно

*Рівність* в мережі полягає в тому, що всі віртуальні музеї в якийсь ступеня рівні. Як і в реальному житті, тут важливе "розрізнення", тобто оригінальність тематики сайту і його життєвість, іншими словами оновлюваність, а не розмір і кількість вкладених витрат.

*Братство* полягає в тому, що віртуальний музей є частина ресурсів мережі, які, в свою чергу, дробляться на більш спеціалізовані спільноти (представництва реальних



музеїв, віртуальні виставки і музеї, різні мережеві проекти і т.д.). Всі ці спільноти організовуються стихійно, цьому сприяють сторінки посилань, які створює будь-яка віртуальна організація, так як саме сторінка посилань і визначає той контекст, в якому вона "працює", а також участь в електронних конференціях і мережевих проектах.

*Демократія* властива мережевому житті, так як вона більш безпосередня і дружня, ніж реальне життя. Ви можете зв'язатися з *e-mail* з будь-яким кореспондентом і можете розраховувати на відповідь, аби предмет спілкування був цікавий для обох сторін. Віртуальний музей ініціює зв'язку з близькими йому віртуальними організаціями та окремими особистостями і отримує листи від найрізноманітніших кореспондентів, які теж розраховують на відповідну реакцію.

*Незалежність* віртуального музею – це перш за все те, що він не залежить в своїй діяльності від чиновників. Над ним немає ні управління культури, ні інших вище стоячих організацій, не треба ні з ким узгоджувати свою діяльність і вибивати фінансування.

### ***Технічні аспекти***

*Час*: у віртуального музею своє ставлення з часом. Він може жити і розвиватися багато років, а може бути "закритий" в один момент, якщо щось зламалося в мережі. Для цього часто використовують вільні ресурси і організують там "дзеркала" на випадок технічних неполадок [2].

*Простір*: це один з основних аргументів на користь "нової реальності" віртуального музею. По-перше, віртуальний музей, на відміну від реального, вільний у виборі своєї структури і спокійний за можливість її розвитку в разі розширення експозиції та відкриття нових виставок. По-друге, сам простір віртуального музею відрізняється від залів реального музею, воно пронизане гіперпосиланнями, що реалізують взаємозв'язок і багатоаспектність подання інформації. По-третє, це "простір" – розподілений, так як фізично частини віртуального музею можуть розміщуватися на різних ресурсах, а головне, що сам віртуальний музей може являти собою асоціацію різних проектів: музейних, виставкових, інформаційних і в тому числі

спільних.

*Мультимедійність*: віртуальний музей дозволяє використовувати і об'єднувати в проєктах різні способи подання інформації: тексти, малюнки, фото, аудіо, відео, анімацію і т.п., створюючи тим самим "нову реальність" самого віртуального музею.

#### **1.1.4. Освітня і просвітницька функції віртуального музею.**

Завдання віртуального музею, як і реального, – допомогти людям, відірваним географічно від музейних центрів, стати творчою особистістю сформувати свою систему цінностей незалежно від того, де вони проживають. Віртуальний музей несе не тільки інформаційну функцію, але також і освітню (правда, для цього, як мінімум, треба мати під рукою комп'ютер з виходом в Інтернет, будь це вдома або навчальних класах).

Віртуальний музей може стати відмінним навчальним полігоном не тільки для студентів різних спеціальностей, але і для школярів, учнів середніх спеціальних установ, а також інтелігенції і особливо жителів сільських місцевостей, так як їх тематика дуже обширна. Перед "входом" в віртуальний музей його відвідувач (користувач) повинен дати зобов'язання зберігати авторське право його творця, з огляду на особливості правового статусу електронних бібліотек і віртуальних музеїв у віртуальному просторі. Це обумовлено не у всіх *ВМ*, хоча само собою мається на увазі, і необхідно робити посилання на творця *ВМ*, хоча юридично авторські права в Інтернеті не завжди бувають захищені. Відвідуючи віртуальний музей в Інтернеті, всі отримані знання можна "забрати" з собою, зберігши на свій жорсткий диск, а отримані враження час від часу освіжати, заглядаючи в *ВМ* в пошуках новинок.

Таким чином, "взявши" матеріали віртуального музею з собою, можна показати їх знайомим, родичам і друзям за допомогою лазерного диска, розширивши тим самим число відвідувачів *ВМ*.

Однак при відвідуванні віртуального музею виникає питання, чи адекватно враження від віртуальної екскурсії враженню від реальної?

Опитування на тему: "Чи вважаєте Ви, що віртуальний музей може замінити

звичайний?" – дав наступні результати:

ТАК – 25%

НІ – 61%

НЕ ВПЕВНЕНИЙ – 12%

НЕ ЗНАЮ – 2%.

Перш за все ця статистика стосується віртуальних музеїв, присвячених живопису. Безсумнівно, що дивитися картини краще в реальному музеї, ніж у віртуальному: сприйняття не те (це як різниця між оригіналом картини і її копією). Але *ВМ* в даному випадку може з'явитися джерелом інформації про існування конкретного твору мистецтва і викликати бажання ознайомитися з ним в реальному варіанті.

Для поліпшення якості сприйняття в проєктах віртуальних музеїв можуть використовуватися можливості анімації об'єктів і відеозображень. Можна реалізувати інтерфейс з користувачем через події взаємодії з навколишніми об'єктами. Ви можете рухати стільці, повернути екран віртуального комп'ютера, послухати голосові повідомлення про обраному експонаті, включити музику супроводу, що створить ілюзію реальної екскурсії.

У деяких віртуальних музеях [3] пропонується змодельовати віртуальний музей, як реальний: наприклад, *ВМ* розташовується на тлі озера і лісових галявин, за якими можна пройти. Біля входу в музей знаходиться майданчик з віртуальним рекламним щитом, перед входом стоїть віртуальний охоронець, який покаже напрямок подальшого огляду при зверненні.

Вхід в музей здійснюється шляхом натискання "мишкою" на двері, після чого відкривається зал відвідувачів. При візуальному перегляді можна послухати звукові супроводу на кожен експонат, використовуючи технології візуального та мовного супроводу віртуального світу. В кінці залу – двері в інший зал, можна подивитися у вікно, зробивши панорамний огляд. При цьому відкривається природний ландшафт із зображенням б'є фонтану, клумб, озера, дерев, де віртуально можна погуляти, вийшовши з музею. Такими засобами зближуються віртуальний і реальний світи і

поліпшується сприйняття віртуальної реальності.

Для порівняння віртуальних музеїв вироблені наступні коефіцієнти по оцінці рейтингу ресурсів:

1 – *КВ* – кількості відвідувань.

2 – *КЦ* – кількості цитування.

3 – *ШОТ* – широти охоплення теми.

4 – *КІ* – якості інформації.

5 – *КПІ* – якості подання інформації, і розроблена методика їх розрахунку.

## **1.2. Визначні риси та методи створення віртуальних музеїв.**

### **1.2.1. Особливості віртуальних музеїв.**

Особливість віртуального музею полягає в тому, що такого музею (на відміну від реального) фізично не існує (вірніше сказати – організаційно). Він хоч і розташований в мережі Інтернет, але заснований на реальних експонатах і має свою власну структуру. Причому кожен організатор віртуального музею вибирає ту структуру і організацію, яка здається йому найбільш зручною і наочною. У чомусь прообразом для *ВМ* служить *РМ* і його структурна організація (експонати, виставки, експозиції, запасники, каталоги і т.д.), а щось кожен привносить своє, створюючи свій особливий віртуальний музей. Треба відзначити, що ідея створення віртуального музею настільки ж проста, наскільки складна її технічна реалізація.

При уявній аналогії зі звичайним реальним музеєм, віртуальний музей – це все-таки нова реальність, яка виходить за рамки традиційного уявлення про реальний музей з його постійною експозицією та тимчасовими виставками, в той час як експозиція віртуального музею постійна лише в своєму розвитку, а час роботи виставок віртуального музею може тривати роками, і їх кількість пов'язано лише з новими ідеями, цікавими проектами, а обмежена лише тематикою даного музею. Експонати реального музею з часом приходять в непридатність, колекція же віртуального музею знімає

питання про збереження своїх зразків.

Особливістю віртуального музею є і те, що глядач (він же користувач) відвідує віртуальний музей на своєму комп'ютері, спілкується з ним один на один і сам встановлює з ним (ВМ) особисті відносини, занурюється в нову реальність, яку він сам відтворює у своїй свідомості. Саме в новій реальності віртуального музею людина з глядача перетворюється на учасника цієї нової реальності, тут йому ніхто не заважає: ні інші відвідувачі, ні служителі музею [11]. Крім того, відвідувати віртуальний музей можна в будь-який час дня і ночі, немає ніяких черг за квитками і обмежень на час перебування в музеї для перегляду експонатів (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Вигляд віртуального музею

Віртуальний музей буде працювати довгі роки, не перериваючись ні на хвилину, навіть у свята і вихідні, вдень і вночі, потрапити в нього можна з будь-якого куточка світу, і число відвідувачів віртуального музею набагато більше, ніж у реального. Звичайно, у віртуального музею, як у будь-якого сайту, теж є свій "сценарій": це його структура, план, карта, але ініціатива при відвідуванні віртуального музею належить все-таки самій людині [8].

Таким чином, віртуальний музей – це не просто сайт реально існуючого музею, а

створений в мережі оригінальний сайт, який не має свого аналога в реальності і представляє будь-яку тематику, якщо по ній знаходяться реальні матеріали, що мають свій фізичне або ідейне втілення у реальному світі. Є навіть думка, що віртуальний музей -це дзеркало майбутнього реального музею, а не навпаки, тобто на основі віртуального музею можна створити реальний музей, якщо це комусь потрібно.

Представництва реальних музеїв в мережі Інтернет і віртуальні музеї – це різні організації. ВМ відрізняються від віртуальних представництв РМ насамперед тим, що вони є не тільки носіями тієї або іншої інформації, а й її першоджерелом.

### **1.2.2. Переваги та недоліки віртуальних музеїв.**

Віртуальний музей – це чудова платформа для його творця (куратора), який для розміщення свого музею не пов'язаний ні приміщенням, ні фізичним місцезнаходженням експонатів або необхідністю їх транспортування. Існують, наприклад, конкретні приватні колекції з якоїсь певної тематики, вони роз'єднані, кожна має свого господаря, але немає приміщення для їх демонстрації. При цьому власники хотіли б об'єднатися і ознайомити з ними тих, кому це цікаво, не складаючи свої експонати в існуючі реальні музеї для організації виставки. У цьому випадку віртуальний музей приватних колекцій – це саме та структура, в якій вони можуть реалізувати своє бажання, організувавши спільний проект. Їх ідея в цьому випадку знайде в віртуальному середовищі своє адекватне втілення.

Віртуальний музей дозволяє зберегти унікальну архівну інформацію, яка по-старому записана на паперових або магнітних носіях і яка з часом може бути втрачена, тобто віртуальний музей знімає питання про збереження своїх зразків, що так актуально для реальних музеїв (з огляду на різні природні катаклізми та стихійні лиха, від яких ніхто не застрахований). При цьому місце для збереження будь-якої інформації в ВМ практично не обмежена.

*Переваги:*

1. Не вимагає місця розташування в будівлі і витрат на утримання експонатів.

2. Можливість мобільності, тобто кожен бажаючий з будь-якої точки світу може прогулятися по музею і вивчить експонати в ньому.

3. Дозволяє розміщувати будь-яку кількість експонатів у вигляді фото та відео, а також працювати з ними, створювати презентації і т.д.

4. Можна керувати своїм просуванням по музею в будь-який час доби, з такою швидкістю, яка зручна глядачеві, покинути екскурсію в будь-який момент і продовжити в будь-який зручний час.

5. Віртуальний музей може перетворитися на експериментальний майданчик для музейного проектування, місце розробки різних музейних проектів і досліджень.

7. Легко можна отримувати статистичні відомості про відвідуваність і рейтингу віртуального музею і вносити зміни в інформацію, розміщену на віртуальних стендах.

*Недоліки:*

1. Складно розмістити докладну і ємну інформацію по тематиці музею, щоб не викликати нудьгу у відвідувачів.

2. Складно дотримуватися логічну послідовність і взаємозв'язок експонатів.

3. Відсутня живе спілкування, зворотний зв'язок з екскурсоводом.

4. Навіть сама барвиста, якісна і цікава експозиція музею не зможе до кінця нам передати те відчуття, яке виникає при спілкуванні зі справжніми експонатами будь-якого музею [6].

### 1.2.3. Проведення опитування.

Серед людей різного віку було проведено опитування на актуальні питання сьогодення щодо віртуальних музеїв, за якими можна відслідкувати важливість розвитку даної галузі.

1) Хотіли б Ви частіше відвідувати музеї?

- Так
- Ні
- І так часто буваю

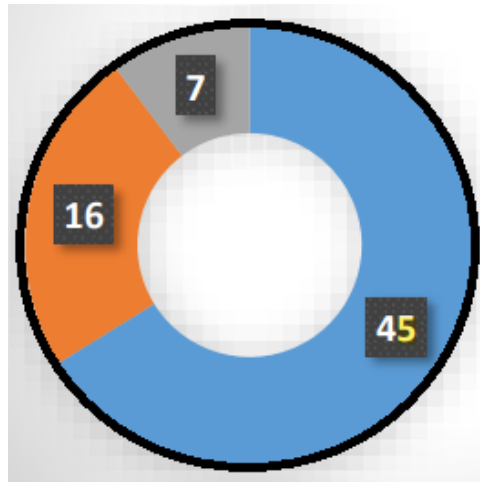


Схема до питання 1

2) Що більше цікавить Вас у музеї?

- Експонати
- Лекції
- Оформлення



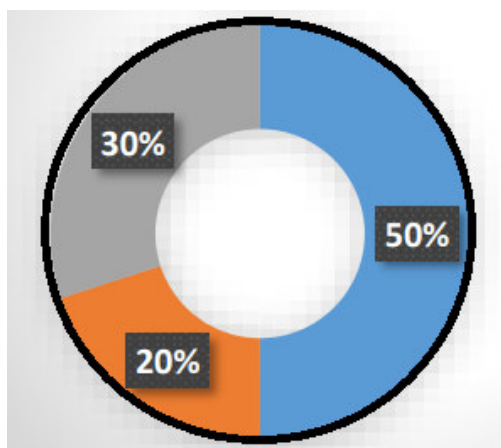


Схема до питання 2

3) *Ваше відношення до ідеї створення 3D музеїв?*

- *Позитивно*
- *Негативно*
- *Нейтрально*

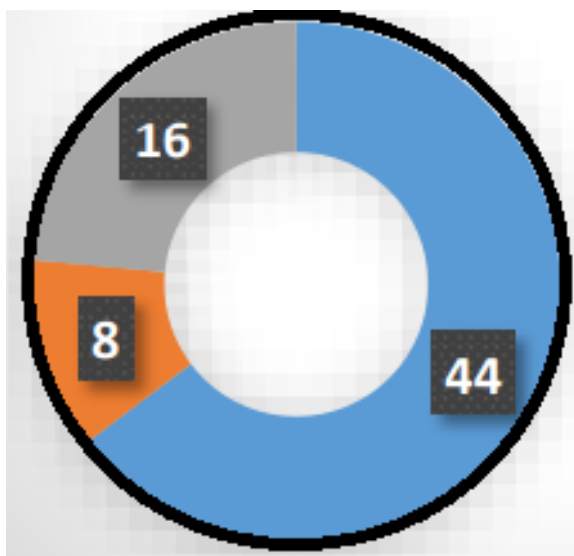


Схема до питання 3

4) *Хотіли б Ви відвідувати музеї не виходячи з дому?*

- *Так*
- *Ні*

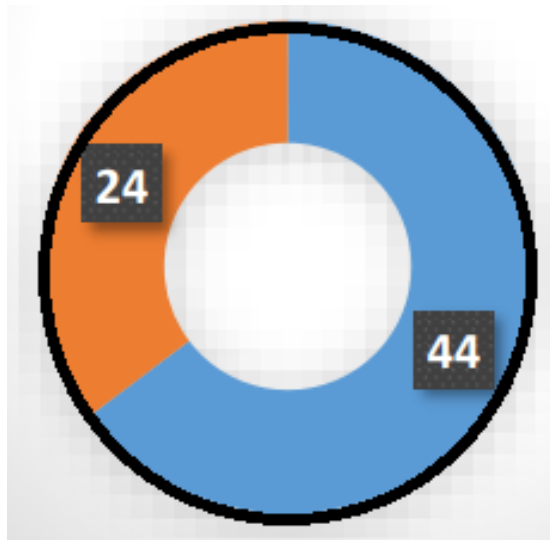


Схема до питання 4

5) Хотіли би доторкнутися до експонатів руками?

- Так
- Ні
- Лише деякі з них

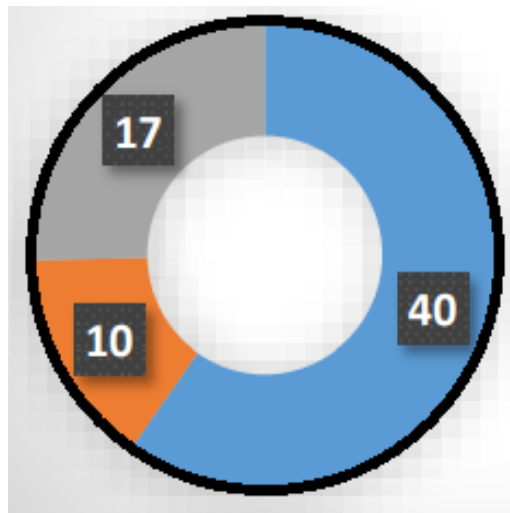


Схема до питання 5

6) *Ваше ставлення до можливості виходу у музей через телефон чи ПК?*

- *Позитивно*
- *Негативно*

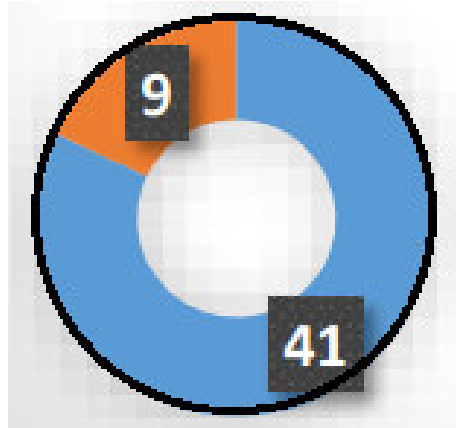


Схема до питання 6

7) *Відвідували б Ви віртуальні музеї?*

- *Так*
- *Ні*
- *Можливо*

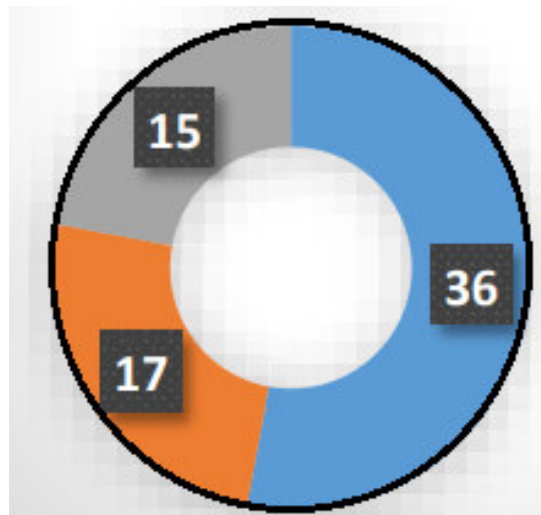


Схема до питання 7

8) Який тип музею Вас найбільше приваблює?

- Технічний
- Історичний
- Культурний

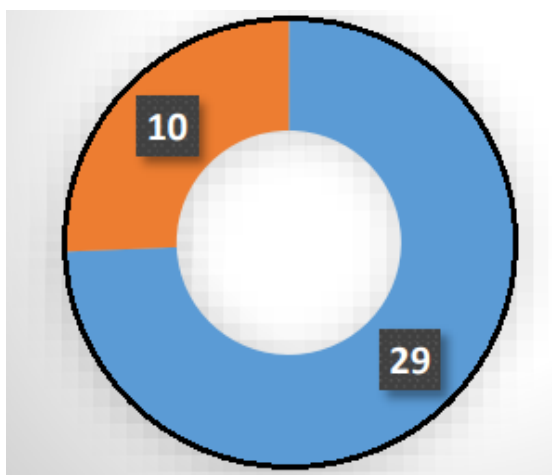


Схема до питання 8

#### 1.2.4. Інтерактивність у віртуальному музеї.

Інтерактивність для сучасного музею – не тільки цікава "фішка", а й важлива складова іміджу, а значить, додаткова виручка від вала відвідувачів. Важливо лише не замінювати віртуальністю експозицію, а доповнювати.

Технології віртуальної реальності дозволяють моделювати будь-яку ситуацію і знаходять застосування не тільки в промисловості, але і в сфері дозвілля (рис. 1.4). За рахунок своєї імерсивності, *VR* дозволяє відвідувачам музеїв і виставок взаємодіяти з експонатами, перетворюючи звичайний похід в музей в запам'ятовується пригода. Саме тому музеї по всьому світу впроваджують *VR*-технології: Національний музей Фінляндії дозволяє відвідувачам опинитися всередині старовинної картини, в Галереї Тейт в Лондоні відтворили студію художника в *VR*, а відвідувачі Національного музею природної історії у Вашингтоні і зовсім можуть побачити процес еволюції своїми очима [3].

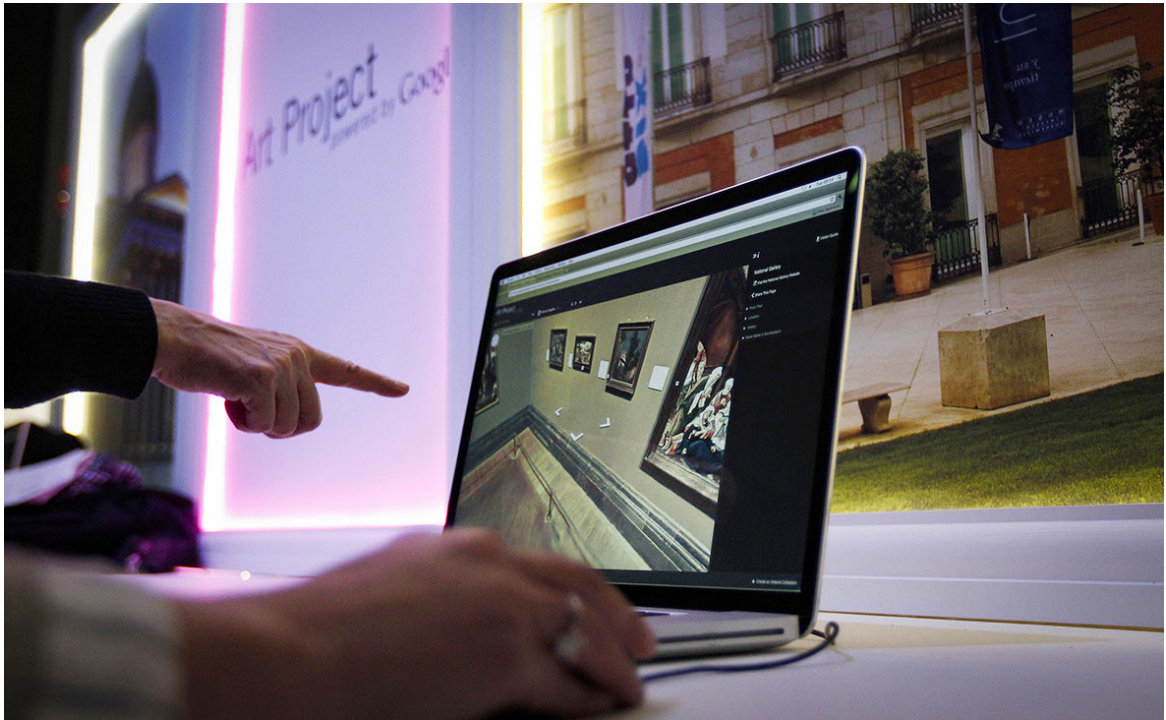


Рис. 1.4. Інтерактивність у віртуальному музеї

Використання нових технологій дозволяє музеям збільшити число відвідувачів, популяризувати історію і отримати більше уваги з боку ЗМІ, що позитивно впливає на їх репутацію.

За статистикою асоціації головних туристичних визначних пам'яток Лондона *ALVA*, з 2015 до 2018 року Галерея Тейт піднялася в п'ятого на перше місце по відвідуваності в британській столиці. Цей музей активно впроваджує технології, проводить інтерактивні виставки та інсталяції для відвідувачів, використовуючи *VR* і інші технології. У той же час, більш традиційні музеї, такі як Британський музей і Національний музей історії, з кожним роком тільки втрачають відвідувачів (наприклад, в останньому за період з 2013 по 2017 рік стало на 1 млн щорічних відвідувачів менше) [7]. Статистика говорить про те, що людям цікавіше відвідувати інтерактивні виставки, тому впровадження *VR* сприяє залученню відвідувачів.

Один із прикладів впровадження *VR* Галереєю Тейт: у 2017 році за допомогою віртуальної реальності там відтворили майстерню художника Амедео Модільяні в

рамках виставки, присвяченій його творчості. Відвідувачі могли побувати в Парижі вікової давнини і побачити місце, де свого часу творив художник.

Перевага *VR*-технологій в тому, що можна взяти найкраще з реальності і змінити будь-які параметри, щоб підлаштуватися під аудиторію і мета проекту. Для музейної індустрії *VR* відкриває більше можливостей: можна дозволити людям доторкнутися до історії, але зробити це в інтерактивному форматі, який зацікавить відвідувачів.

Існує думка, що *VR* – це сильна конкуренція для музеїв, адже якщо люди можуть побачити ту саму виставку, не виходячи з дому, потік відвідувачів зменшиться. Вже зараз доступні цілі тури в віртуальній реальності, як, наприклад, в Інституті Франкліна в Філадельфії (рис. 1.5). Якщо музейні *VR*-тури стануть доступні з будь-якої географічної точки, чи припинять відвідувачі відвідувати музеї? Щоб уникнути подібної проблеми, при впровадженні *VR*-проекту в музей, важливо, щоб віртуальна реальність доповнювала виставку, а не заміняла її.



Рис.1.5 Приклад доповненої реальності

В цілому, віртуальна реальність не тільки знаходить застосування в музейній

індустрії, а й дозволяє музеям перейти на інший рівень, популяризуючи історію, мистецтво, науку і залучаючи нову аудиторію. Для відвідувачів музеїв важливо з легкістю зануритися в тему виставки та дізнатися про експонати якомога більше, отримати нові враження, що і дозволяє зробити *VR*. За допомогою віртуальних технологій відвідувачі можуть не тільки побачити старовинні експонати, а й "прожити" історію, побачити минуле своїми очима [7].

### **1.2.5. Науково-технічна база віртуального музею.**

Науково-технічна база "Віртуального музею" – застосування методів формування електронних колекцій в рамках розподілених інформативних концепцій і електронних колекцій. Подібна методика являє ймовірність тримати дані окремо, сформувати презентацію даних, розподілити доступ до інформаційних ресурсів.

Віртуальні тури – один з найефективніших і переконливих на даний момент способів представлення інформації, оскільки вони дозволяють здійснювати захоплюючі віртуальні екскурсії і створюють у глядача повну ілюзію присутності. Справа в тому, що, на відміну від відео або звичайної серії фотографій, віртуальний тур володіє інтерактивністю. Так, в ході подорожі можна наблизити або віддалити який-небудь об'єкт, озирнутися на всі боки, детально розглянути окремі деталі інтер'єру, оглянути панораму здалеку, подивитися вгору-вниз, наблизитися до обраної точки або піти від неї, через активні зони переміститися з однієї панорами на іншу, наприклад погуляти по окремих приміщеннях і т.п. І все це можна робити в потрібному темпі і в порядку, зручному конкретному глядачеві.

Однією з найбільш ефективних технологій візуалізації музейних експозицій вважається методика формування віртуальних панорам (синоніми: *3D*-панорами, круглі панорами, 360-градусні фотопанорами). Це реальний спосіб демонстрації фотографій об'ємного простору. Відрізнити таку панораму від звичайної панорамної фотографії, яку можна помістити в рамку, вкласти в альбом, надрукувати на сторінці книги або журналу, можна по головному ознакою – віртуальна панорама видно на екрані

комп'ютера. В один момент на екрані з'являється лише частка панорами, кутові розміри якої, як правило, відповідають нормальному куті зору неозброєного ока. Всі без винятку картинки розглядаються шляхом м'якого переміщення або в ліву сторону, або в праву сторону.

На першому етапі проведена настройка спеціального обладнання, а саме: фотоапарат, об'єктив, панорамний головка, рівнева платформа, штатив. Фотоапарат перевели в ручний режим і призначили найменше фокусна відстань [4]. При цьому слід пам'ятати про те, що повинно забезпечуватися 20% перекриття знімків з кадру на кадр. Далі налаштували фокусування так, щоб всі об'єкти були чіткими (можна встановити число діафрагми  $F9.0$ ). Виходячи з умов освітлення, виставляється значення  $ISO$ . На знімку не повинно бути занадто затемнених або засвічених місць.

При використанні ширококутний об'єктив досить зняти один ряд по колу. При стандартному об'єктиві виникає необхідність знімати 3 ряди. При наявності рухомих об'єктів доведеться зробити більшу кількість знімків. Не забуваємо виконати ще два кадри – зеніт і надир. Зеніт – це кадр, який знаходиться над штативом, тобто 90 градусів від горизонту. Щоб зняти зеніт, потрібно повернути фотоапарат вгору і зняти небо або стелю. Надир – це кадр, який знаходиться під штативом, тобто це низ.

Панорама з кутовим розміром  $360^\circ$  називається кругова панорама (рис. 1.6, 1.7). Її відмінність в тому, що в кожній обраної спрямованості, можливо, зробити цілий розворот, однак тільки в горизонтальній площині. Це дає можливість реально сприймати картину. Тому таку панораму можна вважати моделлю реального світу, і назвати "віртуальною реальністю".





Рис. 1.6. Приклад кругової панорами безпосередньо у музеї



Рис. 1.7. Приклад кругової панорами на вулиці

Для того щоб милуватися експонатом з усіх боків, досить тільки управляти мишею або клавішами. При бажанні можна подивитися експонат подалі, можна його наблизити. Якщо не подобається експонат, його можна упустити, а потім повернутися. Можна озирнутися навколо. Така особливість віртуальної панорами виділяє її серед інших засобів візуалізації.

При цьому є можливість з'єднати панорами між собою. Так можна пересуватися від однієї панорами до іншої. При наведенні курсора миші на "активну зону" можна милуватися фотографіями, відеороликами [4]. Також можна акцентувати увагу на окремих предметах панорами. У разі музейної експозиції це можуть бути окремі експонати, виставкові стенди, а також будь-яка інша інформація, на яку необхідно звернути увагу віртуального відвідувача. Коли віртуальний відвідувач взаємодіє з такою панорамою, він отримує набагато більше інформації про експонати, які його цікавлять, ніж він почитав в книзі або перегорнув журнал. Так як сукупність всіх технологій, при

яких існує дана панорама створює ефект присутності саме в тому місці, яке вибрав відвідувач.

### 1.2.6. Методики створення зображувального контенту 3D моделі.

За допомогою фотограметрії – методу фотосканування. Об'єкт фотографується в кілька кіл з різної висоти і різних ракурсів. Повинні бути далекі і близькі плани з накладенням кадрів. Суть в тому, щоб кожен кадр перекривав інший на 40 - 60%. Після все фото завантажуються в програму. Залежно від розміру і складності об'єкта має бути від 100 до 1000 знімків (рис. 1.8). Вона шукає на них одні й ті ж точки, зняті з різних ракурсів.

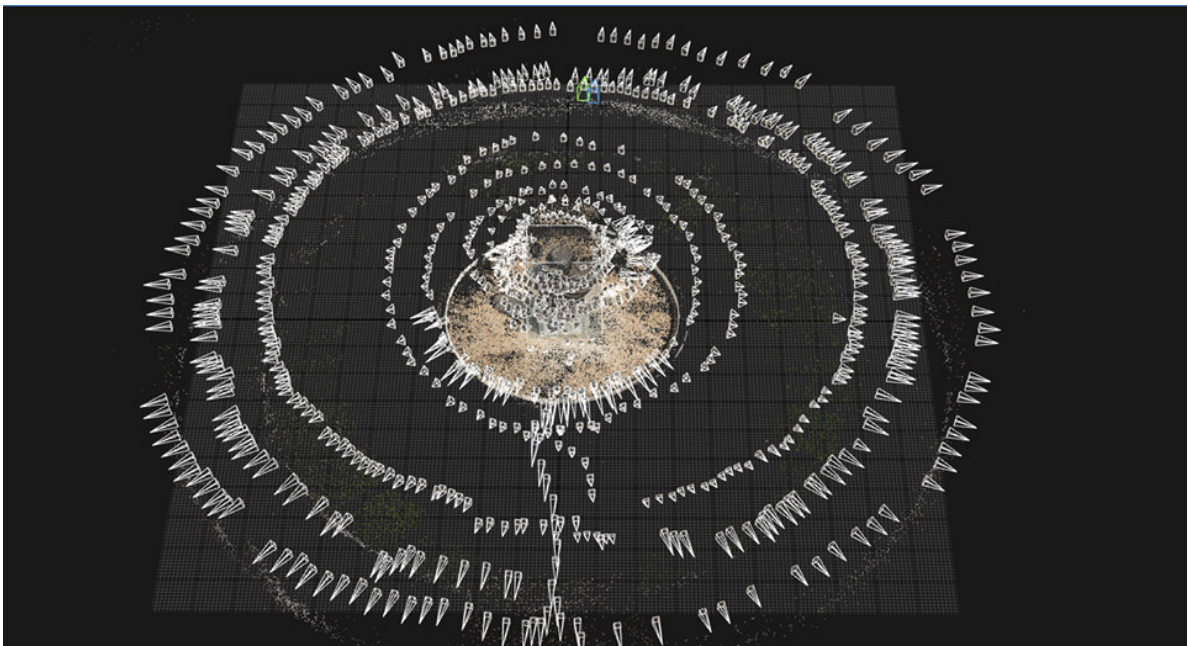


Рис. 1.8. Процес створення 3D моделі

За допомогою законів геометрії (триангуляції) програма розуміє, яке фокусна відстань була у фотоапарата і як далеко знаходився об'єкт. В кінці ми отримуємо поверхню, що складається з хмари точок. Її можна перетворити в 3D модель.

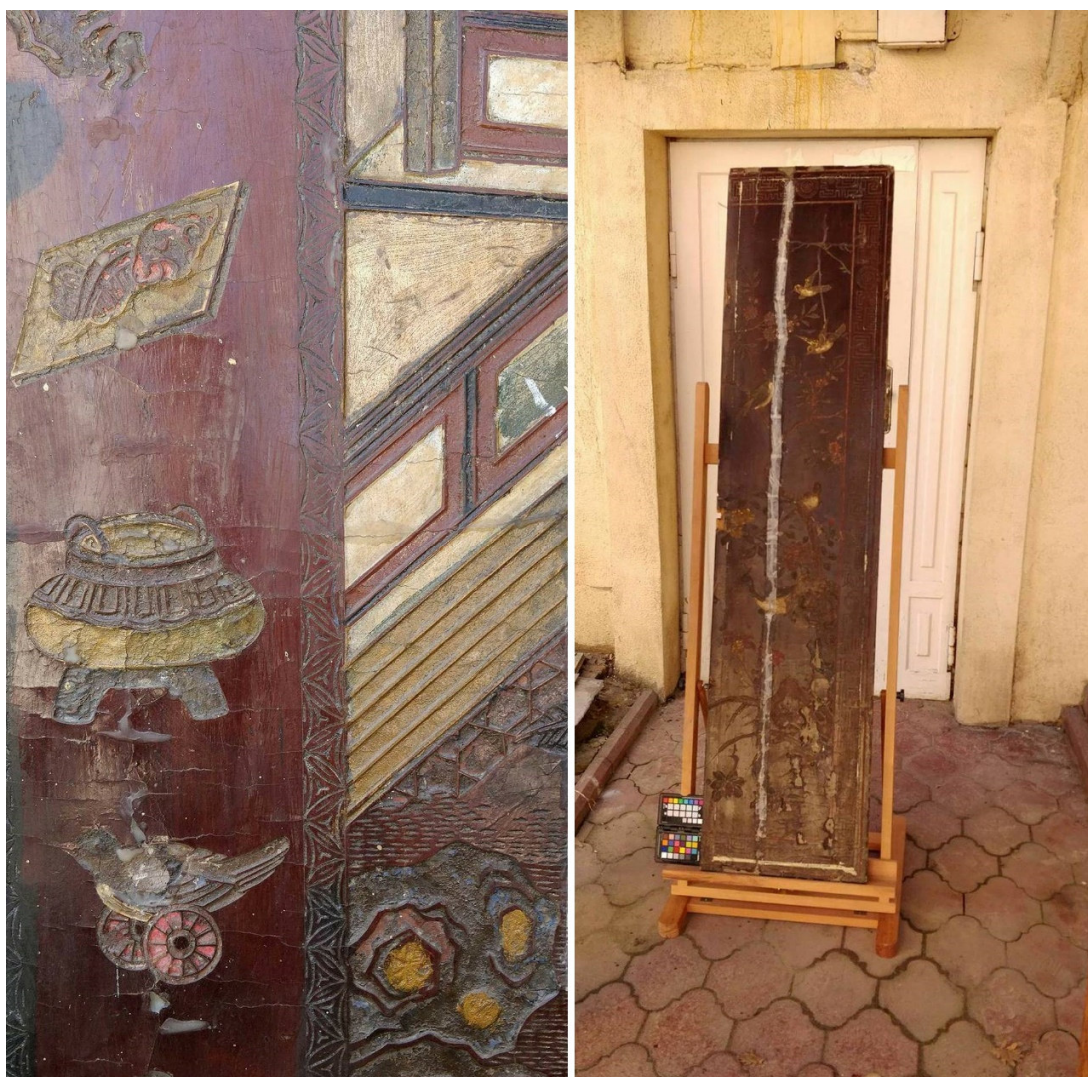


Рис. 1.9. Процес зйомки експонатів Музею особистих колекцій ім. Блещунова

При фотоскануванні виходить реалістична текстура. Не потрібно домагатися правдоподібності штучно, щось домальовувати [1]. Завдяки цьому навіть не дуже докладна модель може виглядати, як справжній предмет (рис. 1.9).

При створенні додатків для мобільних потрібно розуміти, що смартфон "не потягне" детальну модель. Її потрібно сильно стискати. Фототекстури зберігає ілюзію деталізації за рахунок тіней і поглиблень – і зображення виходить правдоподібним (рис. 1.10).



Рис. 1.10. Цифрова копія погруддя Махатми Ганді. Створена в рамках партнерства з музеєм MOG – MuseumofGoa в проєкті, присвяченому 100-річчю першого страйку Махатми Ганді.

Сама доповнена реальність працює так: телефон шукає якийсь об'єкт або картинку, яка спочатку була внесена в його пам'ять. У стандартній ситуації це qr-код (найбільш помітний для телефону вид маркера). Але маркером може бути що завгодно: певний ракурс будівлі, наприклад. Як тільки телефон "бачить" цей об'єкт, він активує контент (рис. 1.11).



Рис. 1.11. *SecretSikorskyArmy Project*. 3D-модель пам'ятника творцю першого вертольота Ігорю

Створення таких додатків направлено на просування цифрових технологій і самого культурної спадщини. Їх основна цільова аудиторія – туристи. Уже зараз маленькі міста звертаються до нас для створення туристичних програм. Це може бути, наприклад, анімований туристичний гід або інтерактивний музей або виставка.

### **Висновки до розділу**

Узагальнюючи все сказане вище, можна стверджувати, що віртуальний музей представляє собою компонент віртуального культурноінформаційного простору, розташованого в мережі, і дозволяє збирати, зосереджувати і пов'язувати воедино різномірну інформацію (текстового, графічного, звукового, відео, анімаційного та інших форматів) за певною тематикою, як правило, не відображеної ні в одному з реально існуючих музеїв [1].

Основні критерії, яким повинні задовольняти віртуальні музеї:

- 1) репрезентативність і змістовність віртуальної експозиції, що виключають спотворення фактів, які можуть привести до упередженого поданням про історію, епосі;
- 2) багат шаровість представленої інформації, потрібної для різних професійних, вікових та освітніх категорій користувачів;
- 3) інтуїтивно зрозумілий і дружній призначений для користувача інтерфейс.

Ці критерії, до речі, можна й для реальних музеїв, де в якості дружнього інтерфейсу може виступити хороший екскурсовод.

Таким чином, "віртуальний музей не пам'ятник, а комунікативне вогнище, що забезпечує відкритий доступ кожній людині до нових територій знання, досвіду, вираження". При цьому не варто скидати з рахунків і роль представництв реальних музеїв в Інтернеті, оскільки вони, як і віртуальні музеї, служать одній справі: просвіті та збагачення народу знаннями.

Завдяки інформаційним технологіям відвідувач може не просто уявити, а й побачити події, експонати в тривимірному вимірюванні, співвіднести їх масштаб і т.д. З пасивного глядача він стає учасником певного дійства.

Активне використання цифрових технологій у вигляді віртуальних виставок і 3D-турів, музейних інтегрованих програм, віртуальних персонажів, комп'ютерних ігор, здавалося б, суперечить тому культу автентичності, який затверджувався в музеях протягом багатьох століть. Однак не менш важливим, на думку фахівців, є сьогодні залучення відвідувача в процес спільного конструювання змісту.

Особливо сприятливо позначаються інформаційні технології на залучення в музей дитячої аудиторії. Як відомо, дітей не дуже цікавить пасивне знайомство з чимось, що було задовго до їх народження. А використання доповненої реальності дає можливість розглянути 3D-модель експоната, пограти, взаємодіяти з місцем знаходження чого-небудь. Завдяки *IPAD* скелети стають повноцінними тваринами, а стандартний зовнішній вигляд *QR*-кода, наприклад, перетвориться в ієрогліф, друк давно зниклої імперії, монету і т.д., що викличе новий виток питань юного глядача.

Завдяки сучасним графічним редакторам і програмам стає можливим віртуальне відтворення об'єкта, його інтерпретація. Принципова особливість віртуальних реконструкцій – можливість "грати" з масштабом і занурювати глядача в віртуальне середовище, здійснюючи задуми художника.

## **РОЗДІЛ 2**

### **МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ ЗОБРАЖУВАЛЬНОГО 3D КОНТЕНТУ**

#### **2.1. Технологія створення трьохвимірних об'єктів**

##### **2.1.1. Види трьохвимірної графіки.**

Моделювання широко використовується в різних галузях науки та техніки. При навчанні учнів моделюванню важливо не тільки допомогти їм набути практичний досвід розв'язання різних задач, але й сформуванати теоретичне підґрунтя для розуміння самого

поняття моделювання та його видів. При дослідженні даної теми, були визначені поняття "моделювання", "тривимірна графіка" та види моделювання такі, як: полігональне, сплайнове, *NURBS*-моделювання, *3D*-скульптинг. Ці поняття корисно розтлумачити учням з метою виявлення здібностей до роботи з графікою та визначення учнями майбутньої професії.

Потужні програми комп'ютерної графіки реалізують втілення ідеї в готовий, видимий результат, дозволяють створювати об'ємні моделі будь-якого об'єкта з фотографічною точністю. Зараз, щоб оцінити переваги та недоліки програми, потрібно лише створити в ній об'ємну модель реального об'єкта [9]. Комп'ютерне моделювання широко поширене в різних сферах діяльності людей та заробляє величезну популярність. А особливо велике значення і перспективи має створення комп'ютерних моделей і їх застосування.

***Тривимірна графіка*** або ***3d-моделювання*** – комп'ютерна графіка, що поєднує в собі прийоми і інструменти, необхідні для створення об'ємних об'єктів в тривимірному просторі.

Під прийомами варто розуміти способи формування тривимірного графічного об'єкту – розрахунок його параметрів, креслення "скелету" або об'ємної, не деталізованої, форми; витискання, нарощування і вирізання деталей.

Тривимірне моделювання дає дуже точну модель, максимально наближену до реальності. Сучасні програми допомагають досягти високої деталізації. При цьому значно збільшується наочність проекту. Висловити тривимірний об'єкт у двомірній площині не просто, тоді як *3d* візуалізації дає можливість ретельно опрацювати і що саме головне, проглянути всі деталі. Це більш природний спосіб візуалізації [2].

Різні науки досліджують об'єкти і процеси під різним кутом зору і будують різні типи моделей. У фізиці вивчаються процеси взаємодії і руху об'єктів, в хімії – їх внутрішню будову, в біології – поведінка живих організмів і т.д.

Основними цілями моделювання є:

- Зрозуміти сутність досліджуваного об'єкта;

- Навчитися управляти об'єктом і визначати найкращі способи управління;
- Прогнозувати прямі або непрямі наслідки;
- Вирішувати прикладні завдання.

**Моделювання** – це процес побудови моделі об'єкта і дослідження його властивостей шляхом дослідження моделі.

Для того, щоб краще розібратися з особливостями тримірного моделювання, треба розглянути найбільш популярні види моделювання.

**Полігональне моделювання** – це вид *3d* моделювання, яке з'явилося в той час, коли для визначення місцезнаходження точки необхідно було вручну вводити її координати по осях *X*, *Y*, *Z*. Якщо три точки координат задати як вершини і з'єднати їх ребрами, то вийде трикутник, який в *3d* моделюванні називають полігоном.

**Сплайнове моделювання** – це вид *3d* моделювання, при якому модель створюється за допомогою сплайнів (тривимірна крива). Лінії сплайнів задаються тривимірним набором контрольних точок в просторі, які і визначають гладкість кривої. Всі сплайни зводяться до каркасу сплайна, на основі якого вже буде створюватися огинаюча тривимірна геометрична поверхня .

Полігональне і сплайнове моделювання можна порівняти за допомогою растрового і векторного зображень: векторне зображення можна масштабувати в будь-яких межах і його якість не буде губитися, а при збільшенні растрового зображення буде губитися якість ліній.

***NURBS* моделювання** або технологія *Non-UniformRational B-Spline* – це технологія неоднорідних раціональних *B*-сплайнів, створення плавних форм і моделей, у яких немає гострих країв, як у полігональних моделей. Саме через цю відмінною риси технологію *NURBS* застосовують для побудови органічних моделей і об'єктів (рослин, тварин, людей).

***3d*-скульптинг** він же "цифрова скульптура" являє собою імітацію процесу "ліплення" *3d* моделі, тобто деформування її полігональної сітки спеціальними інструментами – пензликами. Можна провести аналогію з ліпленням фігур руками з



пластиліну або глини. Тільки в програмах 3d моделювання пальці замінені на інструмент "пензлик", а "пластиліном" є полігональна сітка.

3d-скульптинг справив великий вплив на такі ключові сфери 3d-моделювання:

- Безпосередньо саме моделювання.
- Текстурування.
- Низькополігональних моделювання.

Програмами-представниками даного виду моделювання є "*ZBrush*", "*Sculptris*", "*AutodeskMudbox*" і ін.

Таким чином, можна зробити наступний висновок. При створенні моделей не складної форми краще використовувати полігональне моделювання. Для отримання гладкої форми нескладних об'єктів – сплайнова або *NURBS* моделювання, або полігональне з використанням інструментів згладжування.

При створенні складних біологічних організмів зручніше використовувати 3d-скульптинг. Коли ж необхідно створити точну модель з необхідними зазорами і урахуванням фізичних властивостей матеріалу, то тут найбільш підходять методи промислового моделювання.

### **2.1.2. Основи полігонального моделювання.**

Комп'ютерна графіка з'явилася порівняно недавно, проте задовго до появи персональних комп'ютерів. Довгий проміжок часу робилися спроби відтворення тривимірного світу на фотографіях, картинах, кіноплівці. Процес створення 3D-моделі може здійснюватися безліччю способів . Все залежить від цілей, термінів, складності виконання і інших особливостей виробництва. Зазвичай основними стадіями підготовки тривимірної графіки є: моделювання, текстурування, анімація і сам рендер.

Тривимірне моделювання – це процес створення тривимірної моделі об'єкта. Його основне завдання полягає в тому, щоб показати візуальний обсяг, створюваного об'єкта.

Можна створити статичну модель, яка буде мати лише привабливий вигляд, але без будь-якого функціоналу, тому що для статички не важливо, як зроблена модель. А модель для анімації повинна бути не тільки привабливою зовні, але і бути оптимізованою для подальшої роботи з нею. Основними критеріями оптимізації 3D-моделі для анімації є: топологія і кількість полігонів [5].

Полігональне моделювання – це вид 3D моделювання, який з'явився в той час, коли для визначення місцезнаходження точки необхідно було вручну вводити її координати по осях  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . Якщо три точки координат задати як вершини і з'єднати їх ребрами, то вийде трикутник, який в 3D моделюванні називають полігоном.

Полігон або полігональна сітка (рис. 2.2) – являє собою набір вершин, граней і ребер (рис. 2.1), які визначають форму багатогранного об'єкта в тривимірній комп'ютерній графіці.

Для того, щоб краю моделі не мали гранованого виду, необхідно, щоб полігони були малого розміру, а поверхню об'єкта складалася з маленьких площин.

Полігон з трьома вершинами називається триангульованим полігоном, з чотирма вершинами – квадрангульованим полігоном. Якщо подивитися на моделі, створені за допомогою полігонів, то можна помітити, що більшість з них створені саме полігонами з чотирма і трьома вершинами. Кожен полігон може мати власну текстуру і колір, а об'єднавши кілька полігонів можна отримати модель будь-якого об'єкта. Сполучені між собою полігони утворюють полігональну сітку або полігональний об'єкт.

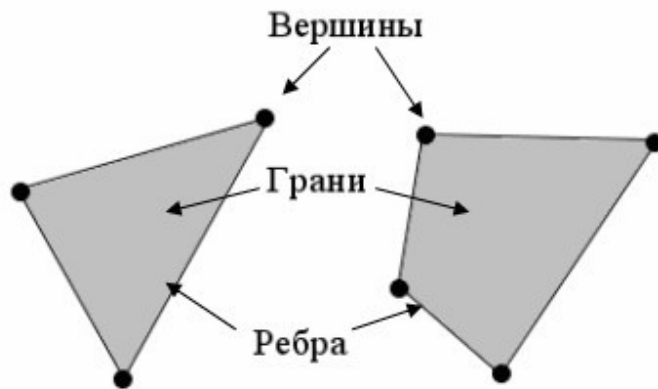


Рис. 2.1. Склад полігону

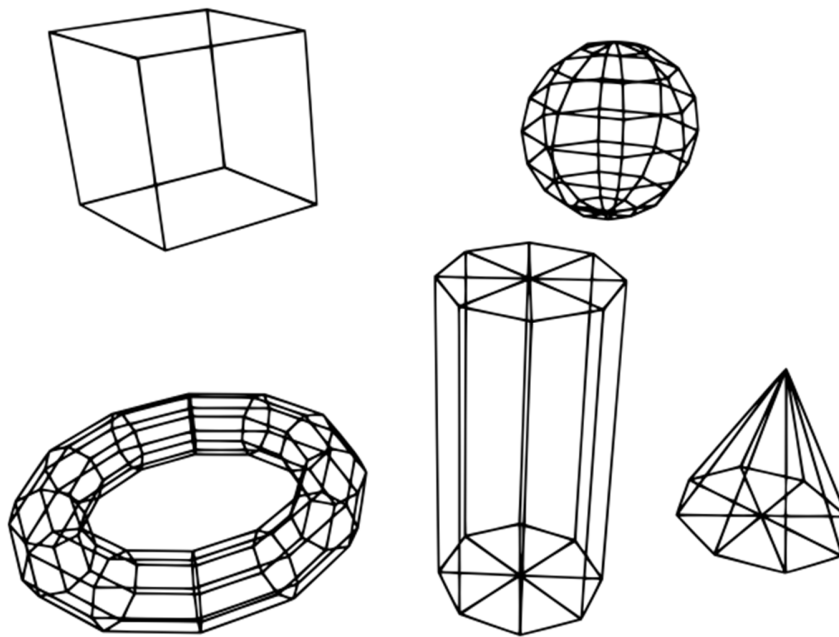


Рис. 2.2. Приклад полігону

Говорячи простими словами, коли ми дивимося на *3D*-модель, то ми бачимо ту саму полігональну сітку, адже складові полігонів і утворюють ті самі форми, які ми створюємо. Якщо ми подивимося на вже завершений і відрендерений тривимірний об'єкт, то ми не побачимо полігональну сітку [8]. У більшості випадків при створенні самої моделі, розробники використовують режим сітки (*wire-frame*), щоб правильно

вибудувати форму об'єкта і його топологію. Коли працюєш в такому режимі, можна з легкістю маніпулювати складовими полігонів і тим самим створити 3D-модель потрібним чином (рис. 2.3, 2.4).

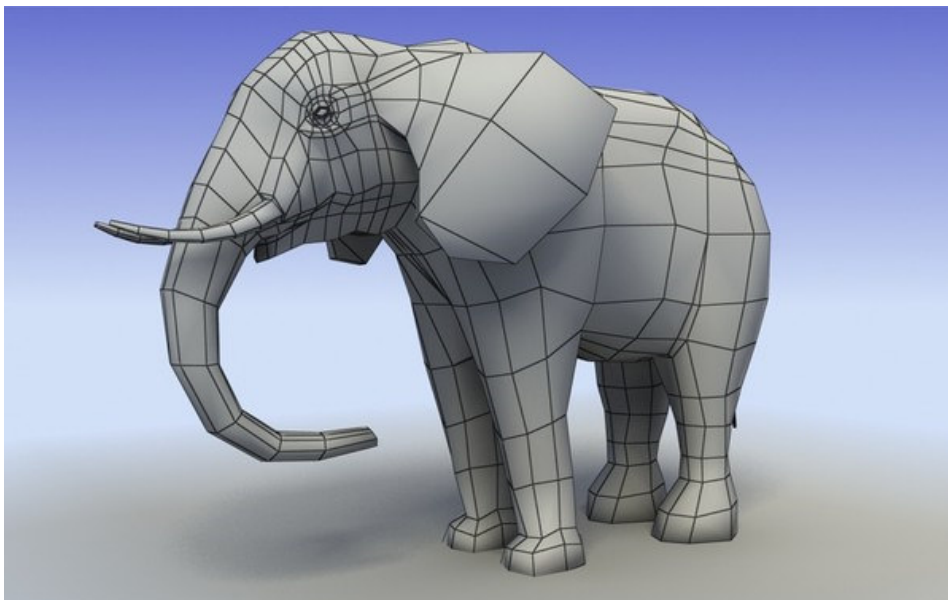


Рис. 2.3. Полігональна сітка з наданням текстури об'єкту

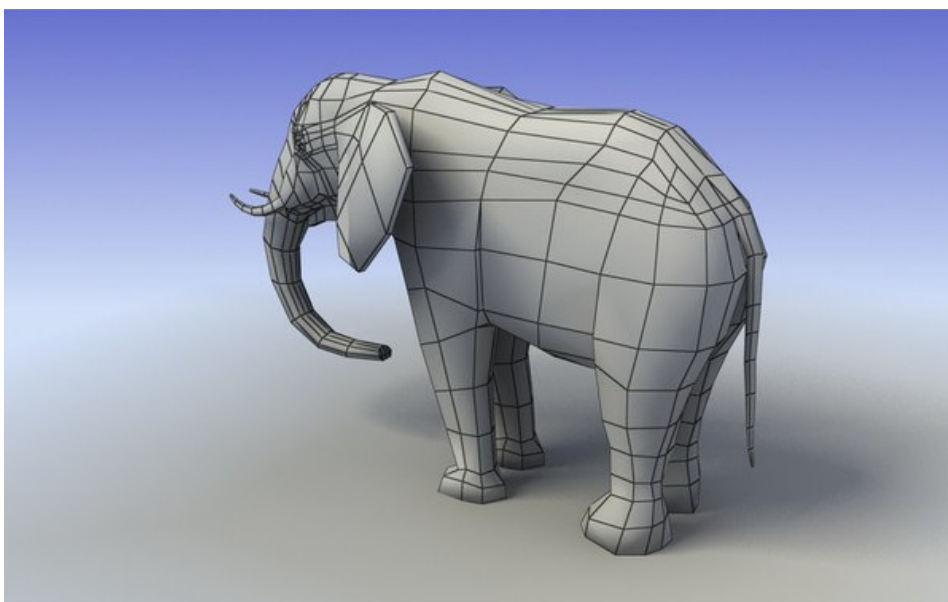


Рис. 2.4. Полігональна сітка з наданням текстури об'єкту

Якщо передбачається точне моделювання об'єкта (високополігональні моделювання), або в подальшому збільшення його зображення, то необхідно будувати модель з великою кількістю полігонів, хоча, якщо на модель об'єкта дивитися здалеку без наближення, досить буде невеликої кількості полігонів. Такі моделі будуть називатися високополігональні і низькополігональні відповідно.

### **2.1.3. Методика створення полігонального моделювання.**

Існує три основних методики створення полігональних моделей, які найчастіше використовуються в об'єднаному варіанті, однак можуть застосовуватися і в чистому вигляді.

За допомогою примітивів – коли за основу беруться готові геометричні фігури (наприклад, куб або циліндр), потім конструюється потрібна модель шляхом витягування подіб'єктів, поділу існуючих граней [11].

Витягуванням з полігону-исходника нових граней, коли кожен подіб'єкти з'являється з попереднього.

Вручну, без початкових кодів і примітивів, коли все подіб'єкти промальовувалися, а не витягуються.

Полігональне моделювання передбачає три основні способи побудови об'єктів візуалізації.

Моделювання за допомогою вершин – проводяться маніпуляції з вершинами, їх переміщення, видалення і т.д.

Моделювання за допомогою ребер – для надання потрібної форми об'єкту змінюється положення ребер, їх розміри.

Моделювання за допомогою полігонів – межі використовуються для більш складних операцій, наприклад, надання формам опуклості або навпаки загостреності, згладжування або вдавнення поверхні, тут ведеться робота з площинами (рис. 2.5).

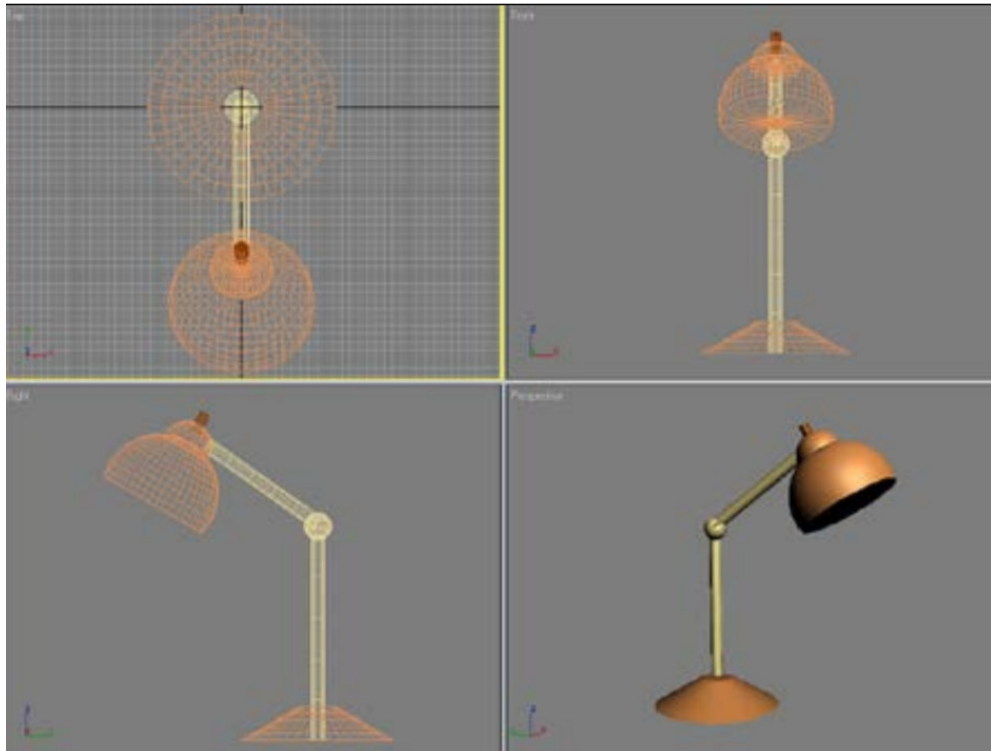


Рис. 2.5. Полігональне моделювання

*Рекомендації при створенні полігональних моделей:*

Краще використовувати чотирикутні геометричні фігури. Вони простіше деформуються, що дозволяє не витратити час на непотрібні маніпуляції. Рекомендується застосовувати якомога менше трикутників.

Не варто використовувати складні геометричні фігури, з великою кількістю кутів і ребер, це може привести до деформації текстури.

При створенні полігональної моделі потрібно візуалізувати тільки необхідні елементи, побудова додаткових конструкцій ускладнює саму модель, якщо це дрібні деталі, їх можна зробити, використовуючи текстури.

Полігональне моделювання розраховано в першу чергу на створення об'ємних моделей об'єктів з точними формами і чіткими контурами. Об'єкти складаються з

полігонів – крихитних граней, які мають форму і колір [11]. Даний метод на сьогоднішній день найчастіше застосовується в промисловому дизайні.

### **2.1.5. Реалістична просторова візуалізація.**

Сучасний етап розвитку комп'ютерної 3D – графіки і її найрізноманітніших і широко впроваджуваних повсюди сфер застосування, характеризується поступовим переходом до просторової (об'ємної, 3D) візуалізації.

Актуальними областями практичного застосування і потенційного використання результатів просторової візуалізації є в першу чергу інтерактивні системи віртуальної реальності, інтерактивні графічні системи об'ємно-орієнтованого геометричного і кінетичного моделювання та візуалізації об'єктів (медицина, архітектура, фізика, геоінформація та ін.), 3D-CAD системи, що зароджуються системи 3D-мультимедіа і 3D-Web візуалізації, комп'ютерні ігри та багато інших.

Завдання реалістичної просторової візуалізації і об'ємного відображення є загальним випадком вирішення основного завдання тривимірної комп'ютерної графіки.

Основним завданням тривимірної комп'ютерної графіки є синтез зображень (тривимірних, в загальному випадку) деякої віртуальної тривимірної сцени (сукупність об'єктів і деякої навколишньої їх обстановки), заданої деякою моделлю, і їх візуалізація (просторова, в загальному випадку) на деякому екрані пристрою відображення [10].

Під синтезованим зображенням при цьому розуміється візуальне представлення інформації, що отримується в результаті обчислень в деякій обчислювальній системі (комп'ютері), для одержувача цього зображення (спостерігача) з урахуванням специфіки пристрою відображення і властивостей механізмів зорового сприйняття людини.

У загальному випадку, для успішного виконання побудови реалістичних зображень необхідні:

1. Інформація (модель) про повну поданні сцени:

- морфологічна інформація – відомості про форму кожного елемента, незалежно від його розташування, розмірів, або положення спостерігача;

- геометрична інформація, що включає показники обсягів елементів сцени, параметри взаємного розташування елементів (відстані між ними, кути взаємного розташування ліній і т.д.), розташування елементів відносно спостерігача, геометричні властивості графічних об'єктів, які використовуються як елементи сцени і т.д ..

При цьому основними способами уявлення геометричної інформації про тривимірні об'єкти сцен є наступні:

- просторовий графічний примітив і їх сукупності;
- просторові елементи, представлені математичними описами або моделями поверхонь;
- просторові об'єкти, задані хмарою точок.

2. Облік (моделі) принципів функціонування людської зорової системи і законів поширення світла з його взаємодією з матеріалами (фотореалістичність):

- модель функціонування зорової системи людини – оптична (формування зображення) і чутлива (реакція на різні рівні світлового випромінювання) – розробляється модель, яка повинна передавати ці частини з необхідним рівнем достовірності;
- модель переносу світлової енергії – інформація про зовнішні джерела світла і їх впливу на сприйняття з урахуванням властивостей матеріалів об'єкта, розташування джерел світла, властивостей середовища (туман, серпанок, пр.).

3. Реалізація власне методів синтезу зображень (методи екранізації, рендеринга) – розрахувати колір кожної точки фінального зображення на екрані пристрою. До процесу екранізації можуть пред'являтися суперечливі вимоги – іноді потрібна максимальна точність одержуваного зображення, іноді необхідно жертвувати якістю заради інтерактивності. Всі алгоритми рендеринга сильно залежать від використовуваних геометричних моделей і моделей освітлення, будучи сполучною ланкою між ними, без якого не можна отримати якісний результат, часто в умовах обмежених обчислювальних потужностей.



Якісна реалізація цих трьох складових дозволить створити таку загальну модель механізму синтезу, яка дозволить генерувати зображення, аналогічні тим, які формують наші очі і мозок, отримуючи інформацію з реального світу, і, подаючи такі зображення людині, повинно бути досягнуто відчуття повної реалістичності синтезованого візуального образу.

## **2.2. Методики створення зображувального 3D контенту.**

### **2.2.1. Метод перенесення фотографій у 3D моделі.**

Процес перенесення скульптур у 3D вид почався з походу до музею під відкритим небом, де були зроблені фотографії скульптур приблизно по 80 фотографій на кожную (рис. 2.6).

Процес фотографування почався з очерчення правильного кола навколо статуї, після чого фотоапарат на штативі висотою 1м 60см переміщався по підготовленому колу і робив фотографії об'єкта зі всіх сторін.

Вимоги програми до фотографій:

- Не менше 30 штук на один об'єкт;
- Якість не менша ніж 8 мп;
- Не змінне джерело світла;
- Фото з однієї і то ї ж висоти та відстані.

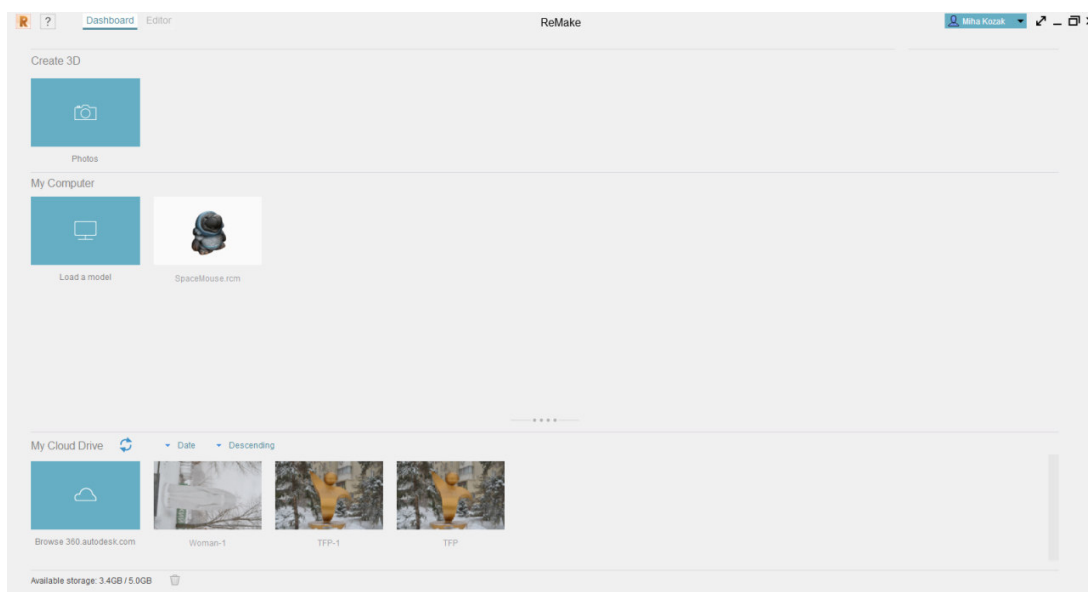


Рис.2.6. Головне вікно програми

При створенні 3D моделей з фотографій програма дає на вибір декілька пунктів:

- Генерування моделі на комп'ютері;
- Генерування моделі на серверах компанії.

Генерування моделі на комп'ютері дуже вибагливе до потужності самої машини, тому було обрано генерування моделі на серверах компанії (рис. 2.7, 2.8). Після вибору місця генерації моделі впливає вікно запити на місце збереження вихідних фотографій, було обрана загрузка фотографій з комп'ютера(рис. 2.9, 2.10). Бажано щоб фото для генерації 3D моделей знаходилися в окремих папках.

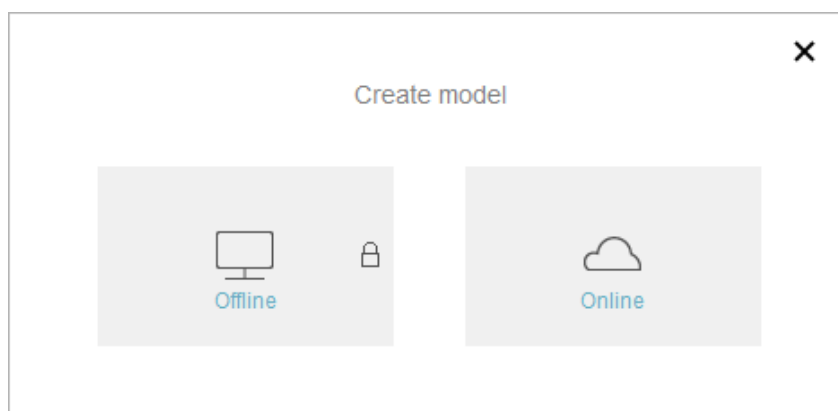


Рис.2.7. Вікно вибору способу генерування 3D моделі

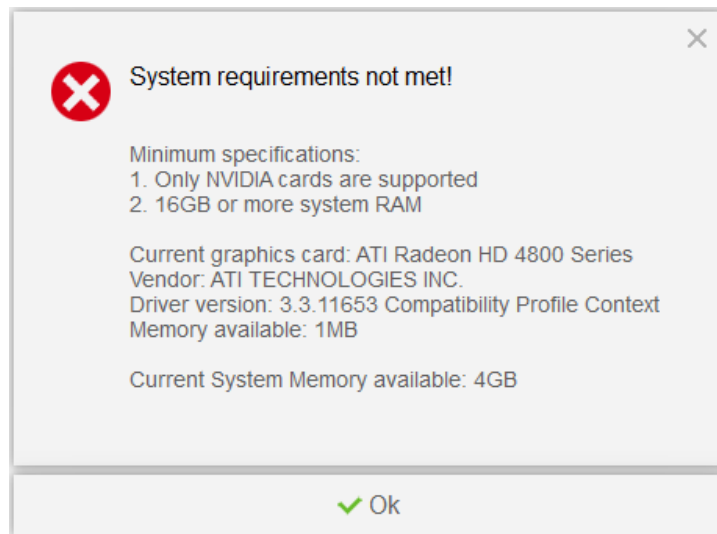


Рис.2.8. Системні вимоги для генерування 3D моделі на комп'ютері

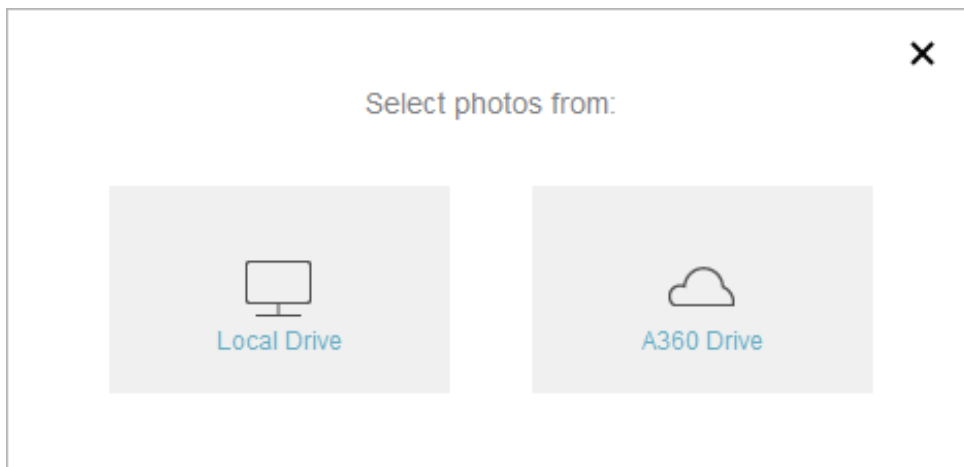


Рис.2.9. Вікно вибору загрузки фотографій для генерування 3D моделі

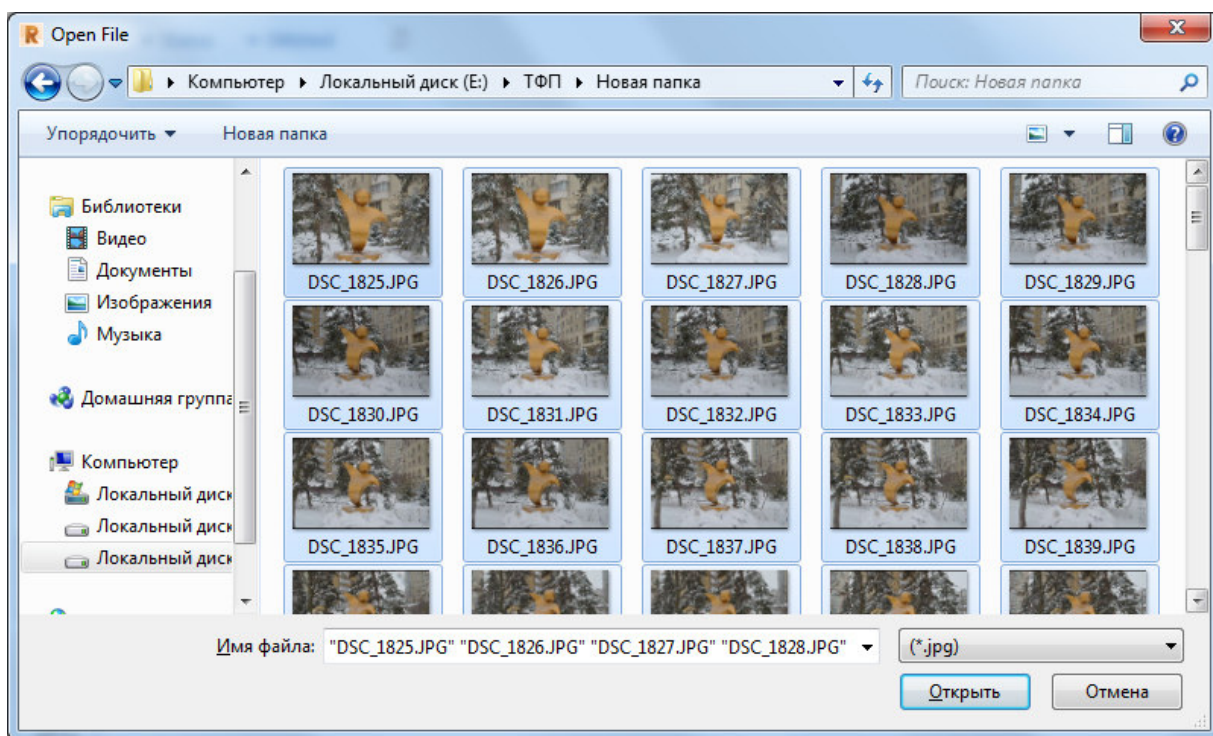


Рис.2.10. Загрузка фото з комп'ютера для генерування 3D моделі

Після вибору фотографій на комп'ютері вони загружаються у програму, вона в свою чергу перевіряє їх на свої власні скриті вимоги, та якщо вони їх пройшли відмічає як прийняті до обробки(рис. 2.11). Далі можна генерувати 3D модель, вікно генерації містить декілька налаштувань(рис. 2.12):

- Розумні текстури;
- Автообрізка.

Перше налаштування при включені збільшує деталізацію головного об'єкту, але при генерації не завжди правильно представляється головний об'єкт, тому вона обирає зазвичай найбільший об'єкт що не завжди є головним.

Друге налаштування забезпечую більш чисту отриману 3D модель, тобто автоматично виділяє головну деталь фотографій.

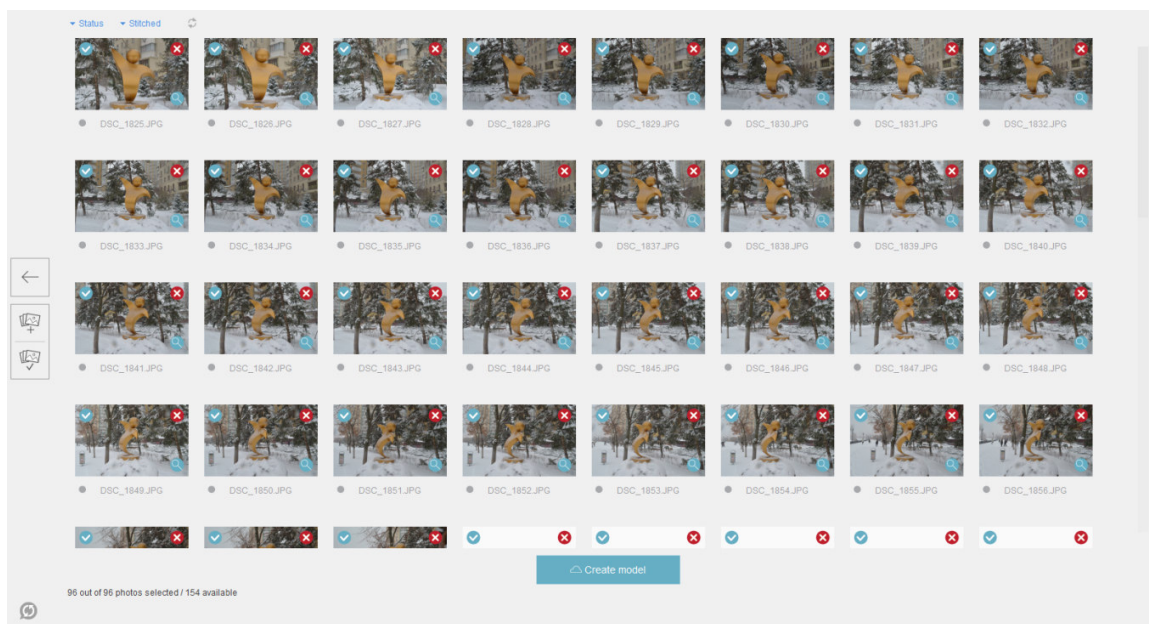


Рис.2.11. Обробка завантажених фото у самій програмі

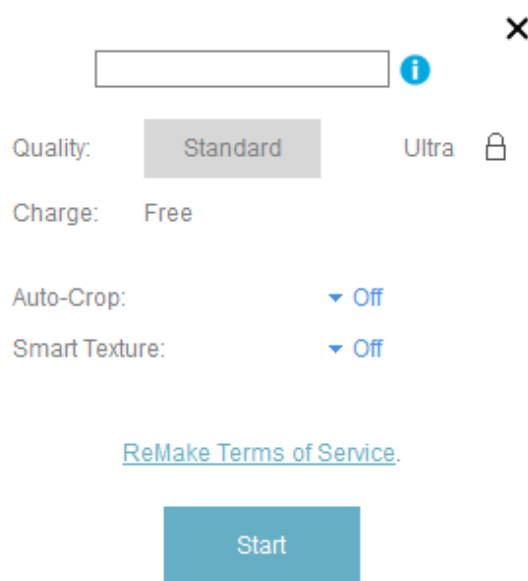


Рис.2.12. Вікно вибору налаштування перед генерацією 3D моделі

Далі після вибору всіх необхідних параметрів починається обробка завантажених фотографій та безпосередній процес генерації 3D моделі, після чого вона доступна для скачування на комп'ютер(рис. 2.13, 2.14, 2.15).

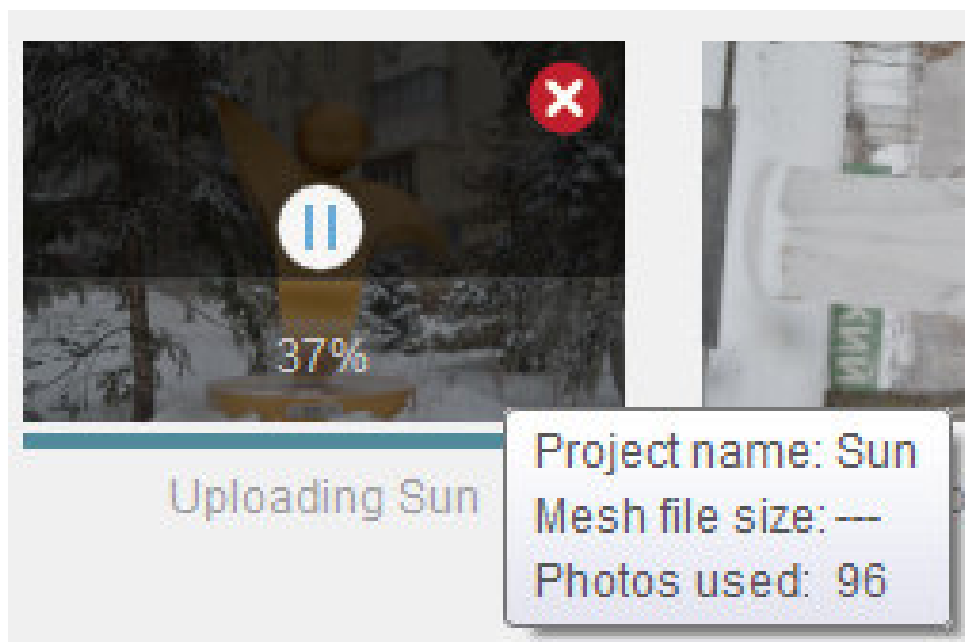


Рис. 2.13. Процес обробки фотографій для генерації 3D моделі

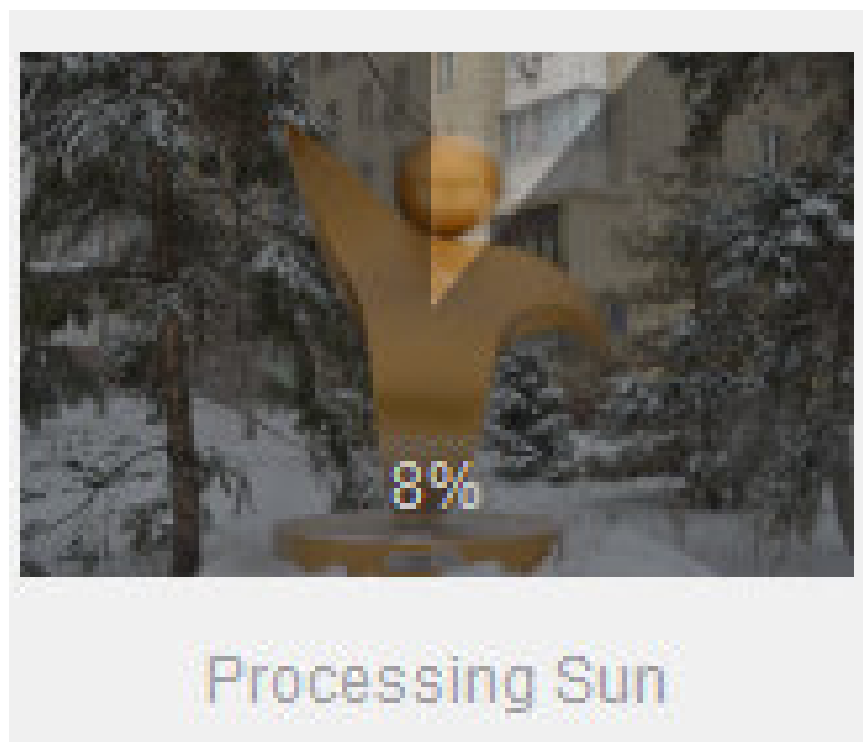


Рис. 2.14. Процес генерації 3D моделі

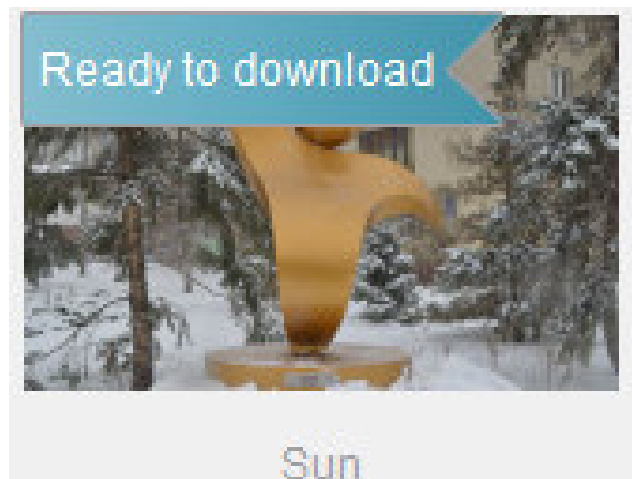


Рис. 2.15. Готова до завантаження 3D модель

Перша модель генерувалася без додаткових налаштувань тому вийшла досить погано та кривувато згенерованою з великою кількістю непотрібних деталей навколишнього середовища яке при зйомці попадало в кадр(рис. 2.16).

Після генерації 3D моделі вона виходить не виходить не дуже чистою, тому зайві згенеровані фрагменти треба видаляти вручну(рис. 2.17). Сама програма має декілька режимів відображення моделей, всілякі налаштування навігації які допомагають з очисткою моделей.



Рис. 2.16. 3D модель після завантаження

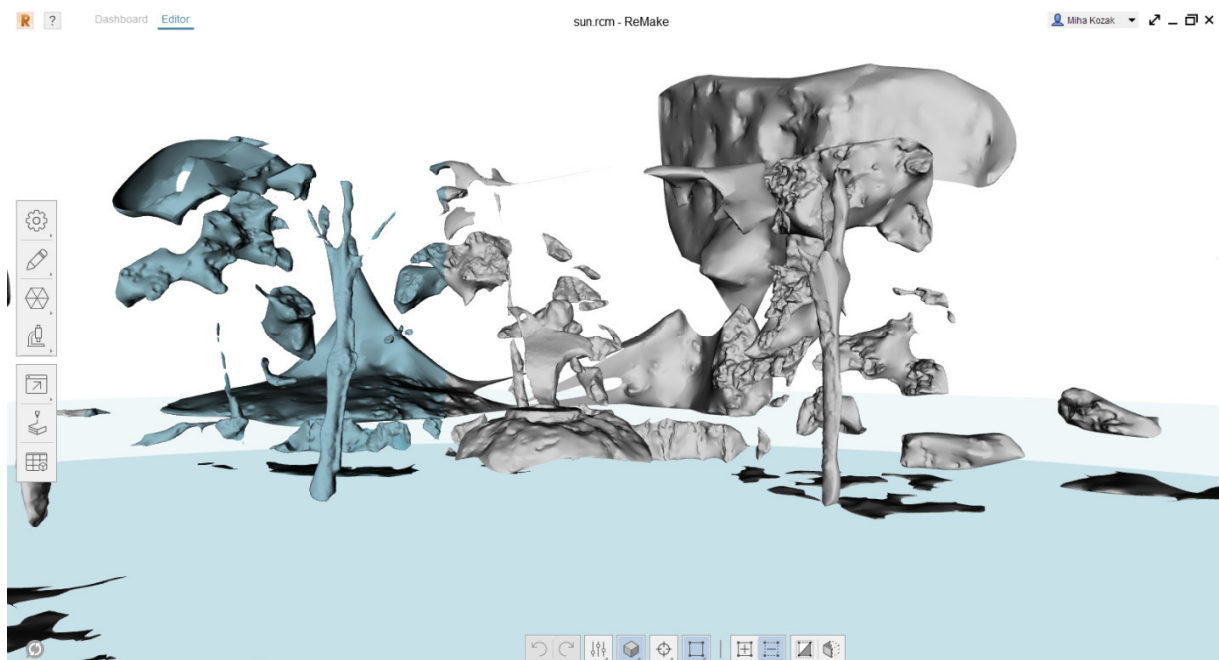


Рис. 2.17. Очистка 3D моделі після завантаження

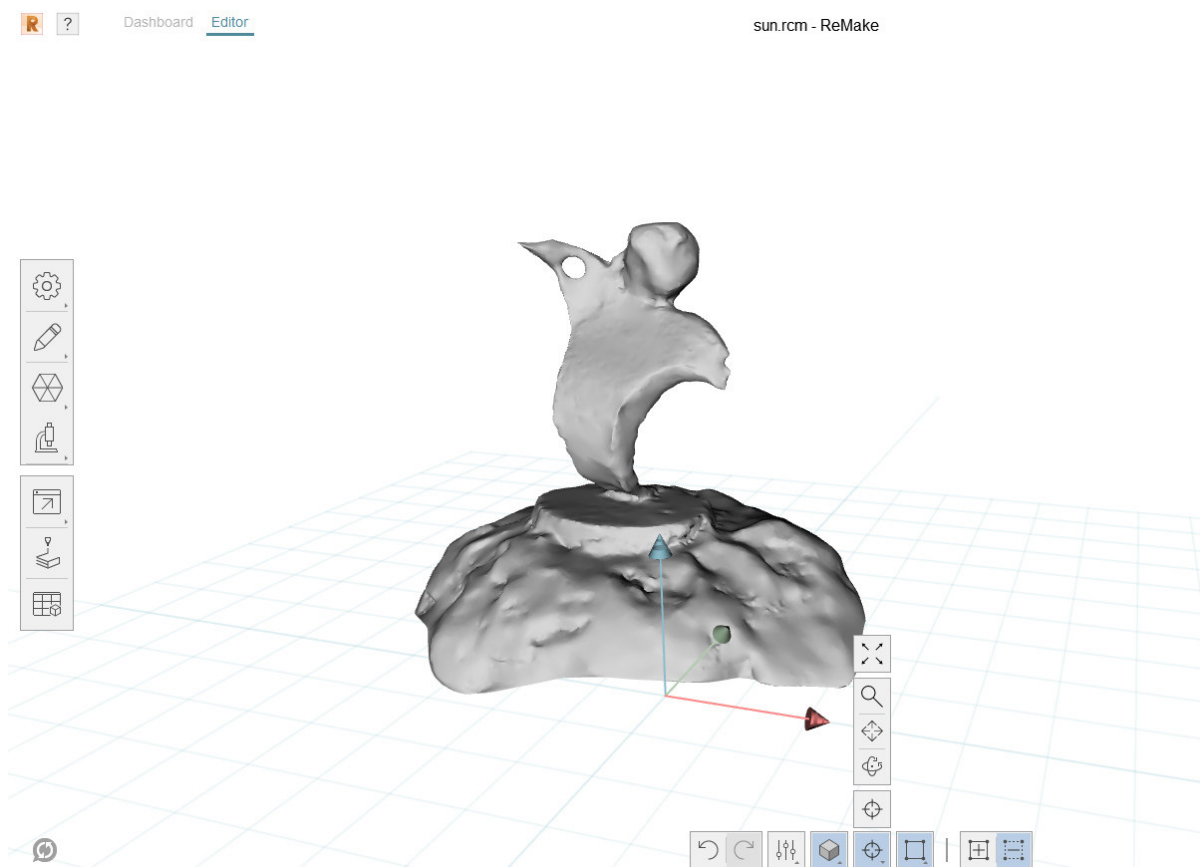


Рис. 2.18. 3D модель після видалення всіх зайвих елементів



Другий об'єкт був сфотографований тим же методом що і перший, але при генерації 3D моделі були обрані обидва додаткових налаштування що досить таки збільшило час генерації моделі але результат окупив час очікування (рис. 2.19).

Модель вийшла чистою, без ніяких зайвих об'єктів які попали в кадр при зйомці, це зекономило немало часу на редагування 3D моделі.

Програма також дозволяє відобразити уявні камери згідно того я були зроблені фотографії з яких генерувалася 3D модель.

Після всіх обробок на 3D модель за бажанням можна накласти текстуру яка береться з оригінальних фотографій які були використані для її генерації



Рис. 2.19. 3D модель з уявним розташуванням камери

### 2.2.2. Створення 3D моделі.

*Виготовлення 3d моделей здійснюється в кілька етапів:*

1. Створення форми і побудова геометрії моделі об'єкта – процес моделювання геометричної форми предмета без урахування його фізичних характеристик. На даному етапі використовують такі прийоми 3d моделювання як: видавлювання, обертання, полігональне моделювання або модифікатори.

2. Текстурування. Ступінь реалістичності моделі буде безпосередньо залежати від обраних матеріалів при накладенні текстур на об'єкт. Більш детально читайте про текстуруванні в статті "Маппінг і текстурування".

3. Налаштування освітлення і вибір точки спостереження. Досить складний етап розробки 3d моделі, від того наскільки точно і грамотно виставлений світло, показники яскравості, глибини тіней, різкості залежить безпосередньо ступінь реалістичності моделі.

4. Візуалізація і 3D-візуалізація – заключний етап побудови 3d-моделі, покликаний деталізувати настройки відображення тривимірної моделі, а також додати графічні спецефекти, наприклад, туман, відблиски, сяйво і ін. На даному етапі також деталізуються і уточнюються настройки тривимірної візуалізації.

5. Постобработка отриманих зображень 3d моделі, додавання естетичних візуальних ефектів, що привертають увагу і викликає інтерес споживача (рис. 2.20).



Рис. 2.20. Створення моделі

### *Вимоги до 3d моделей:*

Перш ніж приступити до створення прототипу за отриманою тривимірною моделлю, необхідно провести аналіз моделі і її адаптацію:

Провести аналіз геометрії 3d-моделі – протестувати її на наявність відкритих просторів в полігональній сітці, наявність некоректних зсувів полігонів, а також дефектів в геометрії [9].

Перевірка всіх параметрів, розмірів і допусків на відповідність їх технічним даними обладнання, яке буде використано для створення прототипу, а також на відповідність матеріалами для друку (рис. 2.21).

Адаптація 3d-моделі під використовуване обладнання.

Крім того, необхідно щоб тривимірна модель відповідала наступним вимогам:

- урані, фаски, товщина стінок повинні відповідати таким параметрам: мінімальний – не менше 0,5 мм, оптимальний – 1 мм і більше;
- в допуски 3d моделі повинні бути внесені зміни відповідно до вимог обладнання, а також врахувати можливу усадку матеріалу;
- виставити крок друку в залежності від використовуваного матеріалу: *ABS* пластик – 0,125 - 0,5 мм, *PLA* пластик – 0,125 - 0,5 мм.



Рис. 2.21. Приклад моделей

### 2.2.2. Особливості програмного забезпечення Blender 2.8.

*Blender* – це безкоштовне програмне забезпечення для створення і редагування тривимірної графіки. З огляду на платформи, відкритого вихідного коду, доступності і функціональності пакет отримав заслужену популярність не тільки серед новачків, а й серед просунутих 3D-дизайнерів. У міру розвитку програми її вибирають в якості робочого інструменту для все більш серйозних проектів, що не дивно. По суті, це додаток практично не поступається за кількістю можливостей і функціоналу більш просунутим пакетам 3D графіки. І при цьому є безкоштовним.

*Blender* позиціонується як додаток для створення і редагування тривимірної графіки, візуалізації, анімації, створення комп'ютерних ігор і навіть скульптінга. Розробники забезпечили програму усіма необхідними функціями, які повноцінно функціонують і демонструють відмінну продуктивність (рис. 2.22).



Рис. 2.22. Приклад можливостей програми

3D моделювання. Представлено практично всіма існуючими способами створення і роботи з об'ємними моделями. Доступно проектування об'єктів на основі примітивів,

полігонів, *NURBS*-кривих, кривих Безьє, метасфер, булевих операцій, *SubdivisionSurface* і базових інструментів для скульптінга [8]. Як і в *3Ds Max*, програма пропонує велику кількість різних модифікаторів, які застосовуються до моделі;

В першу чергу вони необхідні для *3D* модельєрів – вони створюють *3D* моделі персонажів, будівель, техніки тварин для ігор, і рідше в кіноіндустрії (рис. 2.23).



Рис. 2.23. Приклад створення моделі у програмі

У другу чергу це необхідно для професії візуалізатор. Візуалізація інтер'єрів приміщень, екстер'єрів, виставкових стендів.

У третю чергу це дизайнери. Для створення зовнішньої реклами, друкованої продукції, а так само дизайну сайтів. Найчастіше набагато простіше і швидше змодельовати об'єкт в потрібному ракурсі, ніж шукати його і підбирати ракурс або малювати, і виходить набагато реалістичніше, так як при візуалізації об'єкта враховується фізичні особливості об'єктів. А якщо необхідно включити в дизайн об'єкти, які не існують в реальному світі, то їх можна тільки змодельовати або намалювати. Так як програма є векторною, вийдуть дуже якісні картинки в результаті. Навіть на банерах за якістю вони будуть вигравати в порівнянні з фотографіями.

Також *Blender* буде корисний для Анімації і спецефектів – використовується в кіноіндустрії для створення повнометражних і короткометражних мультфільмах, в

рекламній продукції (реклама по телебаченню), для ефектної презентації, наприклад, при будівництві житлового комплексу або майбутнього ремонту в квартирі. А також при використанні в пост-обробці, створення різних спецефектів у фільмах і їх монтаж, поєднання 3d і відеоряду, і анімації персонажів у відеоіграх (рис. 2.24).

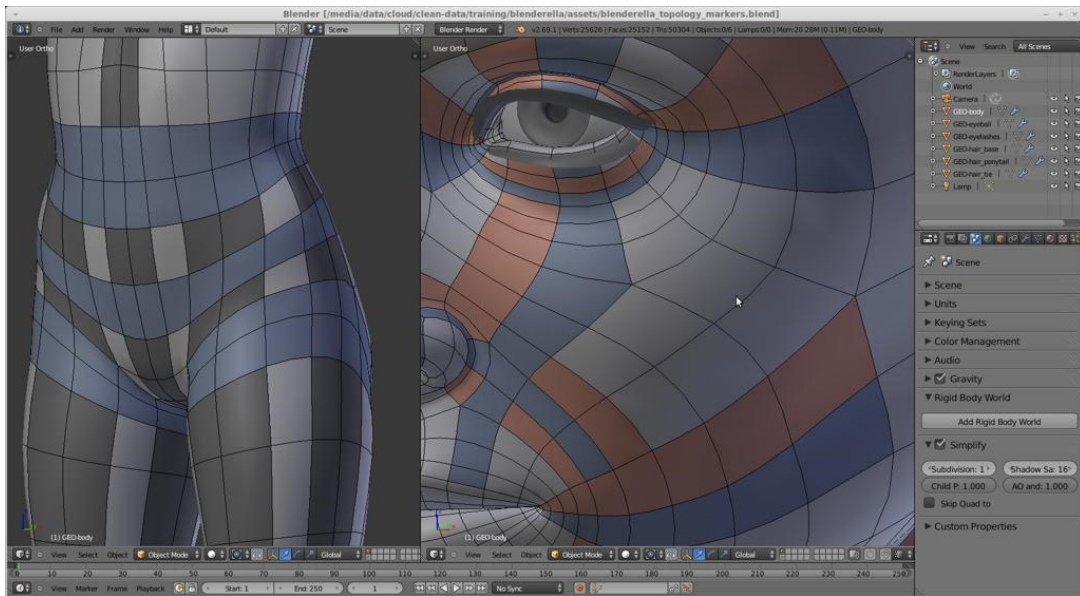


Рис. 2.24. Створення персонажа у програмі Blender

Величезний плюс *Blender* – те, що він дуже швидкий. Він запускається за кілька секунд. Тоді як запуск інших продуктів – це досить відчутне очікування.

Наприклад, відомо, що *Maya* без плагінів не існує. Вона завжди навантажена плагінами, відповідно, всі вони завантажуються при запуску. І знову ж таки, відомо, що вильоти в будь-якій 3D програмі – це нормальне явище. І ось ці постійні вильоти, довгі перезавантаження – є присутніми у інших програмах.

Друге його величезна перевага – те, що це продукт "все в одному". Ти можеш робити в ньому практично все, що тобі потрібно [7]. Поскульптіл, зробив ретоп, тут же додав деталізацію, *UV*, запік текстури, підмалював, налаштував шейдинг, отрендерить і тут же зробив композітінг. У минулому році на *Netflix* вийшов мультфільм "*NextGen*". Він зроблений повністю в *Blender*. Тільки анімація, та й то не вся, була зроблена в *Maya*, тому що вона для цього реально пристосована, тут нічого не поробиш. У *Blender* є

непоганий і досить швидкий внутрішній рендерер – *Cycles*. Він працює як на *GPU*, так і на *CPU* причому вони це впровадили задовго до того, як це стало мейнстрімом. Плюс, ріалтайм движок *EEVEE*, який дозволяє подивитися в реальному часі всі текстури, ефекти і взагалі все, що ти хочеш. Ще один плюс – більш сучасний *UI*. У *Blender* він дійсно дуже приємний, в той час як інтерфейс більшості *3D* пакетів виглядає досить-таки застарілим. Це зрозуміло: програми старі, давно сформувалися, глобальні зміни інтерфейсу – це стрес і порушення всього робочого процесу для користувачів.

Як і в будь-якій програмі, завжди є якісь недоліки. Один з них в тому, що не всі інструменти в *Blender* настільки потужні, як хотілося б. Часто буває так, що інструмент відпрацьовує не так, як ти хочеш тому, що ти не розумієш принцип його роботи. Якщо трохи понишпорити в настройках, то можна зрозуміти його функціонал і налаштувати під свої потреби.

Ще один спірний момент в тому, що *Blender* дуже часто оновлюється. Версія *LTS*, "*Long-TermService*", оновлюється раз в пару місяців і привносить великий функціонал і зміни. Це більш робочий варіант. Але є ще щоденні оновлення, в яких прилітає безліч нових, цікавих фіч, а так же заодно і багів [6]. Такий варіант роботи на свій страх і ризик. Але такий варіант дозволяє навчатися новому функціоналу швидше.

## **Висновки до розділу**

Таким чином, створення тривимірної графіки – це багатоетапний і складний процес, тому що включає в себе п'ять компонентів: моделювання, розгортка, текстурування, анімація і рендеринг. Перед початком створення *3D*-моделей необхідно розуміти, який обсяг даних може обробити, наявний комп'ютер, і який обсяг повинен. При виявленні складних для обробки моментів слід оптимізувати процеси. Технічний прогрес не стоїть на місці, тому щорічно розробникам доводиться підвищувати потужність ПК. Завдяки даним маніпуляціям поліпшується деталізація, анімація, реалістичність освітлення в графіку. У більшості випадків поставлена планка якості не

відповідає можливостям користувачів, і щоб підвищити рівень доводиться знижувати настройки і здобувати нові компоненти для персонального комп'ютера. На жаль, це вигідно тільки виробникам, але не самим розробникам. У зв'язку з цим виникає потреба в зниженні вимог без втрати якості візуальної складової і щоб вирішити це завдання можна скористатися різними методами оптимізації тривимірних моделей, текстурування і сцени в цілому. Щоб надати користувачеві можливість побачити високоякісну візуалізацію без збільшення витрат, необхідно підбирати найбільш ефективні методи оптимізації. Найголовніший метод оптимізації тривимірної графіки – зменшення кількості полігонів в полігональній сітці. Даний метод дозволяє знизити навантаження на відеокарту, пам'ять і інші компоненти ПК, тим самим прискорюючи завантаження об'єктів. При цьому 3D-модель не повинна втратити в деталізації, інакше навіть опрацьовані карти нормалей і красиві текстури не зможуть надати їй вигляду, який відповідає сучасним стандартам якості. Тому, оптимізація починається вже з перших етапів тривимірного моделювання. Виходячи з цього, слід враховувати, що для коректної роботи над подальшою оптимізацією об'єкта і накладенню текстур його полігональна сітка повинна володіти правильною топологією: – зменшення використання трикутних полігонів, які можуть видавати артефакти при згладжуванні об'єкта, а також інших багатогранників, крім чотирикутників з діагоналями, пересіченими всередині фігури; – зменшення використання булевих операцій, які спотворюють сітку; – відсутність подвійних полігонів, пересічний. Об'єднання точок, що позначають одну і ту ж вершину; – використання замкнутих контурів (*loop*), щоб отримані низько полігональні моделі при їх малій деталізації могли виглядати не гірше за своїх високо полігональних аналогів, існують спеціальні підходи до текстуруванню.



## РОЗДІЛ 3

### ЕТАПИ СТВОРЕННЯ 3D КОНТЕНТУ

#### 3.1. Збір та аналіз матеріалу.

Для створення 3D контенту для віртуального музею, спершу була здійснена сама експедиція до музею радіоелектроніки з ціллю створення рефересних фотографій експонату (рис. 3.1, 3. 2).



Рис. 3.1. Експозиція до музею



Рис. 3.2. Експозиція до музею

Для реалізації даного завдання було обрано апарат "Книга – Б". Він призначений для запису та відтворення мовленнєвих сигналів на борту космічних станцій. Це розробка 1983 року. Використовується для запису-відтворення переговорів космонавтів з наземними пунктами управління польотів і для прискорення в 8 разів передачі через системи радіозв'язку інформації, яка накопичена під час польоту (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Вибраний експонат

Для подальшого створення 3D моделі потрібні чіткі фотографії об'єкта з 4х сторін (рис. 3.4, 3.5).



Рис. 3.4. Фотографія експонату. Вид спереди.



Рис. 3.5. Фотографія експонату вид зверху.

### 3.2. Етапи створення 3D моделі апарату.

Для створення 3D моделі було обрано безкоштовну програму *Blender* версії 2.8. Оскільки ця версія підлягла масштабному оновленню програми, і надає змогу створювати текстури та рендерити швидше. Також *Blender* надає змогу налаштовувати свій інтерфейс та гарячі клавіші як у найрозповсюдженіших програмах для створення 3D графіки. Така можливість зменшує час звикання до нової програми.

Для початку треба завантажити референсні зображення експонату (рис. 3.6). Для того щоб при моделюванні орієнтуватися на розміри і форми як самого експонату в цілому, так і його деталей.



Рис. 3.6. Референс завантажений у програму.

Для даної моделі було обрано метод полігонального моделювання, оскільки об'єкти створені таким чином мають менший розмір ніж моделі створені методом скульптингу. Також вибір полігонального методу зобумовлений самим виробом, оскільки він сам складається зі сполук геометричних, незгладжених фігур.

Першим етапом створення моделі є вибір примітива, що стане основою. Програма надає нам наступний вибір примітивів: панель, куб, шар, циліндр, тор. Для нашого випадку краще всього підходить куб, оскільки сам виріб має прямокутну форму (рис. 3.7). Перейшовши у режим редагування, було змінено розмір та пропорції куба до прямокутної форми, відповідно до співвідношення форм об'єкта.

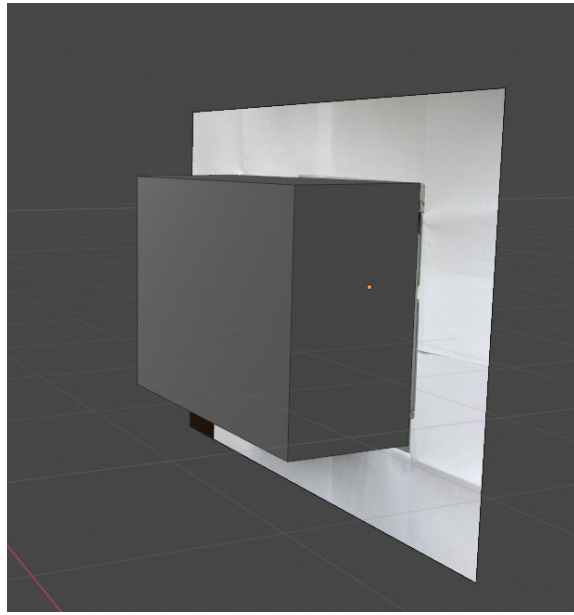


Рис. 3.7 Перший етап створення моделі.

Для подальшого редагування прямокутника було освоєно інструменти редагування, такі як порізка, згладжування, видалення фрагментів, екструджування, операції складання об'єктів. Для полегшення роботи об'єкт було розбито на частини. За кожний фрагмент відповідав конкретний прямокутник або циліндр (рис. 3.8, 3.9). Для того щоб краще бачити референсне зображення, було обрано напівпрозорий режим відображення моделі.



Рис. 3.8. Створення, деталізування першого фрагменту об'єкта.

Усі окремі об'єкти необхідно розміщати на своїх місцях, відповідно до референса. Бо на момент створення вони можуть бути зсунутими.



Рис. 3.9. Готова модель. Без текстур.

Наступним етапом стане розробка текстур. Для цього, спершу було обрано вид рендеру, у *Blender* їх існує 2 види *Eevee* та *Cycles*. *Cycles* надає змогу зробити зображення більш реалістичним, *Eevee* — новітня технологія що полегшує процес та час рендеру майже у 5 разів, і має полегшений метод створення текстур, проте робить самі текстури те такими живими як попередній алгоритм.

Для рендеру моделі було обрано алгоритм *BlenderEevee*.

Для того щоб створити текстури, треба перейти у відповідний режим програми. Де за допомогою комбінації алгоритмічних блоків було розроблено зовнішній вигляд текстури, що імітує справжній. Всього, було створення 8 різних текстур (рис. 3.10, 3.11).

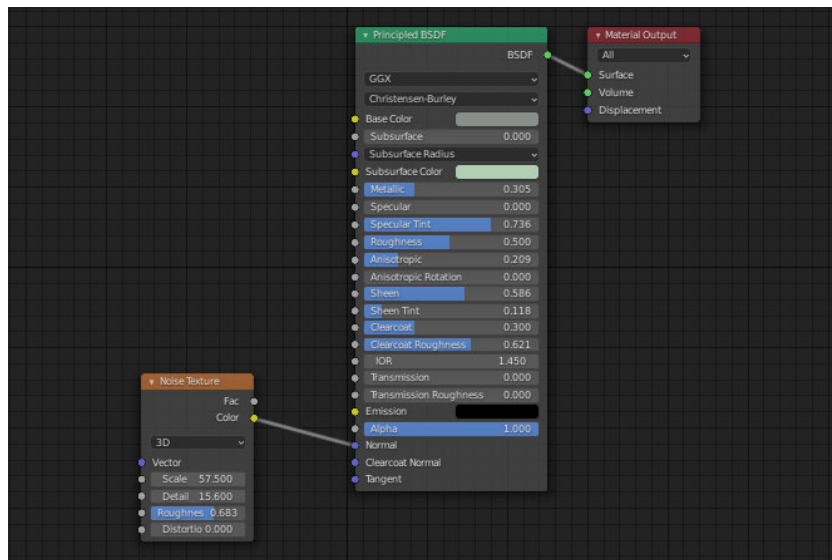


Рис. 3.10. Система алгоритмічних блоків для створення текстур.

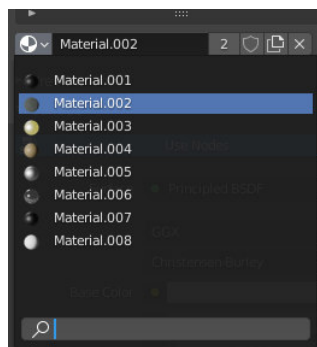


Рис. 3.11. Кількість текстур

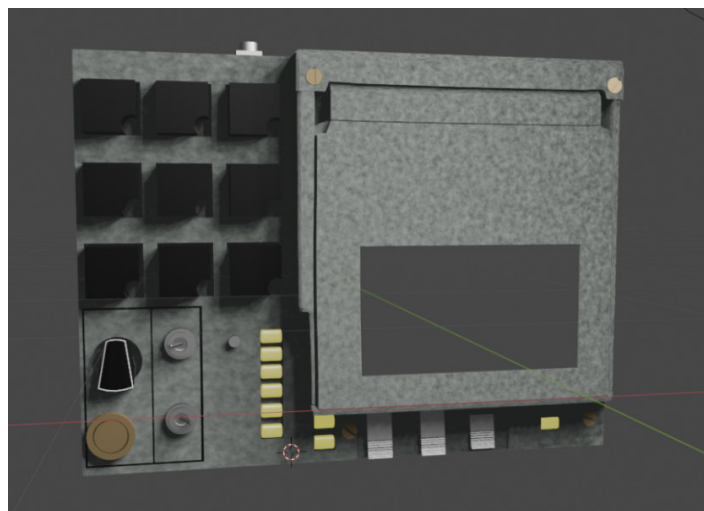


Рис. 3.12 Вигляд моделі з текстурами.



Для створення написів було використано метод, аналогічний до створення об'єкту в *Adobe Illustrator*, обведення літер лініями у 2D режимі, з подальшою заливкою контурів. З використанням операції *Boolean* при створенні літер: А, Я, В, Б, Ф, О (рис. 3.13, 3.14). Символи на чорних кнопках були створені за цією ж схемою.



Рис. 3.13. Створення літер на моделі.



Рис. 3.14. Вигляд моделі з написами.

Для того щоб вивести модель з програми, треба "запекти" текстури, та експортувати в форматах *.obj* *.fbx* оскільки такий формат є універсальним для зчитування будь яких інших 3Д програм.

Для того щоб була можливість демонструвати модель не використовуючи будь які 3Д програми, треба здійснити рендер. При підготовці до рендеру, спершу треба налаштувати у сцені світло. Для даного випадку було використано дві лампи типу *Spot*. Одна з яких відає 80 % світла, а друга 50%. Це зроблено для того щоб зменшити розмір та інтенсивність тіні на об'єкті (рис. 3.15). Останіми є створення та анімування руху камери. Для того щоб продемонструвати об'єкт з усіх сторін. Та запуск рендера у форматі *.avi*.

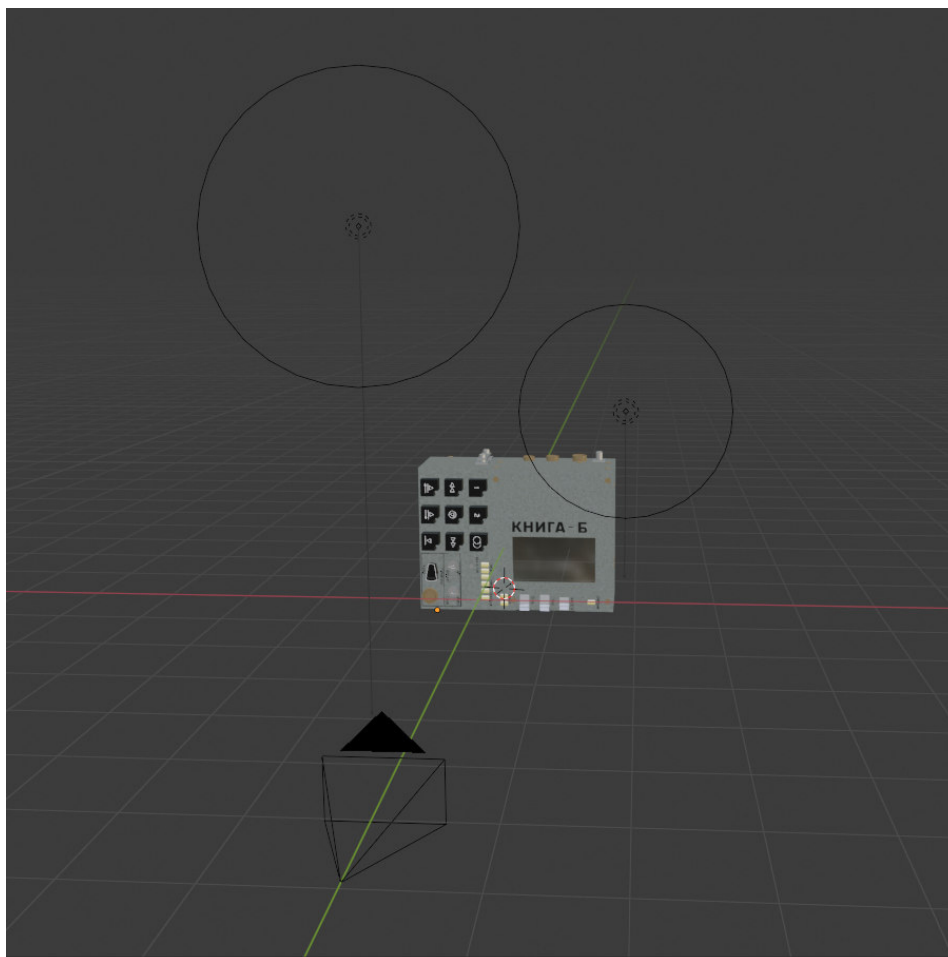


Рис. 3.15. Світло та камера в сцені

Результат роботи представлено нижче на рисунку 3.16 та 3.17:



Рис. 3.16. Результат виконаної роботи

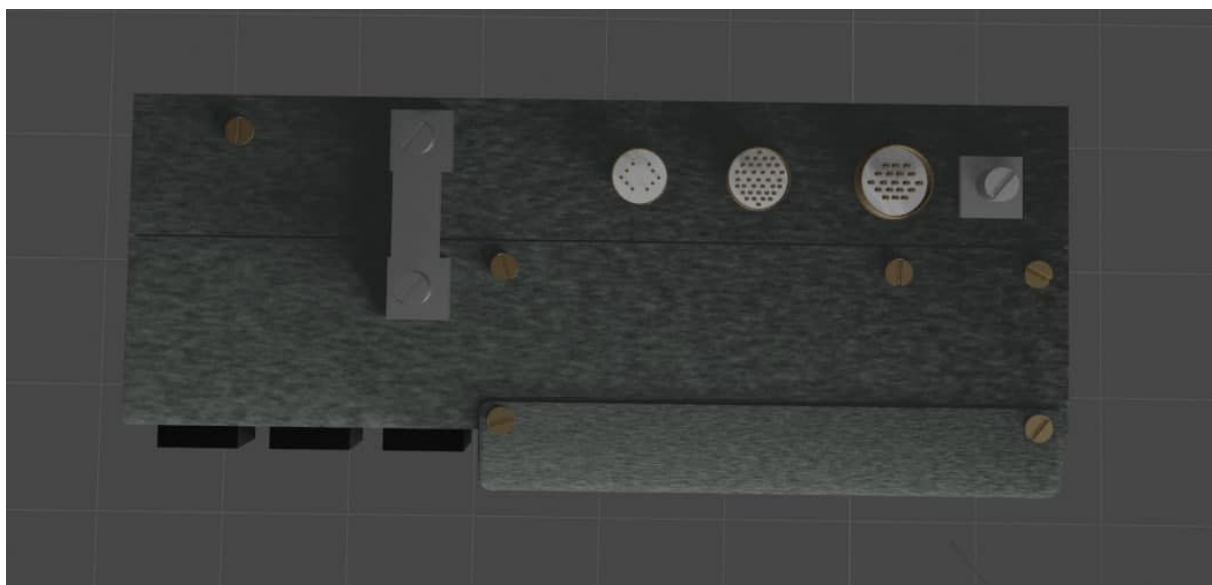


Рис. 3.17. Результат виконаної роботи

## **Висновки до розділу**

В даний час застосування інформаційних технологій стає повсюдним. Комп'ютерні програми дозволяють представити широкий спектр варіантів і вибрати найкращий для майбутнього об'єкта, приміщення, середовища. Їх використання в сучасному музейну справу доповнює реальність, забезпечує максимальну комунікацію експоната і відвідувача, оновлення експозиції.

Для реалізації даного завдання було обрано апарат "Книга – Б". Він призначений для запису та відтворення мовленнєвих сигналів на борту космічних станцій. Це розробка 1983 року. Використовується для запису-відтворення переговорів космонавтів з наземними пунктами управління польотів і для прискорення в 8 разів передачі через системи радіозв'язку інформації, яка накопичена під час польоту.

Для даної моделі було обрано метод полігонального моделювання, оскільки об'єкти створені таким чином мають менший розмір ніж моделі створені методом скульптингу. Також вибір полігонального методу зобумовлений самим виробом, оскільки він сам складається зі сполук геометричних, незгладжених фігур.

Дана розроблена методика може використовуватися та застосовуватися у різних віртуальних музеях, які прагнуть до розвитку та хочуть себе реалізувати.

## ВИСНОВКИ

Створення тривимірної графіки – це багатоетапний і складний процес, тому що включає в себе п'ять компонентів: моделювання, розгортка, текстурювання, анімація і рендеринг. Перед початком створення 3D-моделей необхідно розуміти, який обсяг даних може обробити, наявний комп'ютер, і який обсяг повинен. При виявленні складних для обробки моментів слід оптимізувати процеси. Технічний прогрес не стоїть на місці, тому щорічно розробникам доводиться підвищувати потужність ПК. Завдяки даним маніпуляціям поліпшується деталізація, анімація, реалістичність освітлення в графіку. У більшості випадків поставлена планка якості не відповідає можливостям користувачів, і щоб підвищити рівень доводиться знижувати настройки і здобувати нові компоненти для персонального комп'ютера. На жаль, це вигідно тільки виробникам, але не самим розробникам. У зв'язку з цим виникає потреба в зниженні вимог без втрати якості візуальної складової і щоб вирішити це завдання можна скористатися різними методами оптимізації тривимірних моделей, текстурювання і сцени в цілому. Щоб надати користувачеві можливість побачити високоякісну візуалізацію без збільшення витрат, необхідно підбирати найбільш ефективні методи оптимізації. Найголовніший метод оптимізації тривимірної графіки – зменшення кількості полігонів в полігональній сітці.

Даний метод дозволяє знизити навантаження на відеокарту, пам'ять і інші компоненти ПК, тим самим прискорюючи завантаження об'єктів. При цьому 3D-модель не повинна втратити в деталізації, інакше навіть опрацьовані карти нормалей і красиві текстури не зможуть надати їй вигляду, який відповідає сучасним стандартам якості. Тому, оптимізація починається вже з перших етапів тривимірного моделювання. Виходячи з цього, слід враховувати, що для коректної роботи над подальшою оптимізацією об'єкта і накладенню текстур його полігональна сітка повинна володіти правильною топологією: – зменшення використання трикутних полігонів, які можуть видавати артефакти при згладжуванні об'єкта, а також інших багатогранників, крім

чотирикутників з діагоналями, пересічними всередині фігури; – зменшення використання булевих операцій, які спотворюють сітку; – відсутність подвійних полігонів, пересічний. Об'єднання точок, що позначають одну і ту ж вершину; – використання замкнутих контурів (*loop*), щоб отримані низько полігональні моделі при їх малій деталізації могли виглядати не гірше за своїх високо полігональних аналогів, існують спеціальні підходи до текстурванню.

У даній роботі було розроблено нову методику створення зображувального 3D контенту для віртуального музею, спершу була здійснена сама експедиція до музею радіоелектроніки з ціллю створення рефересних фотографій експонату. Далі було обрано та проаналізовано програмне забезпечення, яке ідеально підходить для реалізації даного завдання.

У результаті було представлено 3D модель, яка буде опублікована на сайті віртуального музею електромеханічних приладів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андреев А. А. Комп'ютерні та телекомунікаційні технології в сфері освіти / А. А. Андреев // Шкільні технології. – 2011. – № 3. – С. 56 - 58.
2. Дворко Н. І. Мультимедіа: творчість, техніка, технологія / Н. І. Дворко. – Санкт-Петербург: СПбГУП, 2013. – 251 с.
3. Живодерова В. В. Дипломне проектування / В. В. Живодерова – Дмитров: ДПК, 2015. – 67 с.
4. Іванова Г. С. Технологія програмування / Г. С. Іванова. – Москва: МГТУ ім. Н. Е. Баумана, 2014. – 320 с.
5. Кононихін Н. А. Віртуальний музей сучасного мистецтва – нова реальність / Н. А. Кононихін // Русский журнал. – 2011. – № 5. – С. 43 - 48.
6. Нургалеева Л. В. Віртуальний музей: нова комунікаційна модель / Л. В. Нургалієва. – Москва: Наука, 2013. – 220 с.
7. Туманова Е. В. Віртуальний музей як засіб поширення культурної та освітньої інформації в рамках виховного простору / Е. В. Туманова. – Москва: Просвещение, 2012. – 213 с.
8. Кононихін Н. Музеї в Інтернет і віртуальні музеї. – <http://www.russ.ru/>.
9. Поваляев Е. Віртуальні музеї в Інтернет // КомпьютерПресс. – 2000. - № 9. – <http://www.compress.ru>.
10. Касьянов В. Н., Несговорова Г. П., Волянська Т. А. Віртуальний музей історії інформатики в Сибіру // Сучасні проблеми конструювання програм. – Новосибірськ, 2002. – С. 169 - 181.
11. Могилевська Т. Мистецтво в Інтернеті // Погляд зі Сходу. – М: MediArtLab, 2000. – С. 214 - 217.







## ДОДАТОК В

