

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК
СЕКЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЕКТУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Візуалізація 3D моделі Вознесенської церкви
міста Тростянець»

за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»,
освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

Виконавець роботи: студент групи ІТ-72 Любицький Є. І.

Кваліфікаційну роботу
захищено на засіданні ЕК
з оцінкою _____

«___» червня 2021 р.

Науковий керівник _____

(підпис)

к.т.н., доц., Федотова Н.А.

Голова комісії _____

(підпис)

Шифрін Д.М.

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Суми-2021

Сумський державний університет
 Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання
 Кафедра комп'ютерних наук
 Секція інформаційних технологій проектування
 Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
 Освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. секцією ІТП

_____ В. В. Шендрик
 «___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра студентіві

Любицький Єгор Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту Візуалізація 3D моделі Вознесенської церкви міста Тростянець

керівник роботи Федотова Наталія Анатоліївна, к.т.н., доцент _____,

затверджена наказом по університету від «14» квітня 2021р. № 0181-VI

2 Термін здачі студентом закінченого проекту « 01 » _____ червня _____ 2021 р.

3 Вхідні дані до проекту _____ фото та відео пам'ятки

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) Вступ, аналіз предметної області, моделювання та проектування 3D моделі, практична реалізація проекту, висновки _____

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

6. Консультанти випускної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

Дата видачі завдання _____.

Керівник _____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів випускної проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Оформлення планування робіт	До 08.03.2021	
2	Оформлення технічного завдання	До 03.04.2021	
3	Проведення аналізу предметної області	До 08.04.2021	
4	Проведення структурно-функціонального моделювання процесів	До 05.05.2021	
5	Проектування моделей сцени	До 12.05.2021	
6	Проведення текстурування	До 25.05.2021	
7	Здача пояснювальної записки	До 01.06.2021	

Студент _____

Любицький Є.І.

Керівник роботи _____

к.т.н., доц. Федотова Н.А.

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра «Візуалізація 3D моделі Вознесенської церкви міста Тростянець».

Головна мета роботи – створення візуальної моделі Вознесенської церкви міста Тростянець, згідно з оригіналом в Autodesk 3ds Max, розробка якісних текстур та створення фінального результату.

В першому розділі проведено детальний аналіз обраної предметної області. У даному розділі виконано: огляд актуальних досліджень та публікацій, аналіз аналогів, постановку задачі. Було сформовано мету та задачі дослідження. Даний етап також включає в себе вибір засобів реалізації.

В третьому розділі описано проектування 3d моделі. Було виконано проектування IDEF0 та її декомпозиція, діаграма варіантів використання.

Результатом проведеної роботи є розроблена якісна 3d модель Вознесенської церкви міста Тростянець, згідно оригіналу.

Кваліфікаційна робота містить 82 сторінок, 7 таблиць, 63 рисунка, список літератури 22 найменувань, 2 додатки.

Ключові слова: МОДЕЛЮВАННЯ, ВІЗУАЛІЗАЦІЯ, 3D МОДЕЛЬ, ПОЛІГОНАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, МАТЕРІАЛ, ТЕКСТУРА, ВІЗУАЛІЗАЦІЯ, AUTODESK 3DS MAX, SUBSTANCE PAINTER.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	8
1.1 Дослідження актуальності проблеми	8
1.2 Аналіз сайтів комерційних 3d моделей.....	9
1.3 Мета та задачі	14
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ 3D МОДЕЛІ.....	15
2.1 Вибір засобів реалізації	15
2.2 Проектування 3d моделей	22
3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ.....	25
3.1 Розробка моделі.....	25
3.2 Налаштування матеріалів	47
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ	61
ДОДАТОК Б. ПЛАНУВАННЯ РОБІТ.....	67

ВСТУП

Сьогодні будь-яка важлива сфера виробництва не обходиться без застосування 3D графіки. Розробка будь-якого об'єкта стає доступнішою при його тривимірному поданні. На кожному етапі створення продукту, орієнтуються на багатогранний макет, який являє собою і багатовекторне креслення, і візуальне втілення. Можливості економії ресурсів і збільшення ефективності залучають до 3D-моделювання все більшу кількість людей, які починають використовувати його в повсякденній діяльності.

Можливість моделювати об'єкти зі складною внутрішньою структурою відкриває великі можливості для їх вдосконалення.

3D моделювання має ряд переваг і в архітектурі:

1. Швидкість створення макету – процес ручного макетування може зайняти декілька місяців, в залежності від складності проекту, в той час як 3D моделювання в коротші терміни дає змогу отримати точну візуалізацію заданих об'єктів.

2. Економія коштів – створення 3D моделі не такий затратний процес в порівнянні з ручним макетуванням.

3. Високий рівень деталізації – сучасні технології дозволяють створити фото реалістичне представлення архітектурних об'єктів.

4. Великий вибір програмного забезпечення.

Гарна візуалізація з демонстрацією віртуальної моделі – це гарантія успіху в привабленні інвестицій до проектів, які наразі будуються та вже існують, оскільки найбільшою перевагою 3D моделі є наочність.

Головна мета проекту – створення візуальної моделі Вознесенської церкви міста Тростянець, згідно з оригіналом в Autodesk 3ds Max, розробка якісних текстур та створення фінального рендеру. Даний проект допоможе відкрити більше можливостей у сфері туризму в майбутньому. Дана модель може бути використана для візуалізації місцевості та ландшафту у всесвітньо відомих картах Google Maps.

Перш за все, це підвищить попит та зацікавленість туристів до пам'ятки та інших історичних місць.

Головні задачі, що повинні бути реалізовані:

- ознайомлення з предметною областю проекту;
- ідентифікація ідей;
- аналіз програмних додатків для реалізації проекту та підготовка матеріалу;
- розробка календарного плану;
- моделювання об'єктів;
- збір фінальної сцени;
- робота з матеріалами/тестурами та візуалізація;
- розповсюдження матеріалів проекту.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Дослідження актуальності проблеми

3D-моделі будівель широко використовуються інженерами та архітекторами, науковцями, зокрема археологами та істориками. У контексті міської культурної спадщини тривимірні моделі корисні для документування, візуалізації та реконструкції [1]. Вони можуть бути виготовлені для відображення останків або для ілюстрації гіпотетичної реконструкції.

Залежно від способу отримання відповідних даних, 3d модель може бути дуже детальною або 3d моделі є засобом документування історичних пам'яток. Вони можуть бути використані як інструменти для наукових досліджень, для збереження пам'яті сайту або для надання доступу – у цифровому або друкованому вигляді – до фізичної структури, яку неможливо побачити інакше.

3d моделі також дають вихідну точку для обговорення реконструкції будівель або кварталів, і їх можна використовувати в контексті туризму або музеїв[17-19]. Як віртуальні моделі ними можна ділитися по всьому світу через Інтернет і легко зберігати їх у цифровому форматі або надрукувати на 3d принтері просто забезпечити швидкий огляд архітектурної ситуації.

На сьогоднішній день 3d моделювання використовується в різних сферах. Розглянемо приклади використання у табл.1.1.

Таблиця 1.1 – Перелік головних сфер використання моделювання

№	Назва	Опис
1	3D-друк	За останні роки тривимірний друк спостерігається експоненціальне зростання. Багато компаній пропонують персоналізовані 3D-моделі об'єктів, розроблені за допомогою програмного забезпечення САПР.

Продовження таблиці 1.1

№	Назва	Опис
2	Візуалізація	Після візуалізації зазвичай отримують одну або кілька 3d зображень об'єкта. Дизайнери працюють не тільки з геометрією, але і з фактурами, матеріалами та освітленням.
3	Ігри та програми	Більшість відеоігор не існувало б без 3d. Те саме, якщо це стосується додатків – наприклад, програми для дизайну інтер'єру покладаються на високоякісний 3d.
4	Дизайн інтер'єру	3d інтер'єр – це можливість переглянути дизайнерські проекти для будь-яких житлових та офісних приміщень, а також перевірити, як меблі та інші деталі будуть виглядати як частини сцени.

1.2 Аналіз сайтів комерційних 3d моделей

3d моделі можуть підтримувати різні групи людей, які займаються або цікавляться темою міської культурної спадщини. До них, як правило, належать державні установи, такі як відповідні муніципалітети; експерти з процесів будівництва та реконструкції, а саме проєктувальників, архітекторів та інженерів; вчені; мешканців та інших людей, які цікавляться архітектурою та міською спадщиною. Враховуючи, що моделі дуже універсальні, їх користувачі можуть варіюватися від професіоналів до споживачів.

Для досягнення поставленої мети було проведення дослідження та аналіз декількох робіт.

1.2.1. Ринок в Алеппо

Проєкт ринку в Алеппо – це співпраця між вищим навчальним закладом OTH Regensburg та Німецьким археологічним інститутом та фінансується Фондом Герди

Хенкель. Перший етап проекту полягає в тому, щоб зафіксувати форму базару, яка існувала до початку руйнування, розпочатого в 2012 році, шляхом створення тривимірної моделі на основі оцінки планів, зображень, аерофотознімків та документів. Модель також буде слугувати інструментом для обговорення питань майбутньої реабілітації базару. Він повинен використовуватися неоднорідною групою суб'єктів, що беруть участь у прийнятті рішень та плануванні, таких як відповідальні урядові відомства, офіс Старого міста Алеппо, інженери, будівельні компанії, купці та крамарі, а також вчені, зацікавлені в історія базару.

Як інструмент, який ілюструє історичні пам'ятки на базарі, модель буде висвітлювати складність його конструкцій. Це також дасть місцевим жителям, які були змушені покинути місто під час конфлікту, а також іншим людям у всьому світі, які цікавляться пам'ятниками, відновлений доступ до цього важливого прикладу культурної спадщини.



Рисунок 1.1 – Спроектвана модель ринку в Алеппо

Фізична модель розробляється за допомогою ArchiCAD, SketchUP та 3ds Max. Експерти вирішують будь-які аномалії вручну. Віртуальна реальність спростить візуалізацію 3D-моделі на різних пристроях виведення. Модель може містити різні рівні деталізації, залежно від передбачуваної відстані від глядачів та кількості достовірних знань, що існують щодо окремих будівель. Метадані, створені проектом, включатимуть як суто описову, так і архітектурну довідкову інформацію. За необхідності він може пролити світло на історичні фази забудови, довоєнний та після-конфліктний стан будівель, а також стан післявоєнної діяльності, підтримати процес документування та надати інформацію, необхідну для реконструкції.

1.2.2. Замок Вертофор поблизу Дордонь

Реконструйований у 17 столітті, замок Вертофор знаходиться на керівному місці над своїми садами на схилі пагорба в невеликій комуні Вертофор поблизу Дордонь[2]. Сади були спроектовані графом Шоло, і Комітет парків і садів Міністерства культури Франції вважає їх одними з найвизначніших садів Франції.

Головним недоліком даного проекту є спосіб реалізації. Для виконання моделі було обрано спосіб із використанням звичайних фото [4].

Проект представлено на рис.1.2.



Рисунок 1.2 – Перегляд реалізації замку Вертофору поблизу Дордонь

1.2.3. Парафіяльний собор св. Марії від Неустанної допомоги

Автори представляють методи побудови та друку тривимірних моделей для графічна реконструкція історичних архітектурних об'єктів. Послідовність процедур методів така прикладом цього є побудова макету парафіяльного собору св. Марії Вічної

Після аналізу та оцінки найпопулярнішого спеціалізованого програмного забезпечення означає, що середовище 3DS Max вибрано для побудови тривимірної моделі. Запропоноване програмне забезпечення інструменти забезпечують підвищену точність, швидкість і деталізацію фіксації складних систем і розширені бази даних, що забезпечують ефективні інструменти для обробки масових даних та мають відношення до нових ІТ досягнення. Послідовність та зміст операцій для аналітичних та модельних циклів є обґрунтовано. Макет собору побудований на основі архівних фотографій та чернеток.

Автори описують методи та алгоритм процедур, принципи архітектурного та просторого моделювання для відтворення архітектурного об'єкта. Тривимірна модель будується шляхом застосування стереорама мініатюри зруйнованого собору. Реконструкція просторої конфігурації об'єктів базується на оцінці зображень. Визначено етапи реалізації проекту.

Описані методи впровадження моделювання за допомогою інструментів 3DS Max та підготовка моделі для 3D-друку в Cura.

1.2.4. Висновок в порівнянні

Проаналізувавши всі проекти та роботи у даній сфері, було проведено порівняльний аналіз та представлений у табл.1.2.

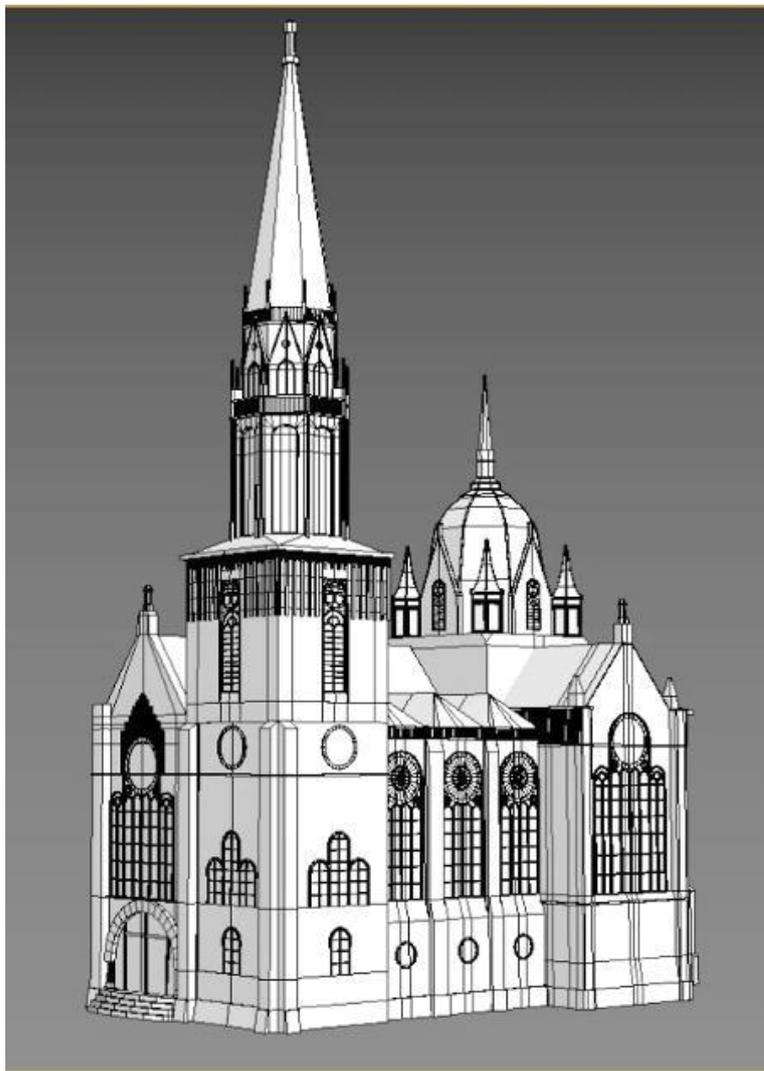


Рисунок 1.3 – 3D-модель парафіяльного собору св. Марії від Неустанної допомоги

Таблиця 1.2 – Аналіз проектів по моделювання будівель

Критерії	Ринок в Алеппо	Парафіяльний собор св. Марії	Замок Вертофор
Спосіб представлення	–	–	–
Вибір засобів реалізації	+	+	–
Зручність перегляду	–	–	+
Деталізація роботи	+	+	+
Якість текстур на об'єкті	–	–	+
Реалістичність зображення	+	+	+

При розробці дипломної роботи враховано всі недоліки та переваги представлених прикладів.

1.3 Мета та задачі

Розроблений проект повинен представляти 3d моделі історичної пам'ятки «Вознесенська церква» м.Тростянець.

Головна мета роботи – створення візуальної моделі Вознесенської церкви міста Тростянець, згідно з оригіналом в Autodesk 3ds Max, розробка якісних текстур та створення фінального результату.

Дана робота допоможе відкрити більше можливостей у сфері туризму в майбутньому. Перш за все, це підвищити попит та цікавість туристів до пам'ятки та інших історичних місць. Адже у даних реаліях є неможливим подорожувати та відвідувати цікаві нові місця. Даний додаток допоможе майбутнім туристам ознайомитися з місцевістю туристичного об'єкта.

За рахунок отриманої реклами буде можливим проведення більшої кількості заходів, що стимулюють попит, таких як виставки, ярмарки, інвестиційні форуми чи інші заходи.

Головні задачі, що повинні бути реалізовані:

- ознайомлення з предметною областю проекту;
- ідентифікація ідей;
- аналіз програмних додатків для реалізації проекту та підготовка матеріалу;
- розробка календарного плану;
- моделювання об'єктів;
- збір фінальної сцени;
- робота з матеріалами/тестурами та візуалізація;
- розповсюдження матеріалів проекту.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ 3D МОДЕЛІ

2.1 Вибір засобів реалізації

2.1.1. Підходи до моделювання

3D-моделі будівель та кварталів можуть бути побудовані з карт, супутникових зображень, вимірювань будівель, 3D-лазерних зображень та зображень. Зображення можна робити на різноманітних пристроях – від недорогих смартфонів до безпілотників, оснащених камерами [5,6].

Розглянемо підходи до моделювання (табл.2.1).

Таблиця 2.1 – Перелік підходів до моделювання

№	Назва	Опис
1	3D-фотограмметрія	Програмне забезпечення для тривимірної фотограмметрії з відкритим кодом доступне для Windows, Mac OS X, iOS та Android. Професійне програмне забезпечення з відкритим кодом, таке як VisualSFM у поєднанні з MeshLab, дозволяє швидко створювати 3D-моделі без будь-яких витрат. Ще одним безкоштовним варіантом є MicMac, який об'єднує всі відповідні процеси, від вирівнювання фотографій до створення 3D-моделі.
2	Моделювання інформаційного побудови (BIM)	Інформаційне моделювання будівель – це інтелектуальний процес, заснований на 3D-моделях, який надає фахівцям у галузі архітектури, інжинірингу та будівництва розуміння та інструменти для більш ефективного планування, проектування, побудови та управління будівлями та інфраструктурою. Незважаючи на досить трудомісткий та витратний підхід, BIM може виявитись дуже корисним у випадках, коли задіяні великі команди.

Продовження таблиці 2.1

№	Назва	Опис
3	Високоякісні фото-скани та 3D-ліплення	<p>Гарвардський інститут цифрової археології розробив нову програму фотограмметрії для документування сотень місць ризику на всьому Близькому Сході.</p> <p>Якісні сканування важливих сайтів фіксуються за допомогою легких, стриманих та простих у використанні 3D-камер [7]. Зображення з цих пристроїв завантажуються через веб-портал для включення до бази даних мільйонних зображень з відкритим кодом.</p>
4	3D візуалізована реконструкція	<p>3D-візуалізована або віртуальна реконструкція культурної спадщини є корисним інструментом у багатьох контекстах – для точного документування матеріальної культурної спадщини, для оцінки того, як змінилися культурні цінності, або як засіб запису форми будівлі чи пам'ятника до його реставрації та / або реконструкція. Археологічні розкопки є фізичними свідками минулого та відкритим вікном для дослідницьких робіт та наукових відкриттів.</p> <p>За допомогою сучасних інструментів ця суттєва реконструкція може бути підтверджена сумішшю археологічних даних, документів, етнографічних паралелей та структурних міркувань [6].</p>

2.1.2. Програмне забезпечення для моделювання

Розглянемо приклади додатків. Вони пропонують різні функції, що можна використовувати для вивчення основних тем [5].

Розглянемо можливі варіанти у табл.2.2.

Таблиця.2.2 – Перелік програмних забезпечень для моделювання

№	Назва	Опис
1	Revit	<p>Архітектурне програмне забезпечення Revit – це продукт Autodesk, який зосереджений на тому, щоб дозволити користувачам здійснювати ефективне моделювання інформаційної побудови (BIM). BIM – це інтелектуальний процес на основі 3D-моделі, який дозволяє архітекторам ефективніше планувати, проектувати та будувати інфраструктуру [10].</p> <p>Нещодавній доповіді знайшли 70% американських архітекторів каже, що BIM допомагає зменшити кількість помилок в їх роботі, а 56% сказали, що підвищує ступінь задоволеності клієнтів, так що це безцінний інструмент.</p>
2	AutoCAD	<p>AutoCAD є основним продуктом в архітектурній галузі з часу його створення в 1982 році. Оскільки це таке популярне програмне забезпечення, досвід його використання може бути корисним при пошуку архітектурної кар'єри.</p> <p>AutoCAD в основному використовується як інструмент 2D-креслення для представлення будівель на базовому рівні, а потім ці креслення передаються в інше програмне забезпечення для більш досконалих процесів 3D-моделювання [9].</p> <p>AutoCAD використовується як професіоналами, так і студентами і є корисним інструментом для недосвідчених дизайнерів. Він пропонує різні навчальні функції, тому можна використовувати його для вивчення основ тематик, як дизайнерські шари та вага ліній.</p>

Продовження таблиці 2.2

№	Назва	Опис
3	ArchiCAD	<p>ArchiCAD , розроблений Graphisoft, був випущений ще в 1987 році і став першим програмним забезпеченням САПР, яке змогло створювати 2D та 3D моделі на ПК. Це також був перший продукт BIM для персональних комп'ютерів [11]. Ця комбінація 2D, 3D та BIM моделювання робить його популярним продуктом серед архітекторів, містобудівників та дизайнерів.</p> <p>У той час як користувачі AutoCAD можуть малювати лише двовимірними лініями, ArchiCAD також пропонує 3D-моделювання, тому це універсальне програмне забезпечення. Він відомий тим, що може зберігати велику кількість інформації у ваших 3D-моделях, тому він підходить для проектування будівель, інтер'єрів та міських територій.</p>
4	3D Studio Max	<p>Продукт Autodesk, 3DS Max, є одним з найкращих програмних пакетів архітектури для 3D-проективання [12]. Це було перше програмне забезпечення, що пропонувало апаратно прискорений рендерінг тривимірних зображень.</p> <p>Однією з його головних переваг є те, що можна створювати повні архітектурні візуалізації свого проекту, використовуючи фото реалістичні візуалізації та анімацію.</p> <p>Це також хороший інструмент для імпорту 2D-малюнків та переведення їх у об'єкти, які можна текстурувати та відтворювати у 3D, що корисно для початківців, оскільки можна створювати реалістичні 3D-моделі з мінімальними знаннями САПР.</p>

Продовження таблиці 2.2

№	Назва	Опис
5	CATIA	<p>CATIA була розроблена компанією Dassault Systemes понад 30 років тому і спочатку була задумана для виробництва точної моделі військового обладнання.</p> <p>Пристрій розроблений для легкого вирішення складних архітектурних проблем та виготовлення дуже точних моделей. Він використовується в різних секторах, починаючи від архітектури та автомобілебудування, закінчуючи аерокосмічною промисловістю та високими технологіями [8].</p>

У результаті аналізу було обрано 3D Studio Max. Програмне забезпечення має надійний набір інструментів для анімації, що дозволяє детально визначати текстуру, поверхню та форму та переміщувати об'єкти в різних геометричних відмітках. Гнучкість, яку отримує користувач для створення об'єктів та руху, дозволяє вам імітувати реальні сцени, такі як рідина, рухомий газ та статичні тверді речовини.

2.1.3. Програмне забезпечення для текстуровання

Текстура – це піксельне зображення, покладене на готову полігональну модель, зроблене в графічній програмі з, може надати їй колір, параметр відбиття, параметр заломлення, вказати показник заломлення (якщо вам потрібно), а також рельєф або підроблене полегшення. Таким чином, текстуровання або відображення є одним з основних етапів створення тривимірної моделі. Модельований об'єкт повинен отримати деякі специфічні властивості, щоб зробити модель більш реалістичною. Якість текстуровання поверхні визначається кількістю пікселів на одній мінімальній одиниці текстури. Визначальними факторами готової 3D-графіки є формат текстурованого зображення та роздільна здатність.

Існує кілька цілей, для досягнення яких можна використовувати тривимірну текстуру [13]. Давайте перелічимо деякі з них у табл.2.3.

Таблиця.2.3 – Перелік цілей для досягнення гарного текстуровання

№	Назва	Опис
1	Матеріал	Перша і найголовніша мета використання текстури – показати матеріал, з якого зроблений справжній предмет. Наприклад, показати цеглу, з якої зроблена стіна, в комп'ютерній грі. Іноді тривимірною текстурою використовується, щоб показати певні фізичні властивості світла модельованого об'єкта, наприклад, гладкість або шорсткість.
	Світлові ефекти	Використання текстури дозволяє робити різні світлові ефекти, такі як відбиття, заломлення, анізотропія та багато інших. Можна вказати параметри нелінійно, не фізично правильно.
	Дрібні деталі	3D-текстуровання дозволяє створювати різні фальшиві маленькі предмети на поверхні моделі, такі як зморшки, шрами, тріщини, нерівності тощо.

Не менш важливим аспектом є вибір інструменту текстуровання. Розглянемо можливі варіанти у табл.2.4.

Таблиця.2.4 – Перелік програмних забезпечень для моделювання

№	Назва	Опис
1	Мари	Мари – це інструмент 3D-малювання, використаний у фільмі «Аватар», який був реалізований у 2009 році. Мари дорога. Добре, що можна запусити програмне забезпечення для текстуровання 3D деякий час. Потім термін дії Мари закінчується, не залишаючи вам іншого вибору, крім як оплатити подальше використання. З 2010 року він може обробляти до 32 тис. текстур .

Продовження таблиці 2.4

№	Назва	Опис
3	Substance Painter	Substance Painter є порівняно новим порівняно з іншим програмним забезпеченням у цьому списку. Вам потрібно побачити, як працює Substance Painter. Текстурування та фарбування вражають. Текстурування настільки реалістичне, що можна застосувати знос, подряпини та подряпини на своїх 3D-роботах [14]. Substance Painter пишається гнучкістю свого додатка.
4	BodyPaint 3d	Він має велику колекцію інструментів. Ви отримаєте гідні, якісні текстури. Програмне забезпечення може виконувати 3D-малювання і воно здатне до УФ-відображення. Додаток може зробити все необхідне, що вимагає програмне забезпечення для 3D-моделювання та текстурування [14]. Махон Computer розробив BodyPaint 3D. Програмне забезпечення також доступне у Windows та macOS .
5	Modo	Modo можна використовувати для 3D-моделювання об'єктів . Для ліплення та ефектів. Програмне забезпечення настільки потужне, що включає в себе навіть 3D-малювання, анімацію та рендеринг [15]. Ви можете створювати високоякісні форми з поглибленою деталізацією. Враховуючи той факт, що 3D-моделювання та текстурування є нудними завданнями. Modo має набір інструментів, що полегшує всю процедуру.

У результаті аналізу було обрано Substance Painter. Як спеціальне програмне забезпечення для фарбування текстур, Substance Painter має великий перелік функцій, покликаних зробити процес текстурування максимально ефективним.

2.2 Проектування 3d моделей

2.2.1 Нотація IDEF0

Розглянемо моделювання процесу роботи нотації IDEF0. Дана діаграма відображає всі дані та вхідну інформацію, яка використовується в розробці моделей [20-22]. Діаграма нульового рівня відображена на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Модель IDEF0

Представлений варіант діаграми IDEF0, із детальним розкриттям поетапності, для даного проекту представлений на рис. 2.2.

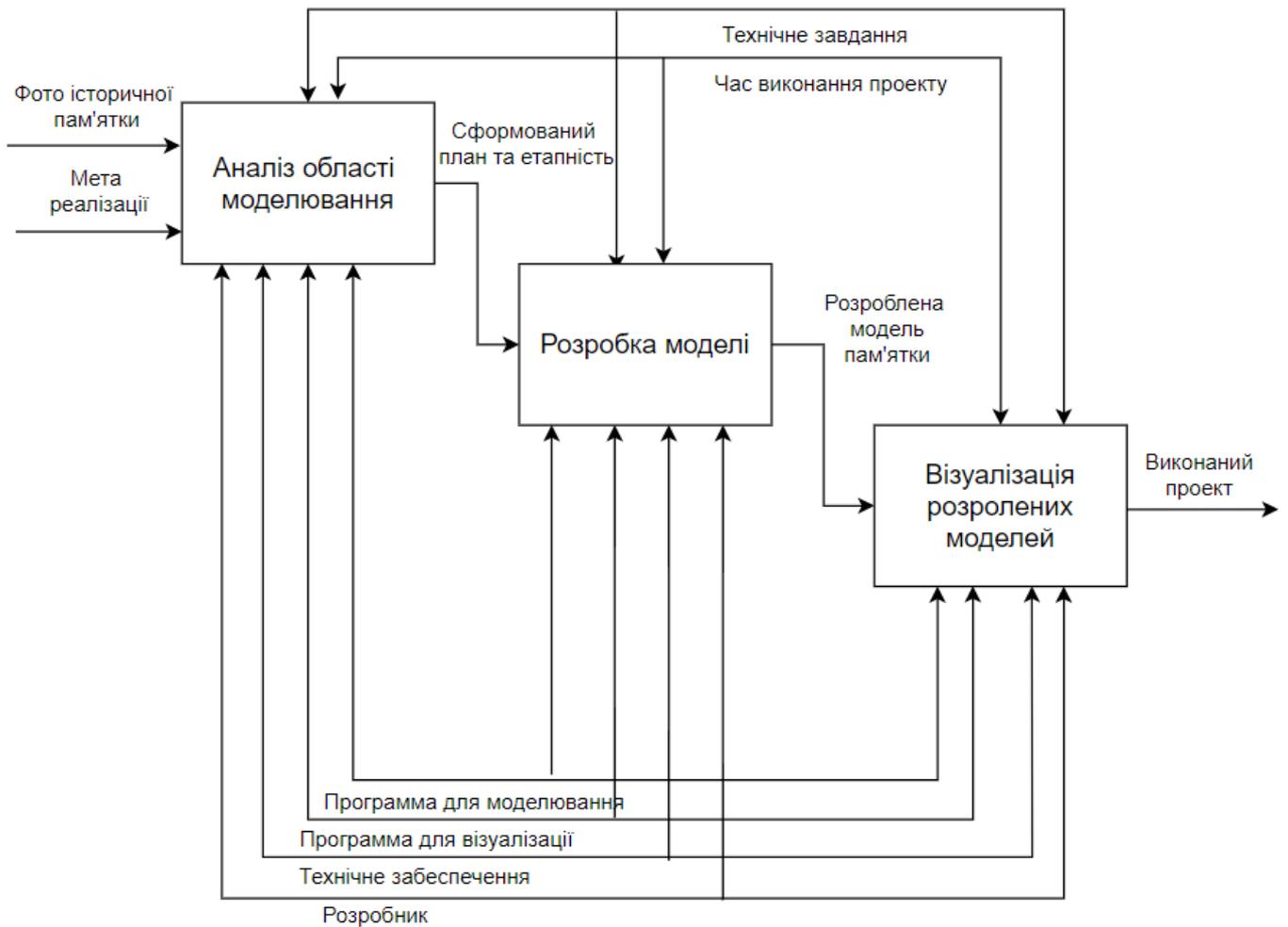


Рисунок 2.2 – Декомпозиція моделі IDEF0

2.1.2 Модель варіантів використання

Розглянемо інформацію про акторів створеної системи та опис варіантів використання (табл.2.1) [21] .

Таблиця. 2.5 – Опис варіантів використання

Назва	Опис
Перегляд моделі	Функція перегляду інформації про проект.
Ознайомлення з інформацією	Функція, щоб користувач мав можливість переглянути інформацію про розроблений проект.
Перегляд відео	Користувач має можливість переглянути відео.

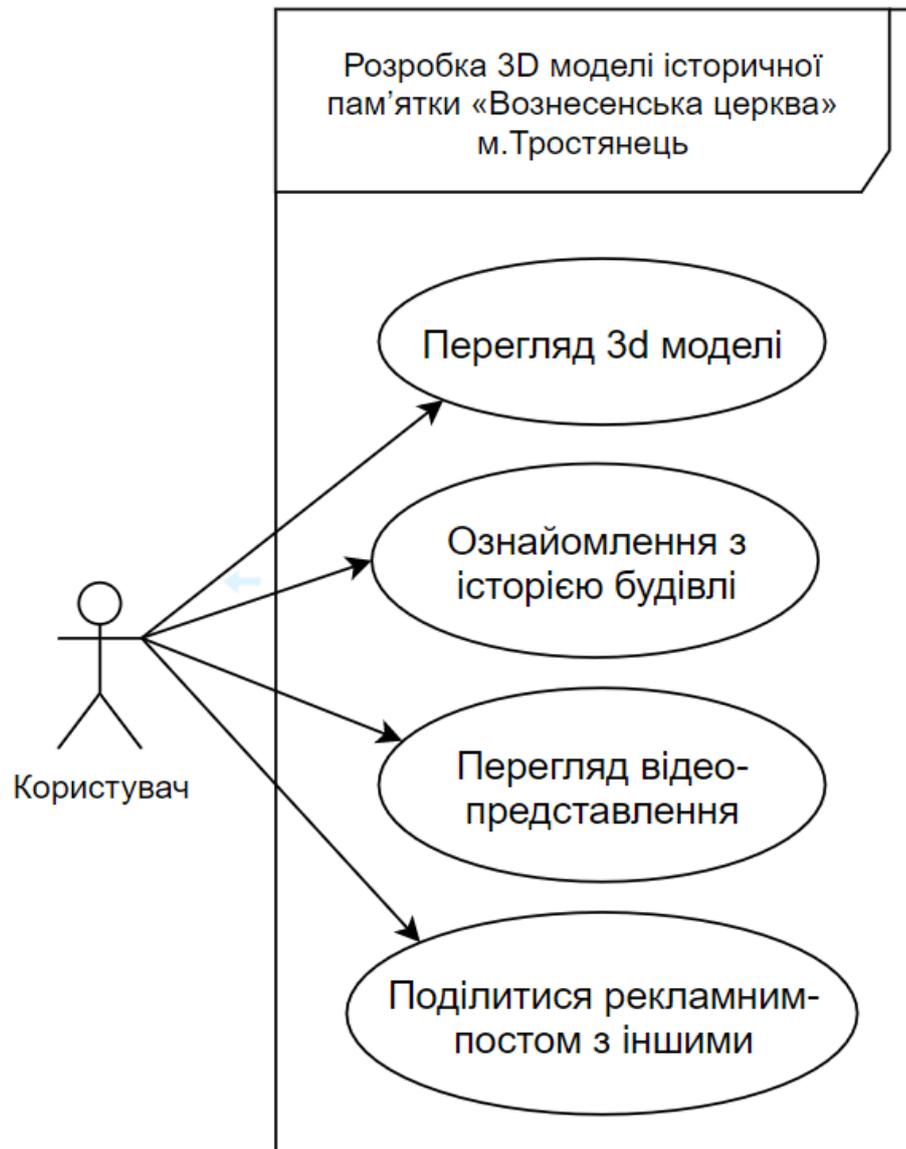


Рисунок 2.3 – Діаграма варіантів використання

3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ

3.1 Розробка моделі

Першим етапом розробки 3d моделі – створення основи об'єкта. Розробка виконується за допомогою фігури «Вох» (рис.3.1).

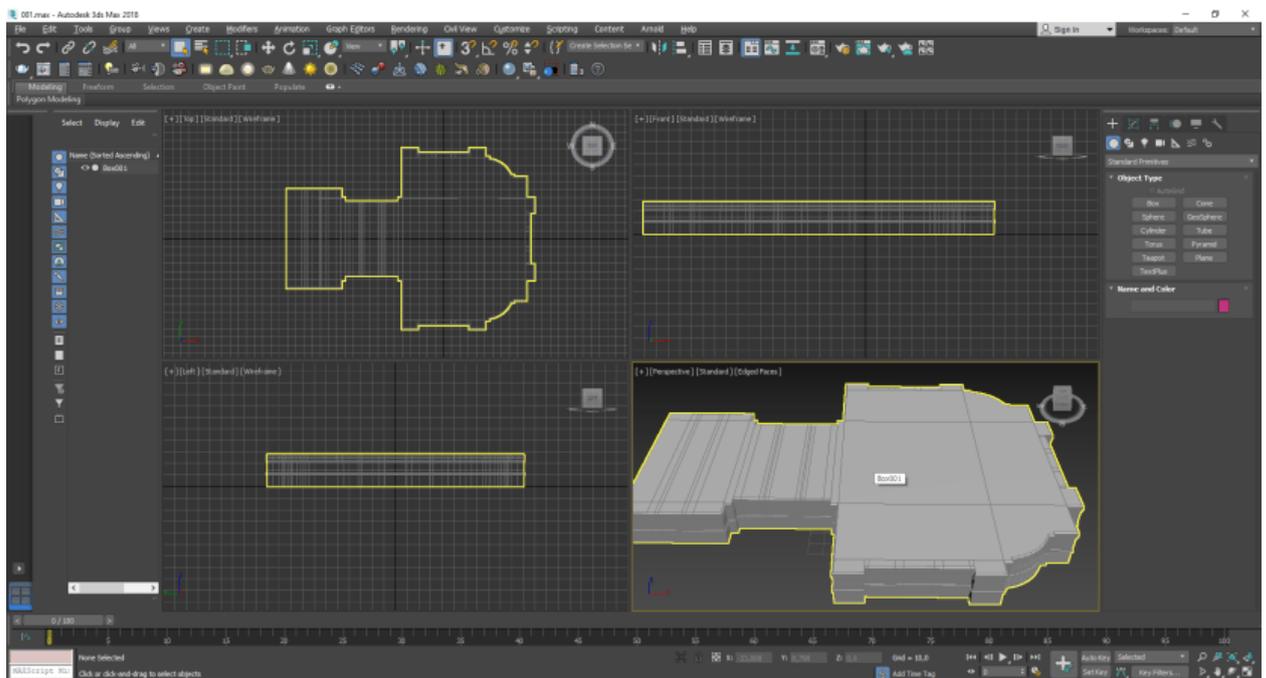


Рисунок 3.1 – Розроблена основа 3d моделі

Виконуємо додаткову роботу над деталями (рис.3.2). Доповнення основи деталями виконується за допомогою:

- Extrude;
- Chamfer;
- Connect;
- Insert;
- Bevel;

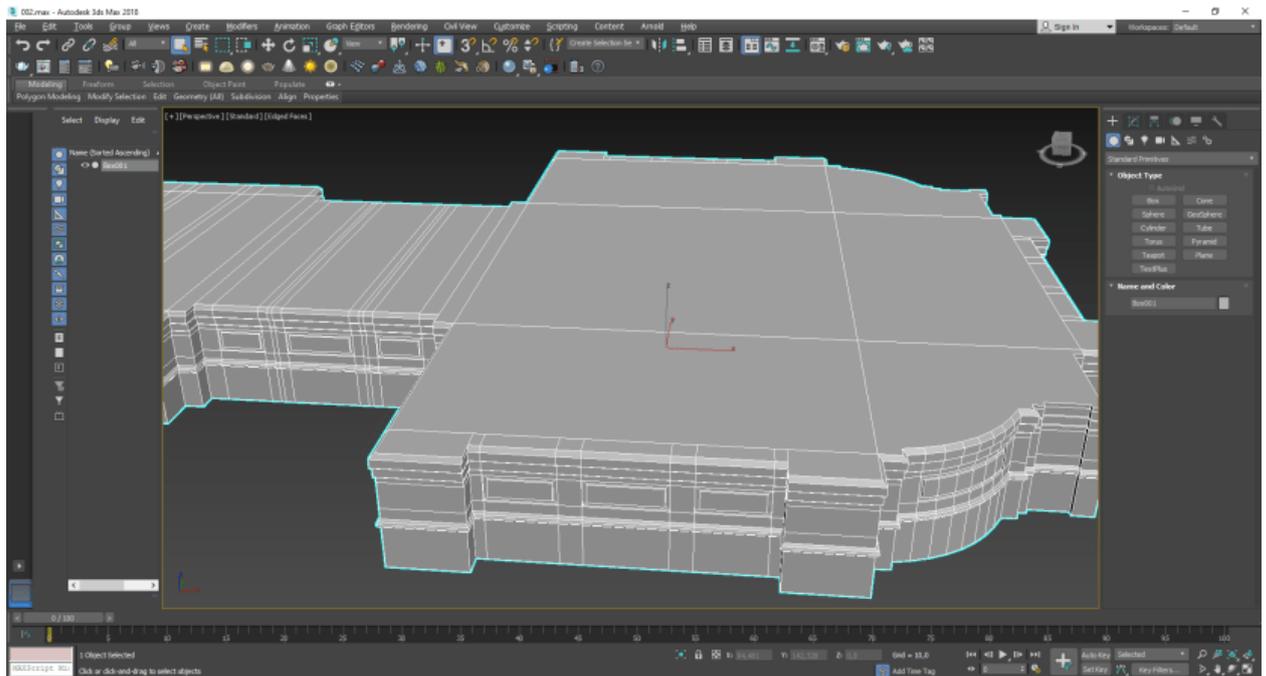


Рисунок 3.2 – Доповнена модель деталями

Виконуємо піднімання основи за допомогою інструменту «Extrude». На рис.3.3 представлена розмітка розмірів розміщення вікон.

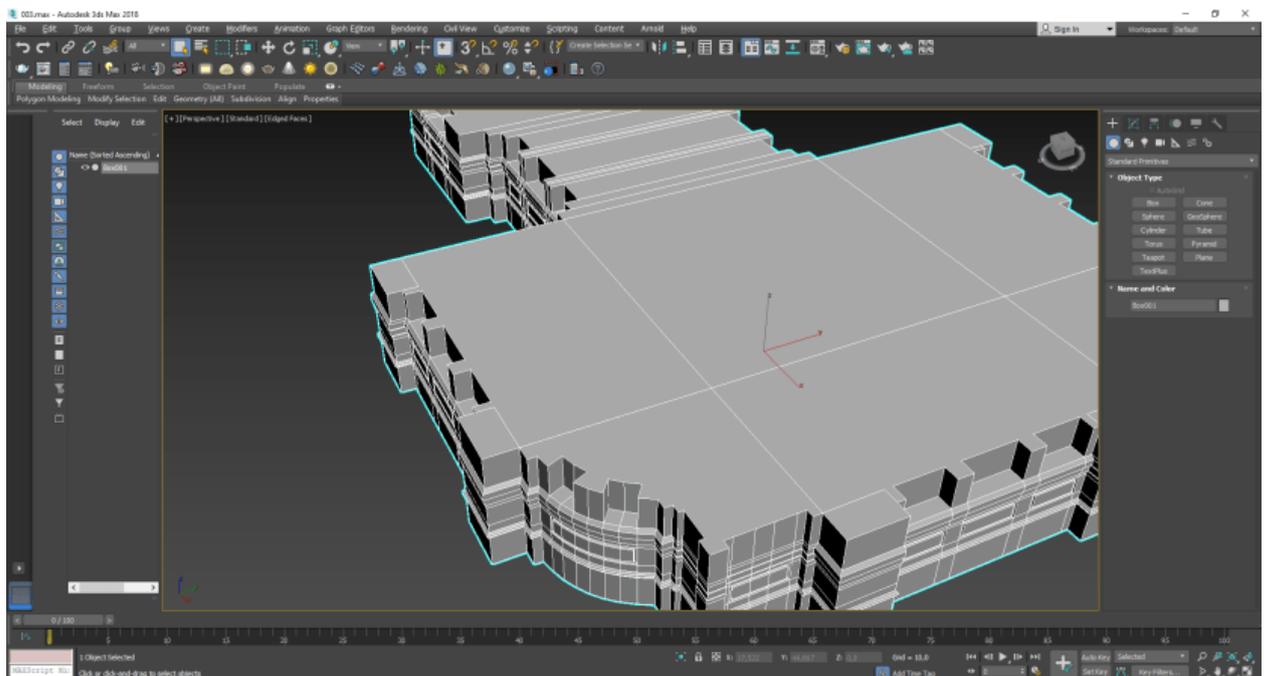


Рисунок 3.3 – Розмітка розмірів розміщення вікон

Для подальшої роботи потрібно виконати створення полігональної сітки для декоративних колон (рис.3.4).

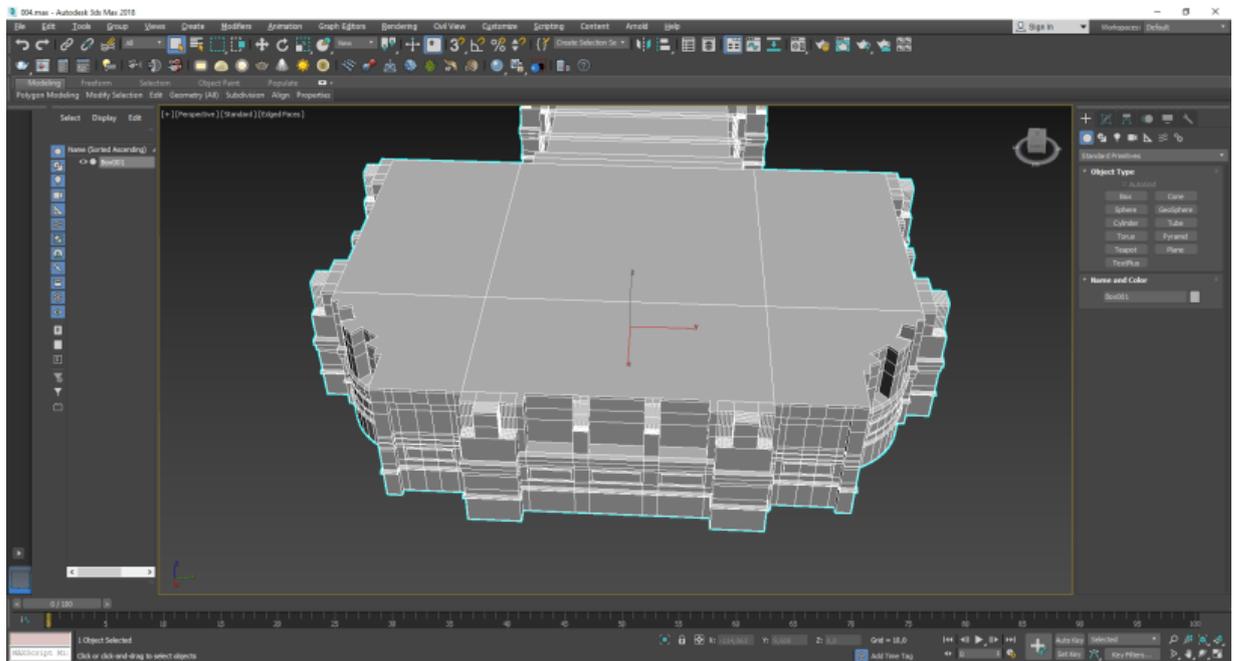


Рисунок 3.4 – Створення полігональної сітки

На основі розробленої полігональної сітки створюємо декоративні колони, що представлені на рис.3.5.

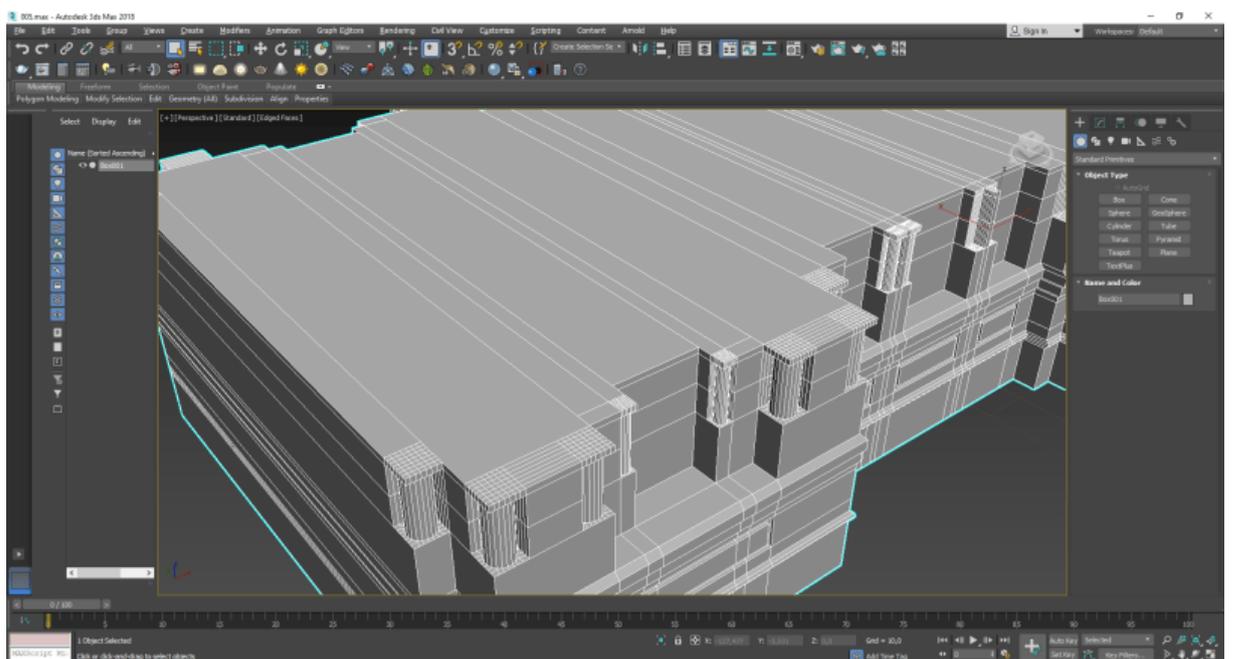


Рисунок 3.5 – Розробка декоративних колон

Створення додаткових декоративних колон іншого розміру (рис.3.6).

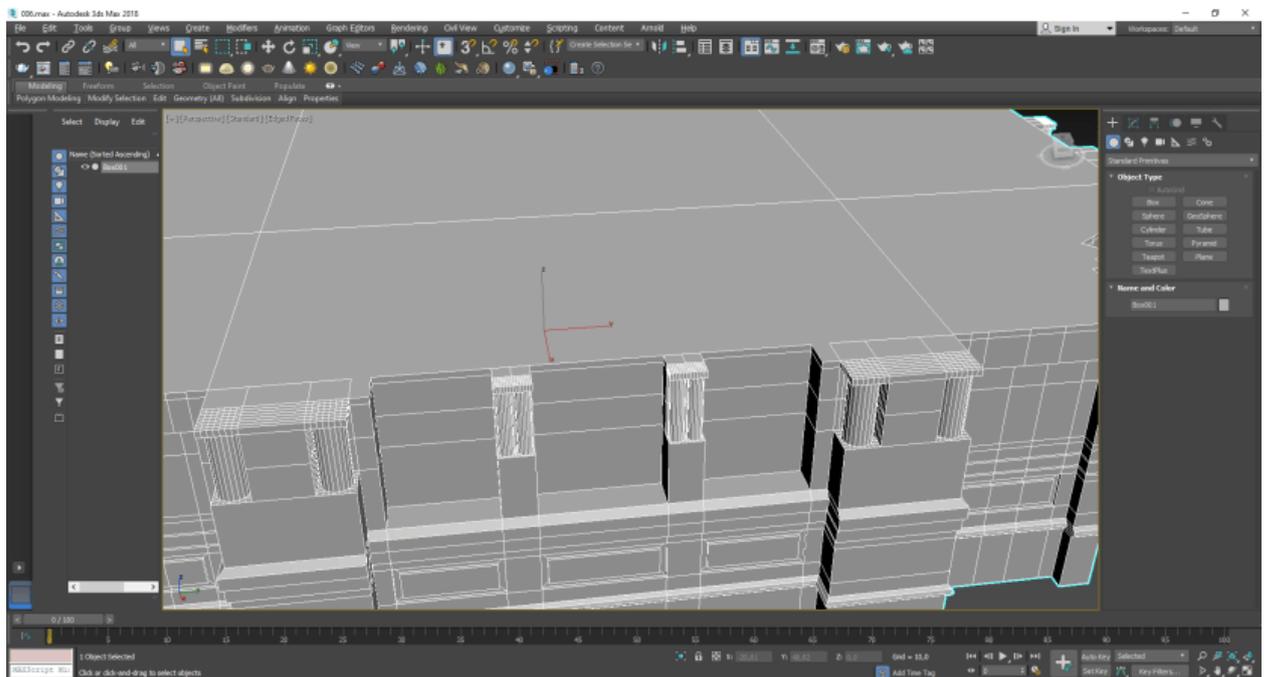


Рисунок 3.6 – Виконання додаткових колон

Виконуємо редагування та вирівнювання полігональної сітки декоративних колон (рис.3.7).

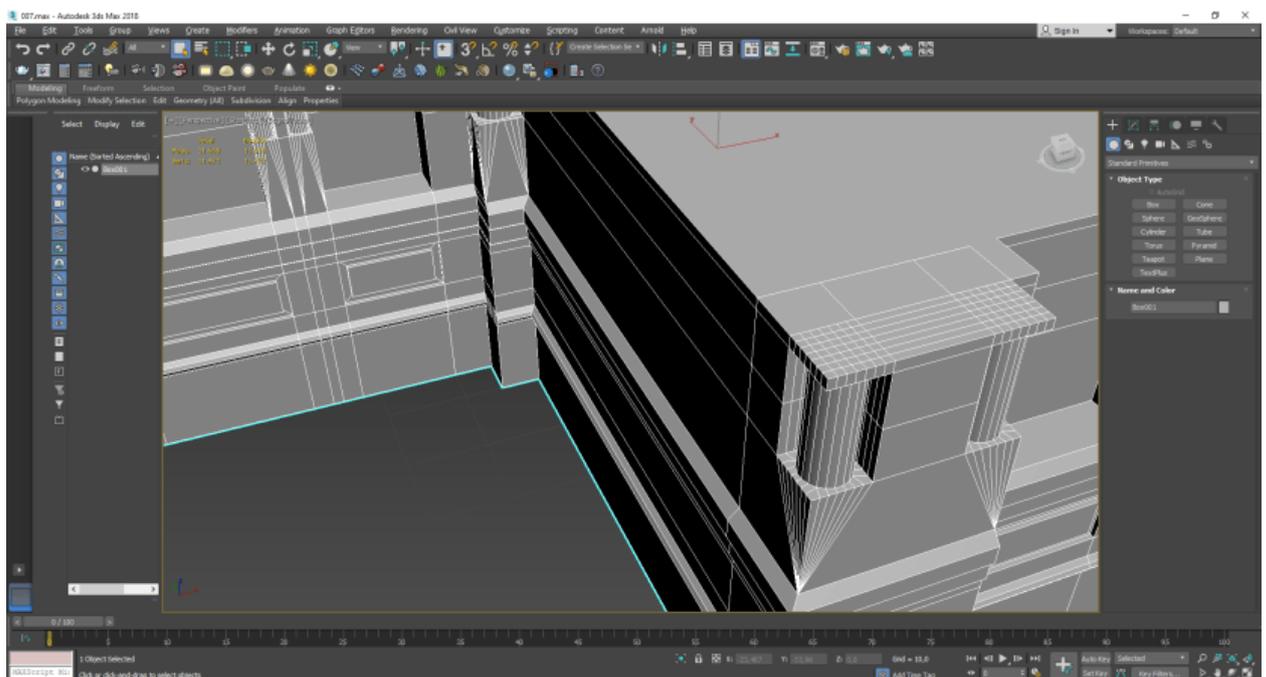


Рисунок 3.7 – Редагування полігональної сітки

По мірі розробки моделі, знизу вгору, наступним етапом буде створення вікон малого розміру та вікон коридорного типу (рис.3.8-9). Інструменти, що використовували для розробки: «Extrude», «Insert», «Bevel».

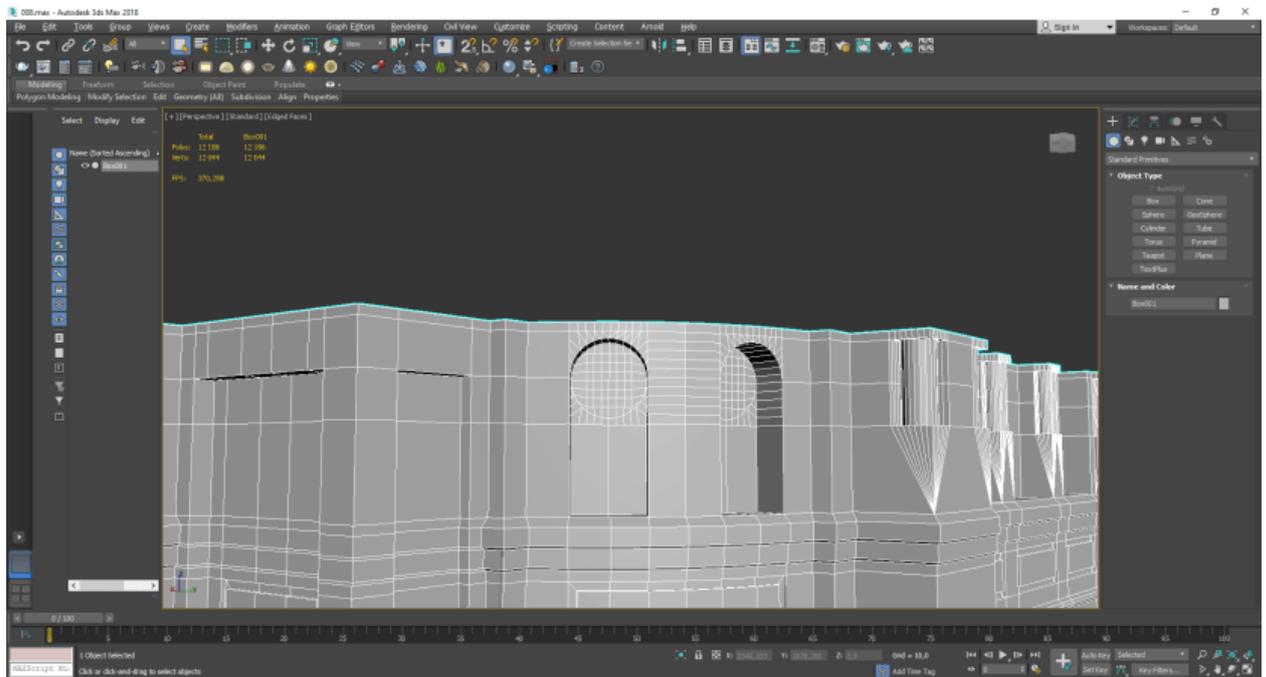


Рисунок 3.8 – Створення вікон малого розмір

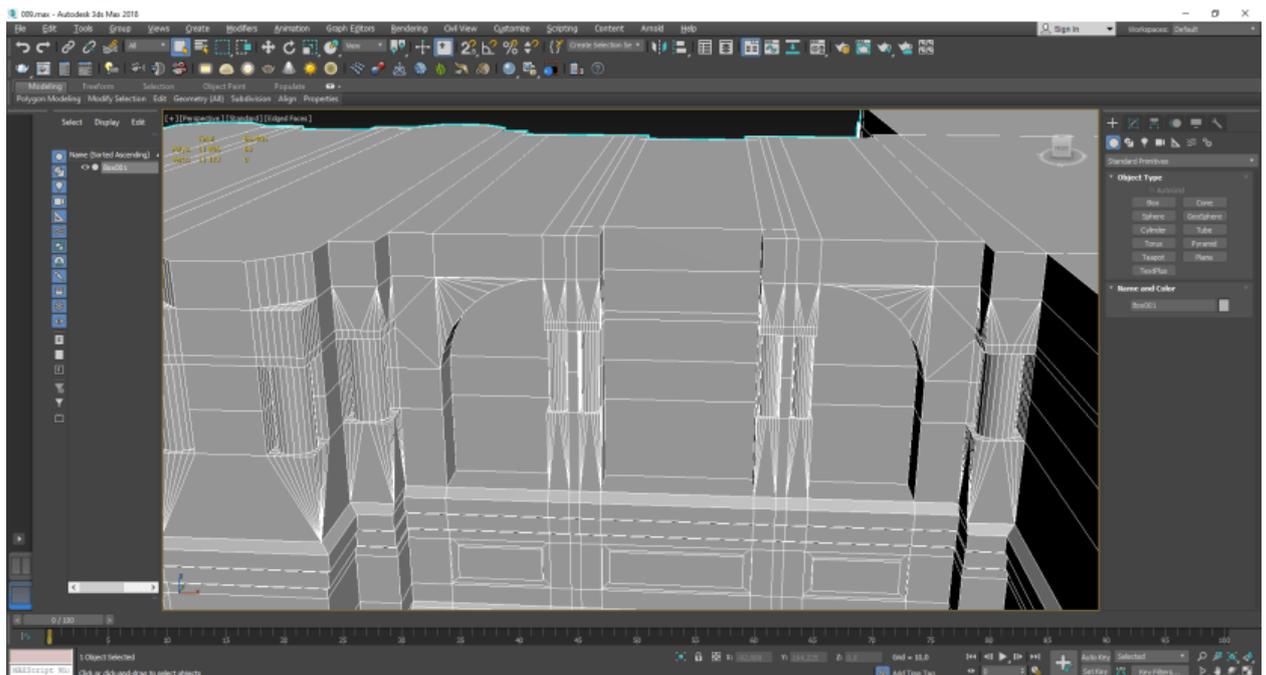


Рисунок 3.9 – Створення вікон коридорного типу

Модельовання основи даху другорядного призначення (рис.3.10). На основі попереднього етапу виконуємо редагування та вирівнювання полігональної сітки вікон з аркою малого радіусу. Також були додані поглиблення, що представлено на рис.3.11.

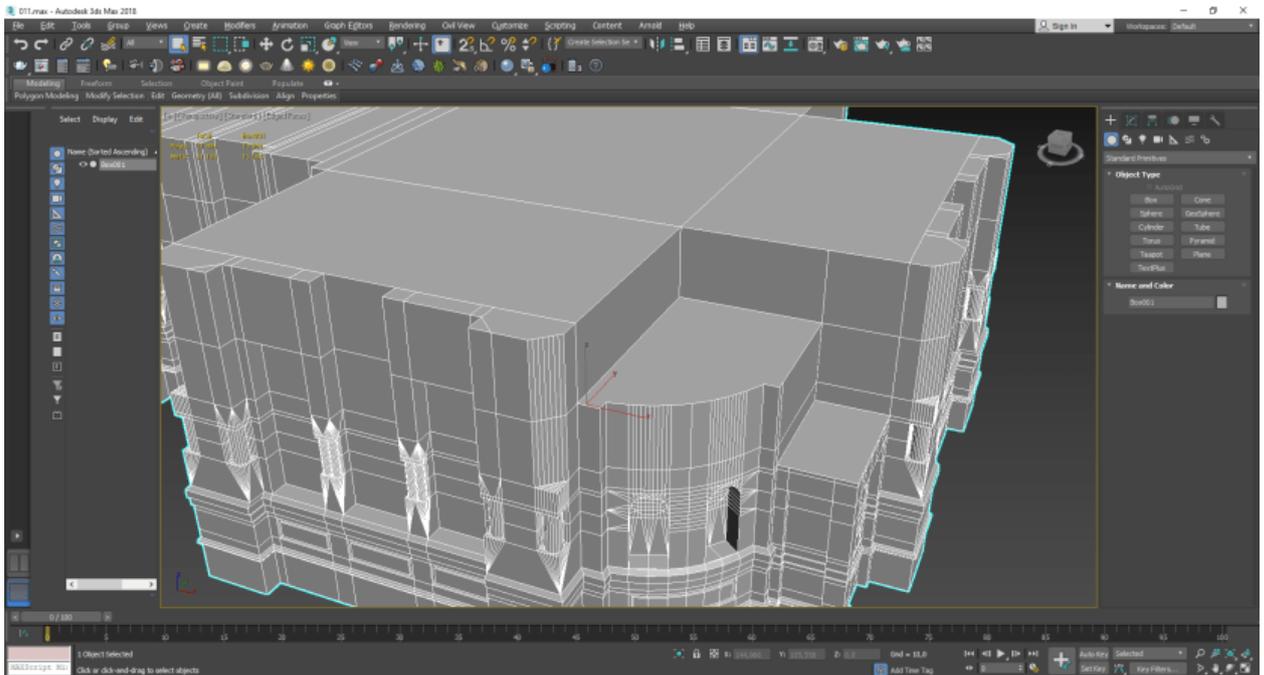


Рисунок 3.10 – Основи даху другорядного призначення

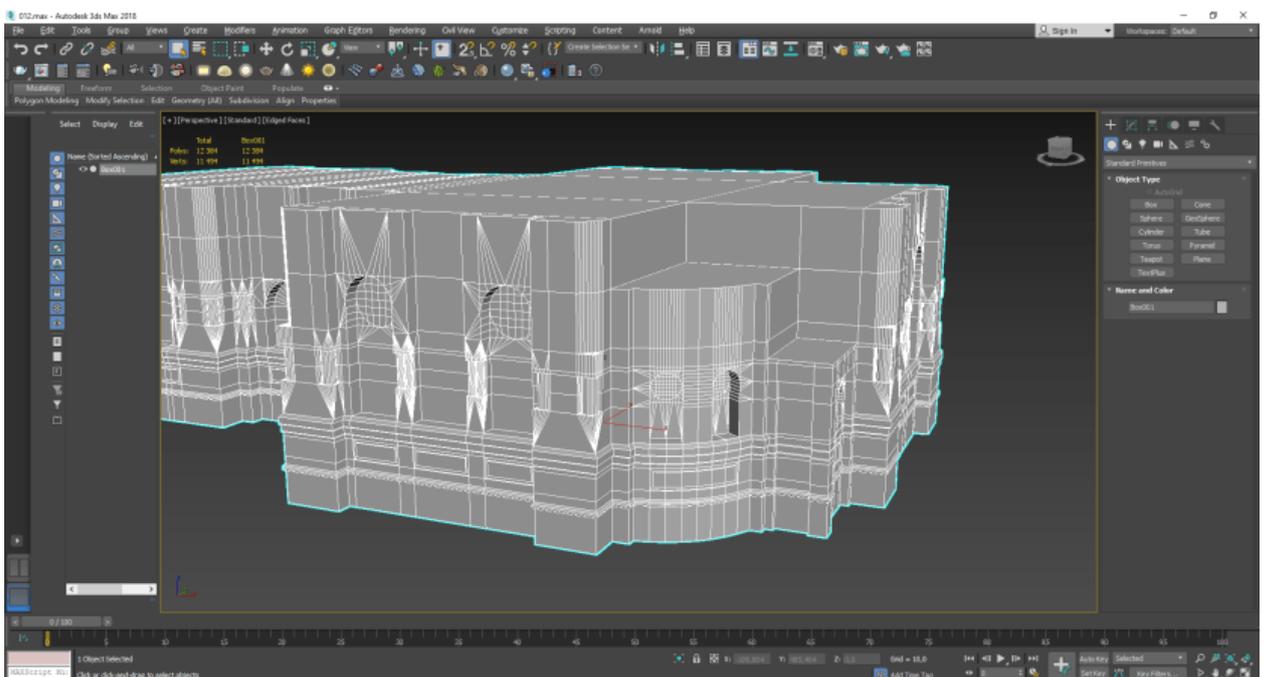


Рисунок 3.11 – Вирівнювання полігональної сітки

Створюємо високі вікна на основі даху другорядного призначення та на даній основі формуємо декоративні арки (рис.3.12-13).

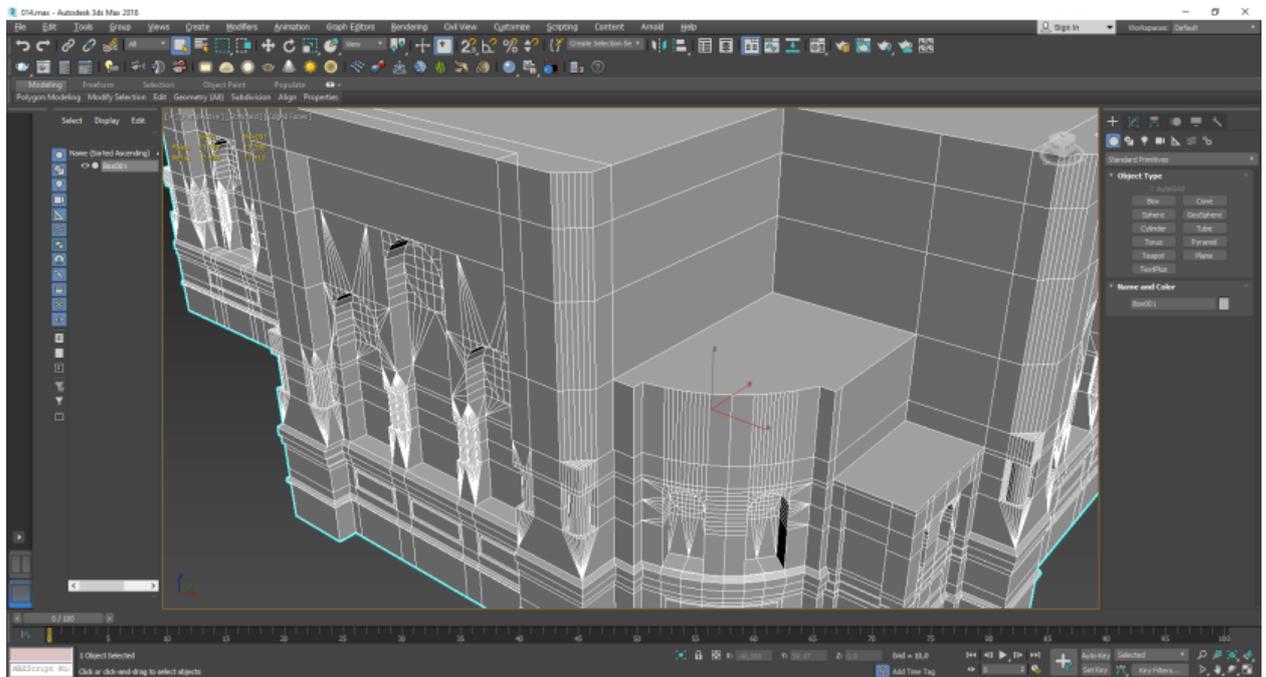


Рисунок 3.12 – Розробка високих вікон

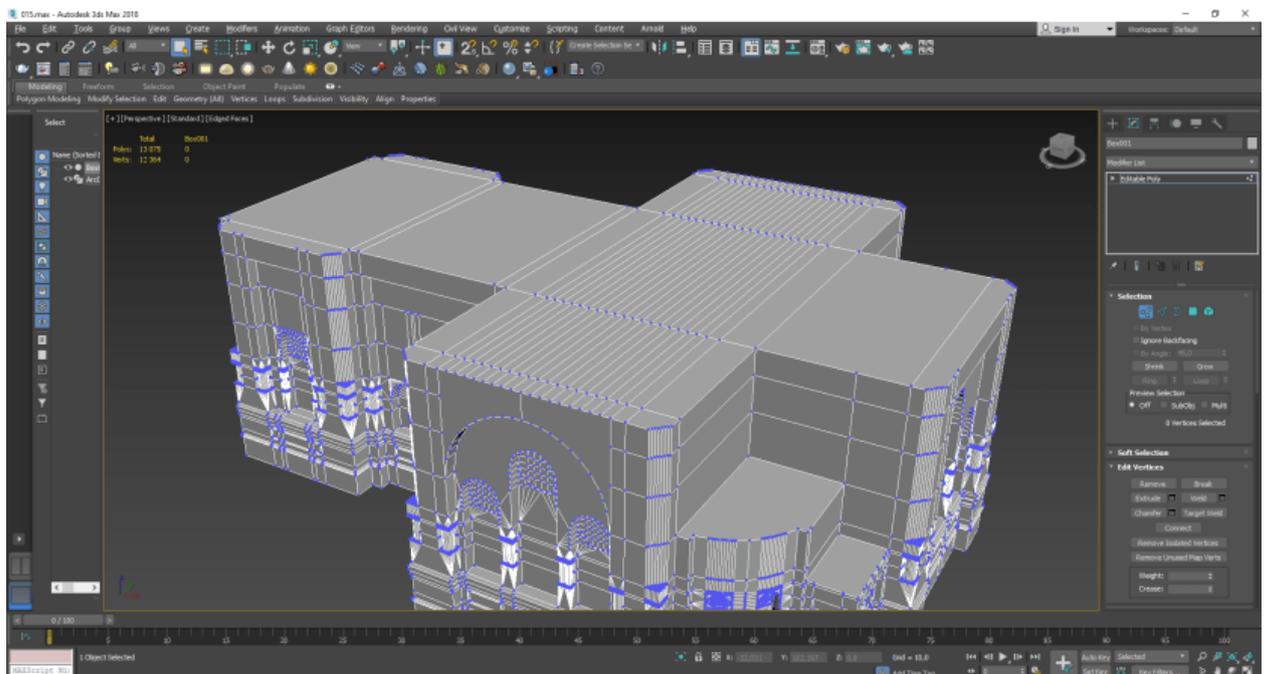


Рисунок 3.13 – Розробка арки

Для подальшої роботи виконаємо моделювання сітки для декоративних арок та збільшення густоти сітки даху (рис.3.14).

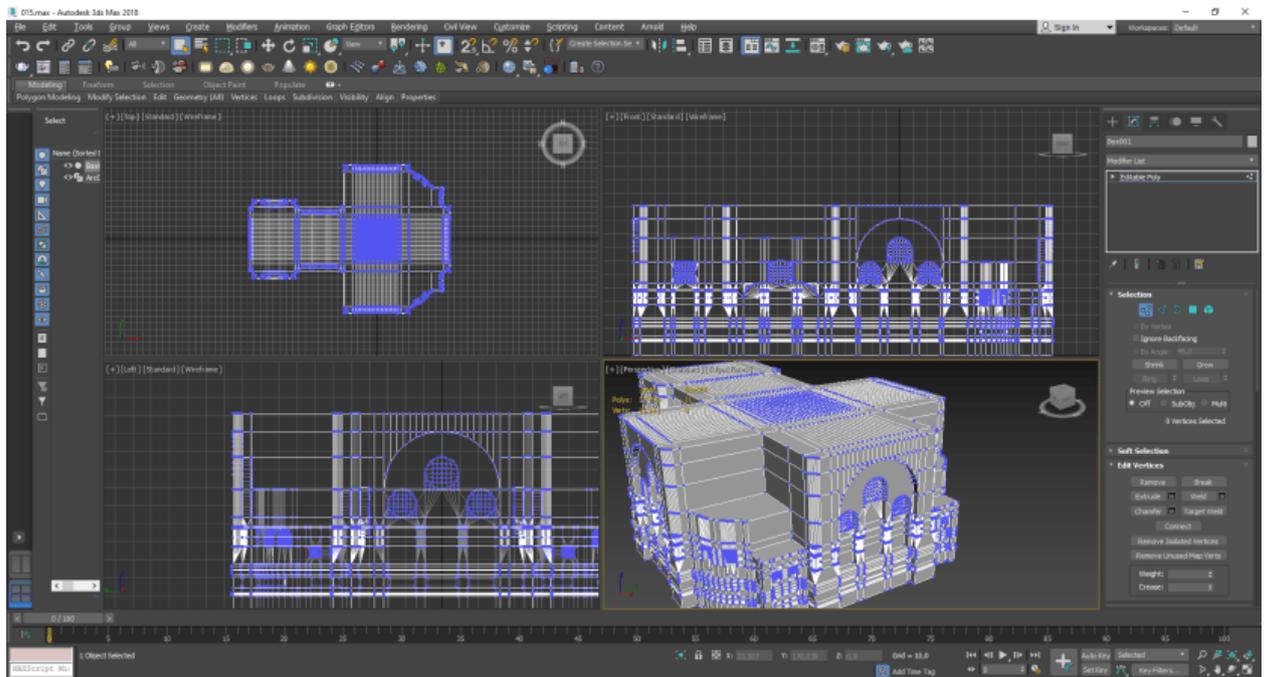


Рисунок 3.14 – Відображення полігональної сітки

Виконаємо первинну деформацію даху, що представлено на рис.3.15-16.

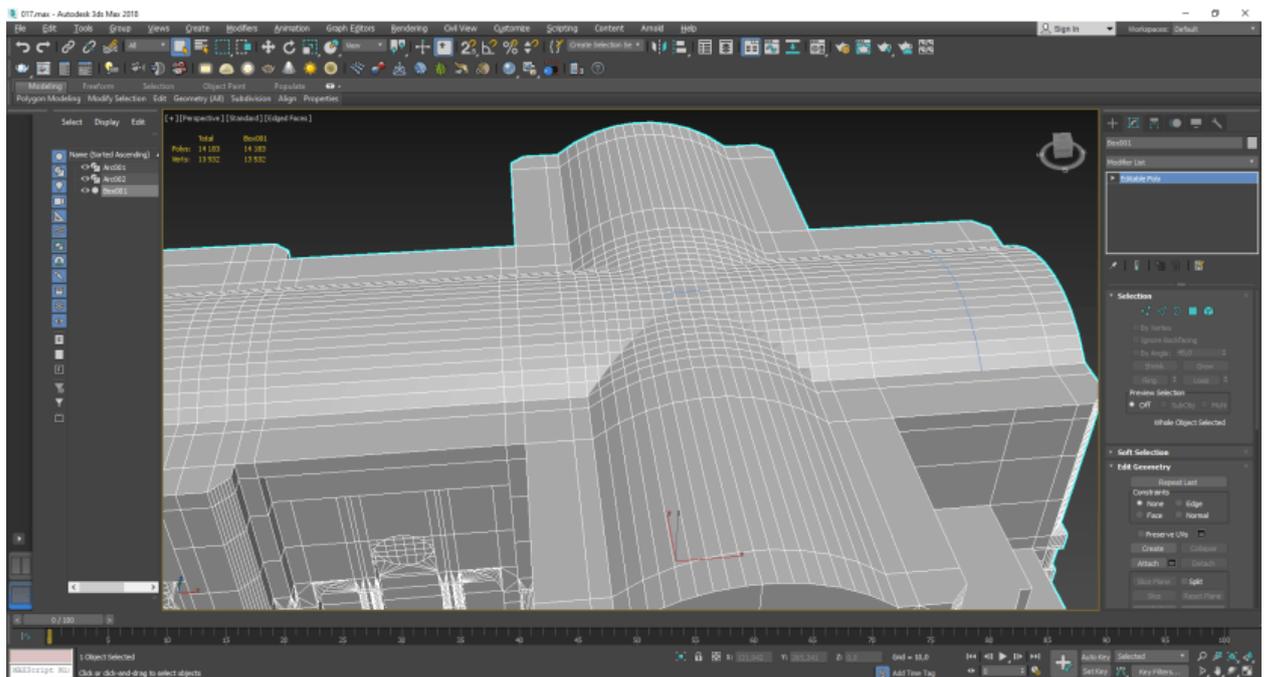


Рисунок 3.15 – Первинна деформація даху

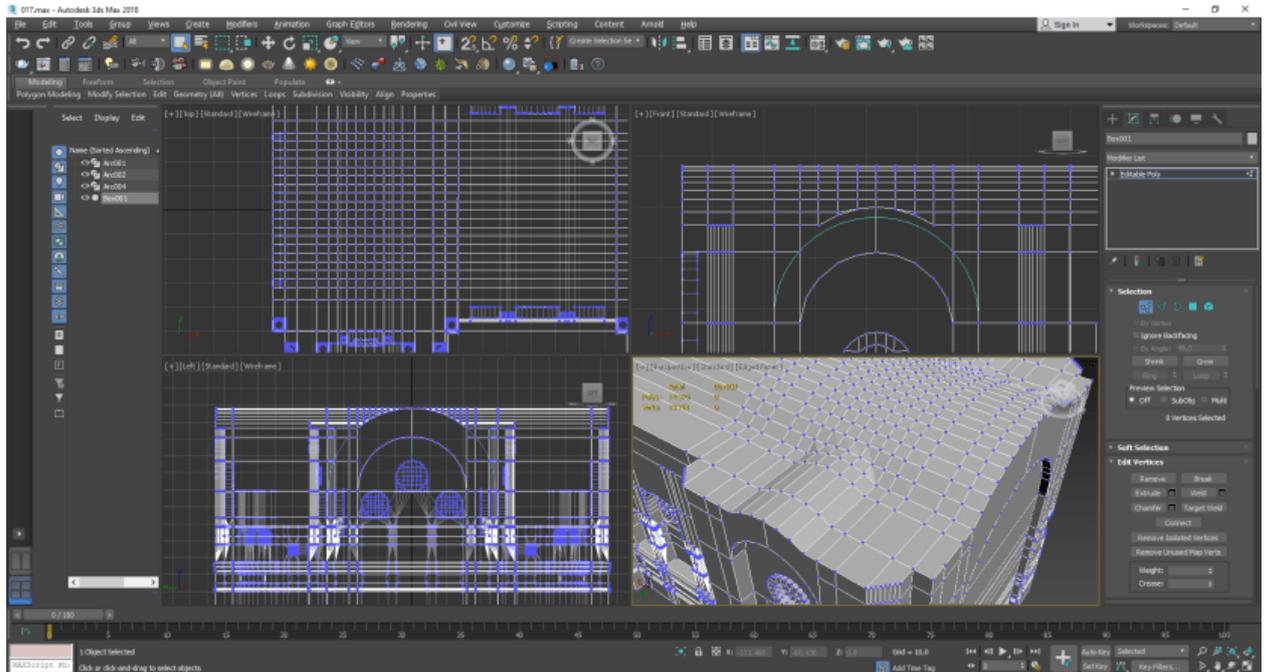


Рисунок 3.16 – Відображення сітки після деформація даху

Вирівнювання сітки даху при первинній деформації з урахуванням висоти декоративних арок (рис.3.17) виконується за допомогою переміщення точок. Також наступним кроком буде вторинна деформація даху (рис.3.18).

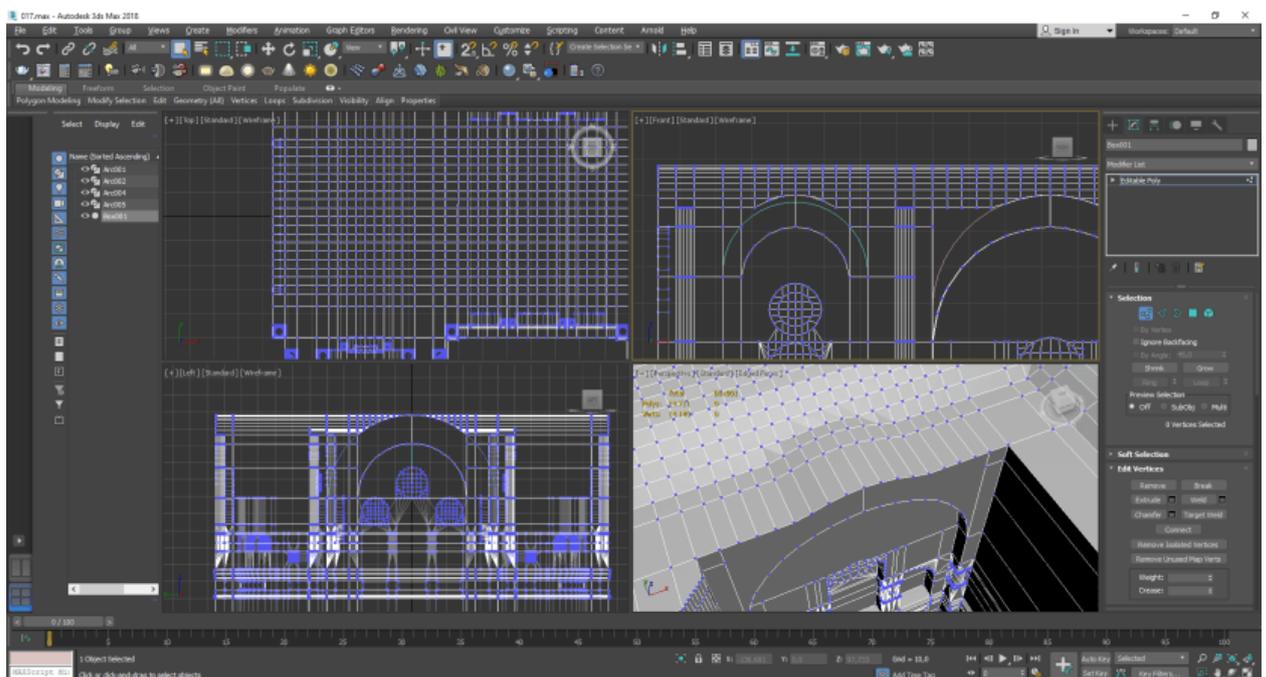


Рисунок 3.17 – Вирівнювання сітки даху

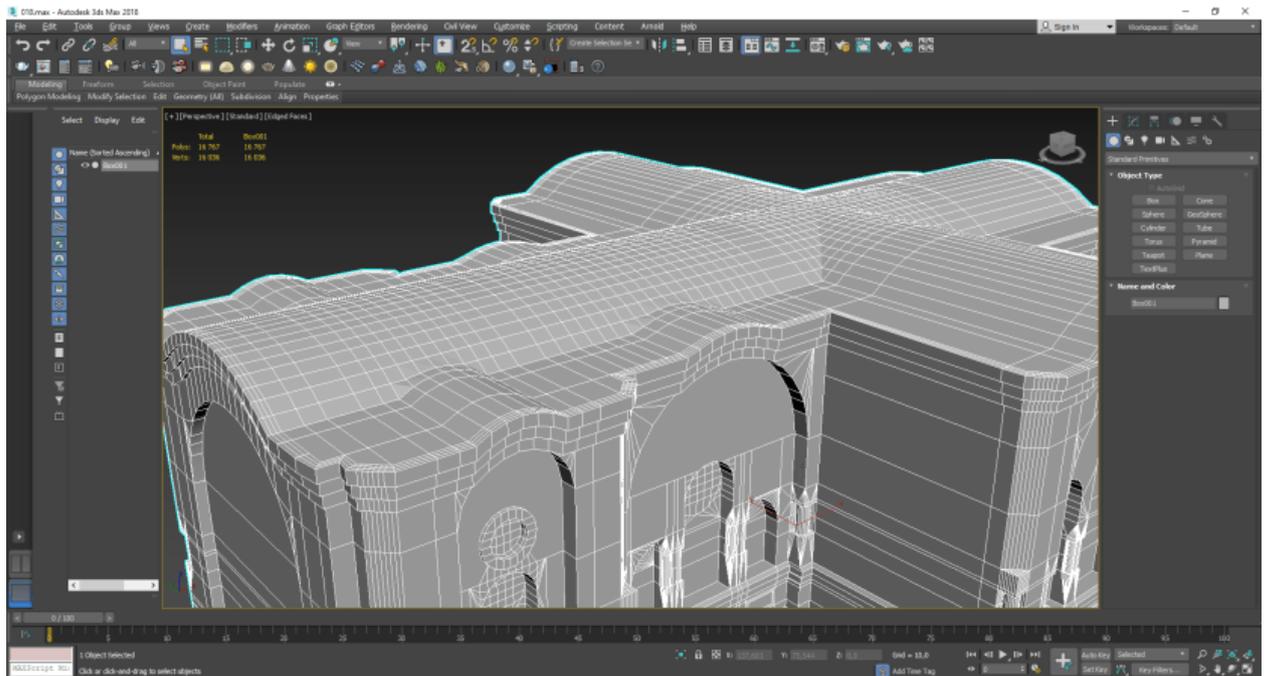


Рисунок 3.18 – Вторинна деформація даху

Полігональна сітка даху потребує додаткової роботи та вирівнювання після вторинної деформації даху (рис.3.19).

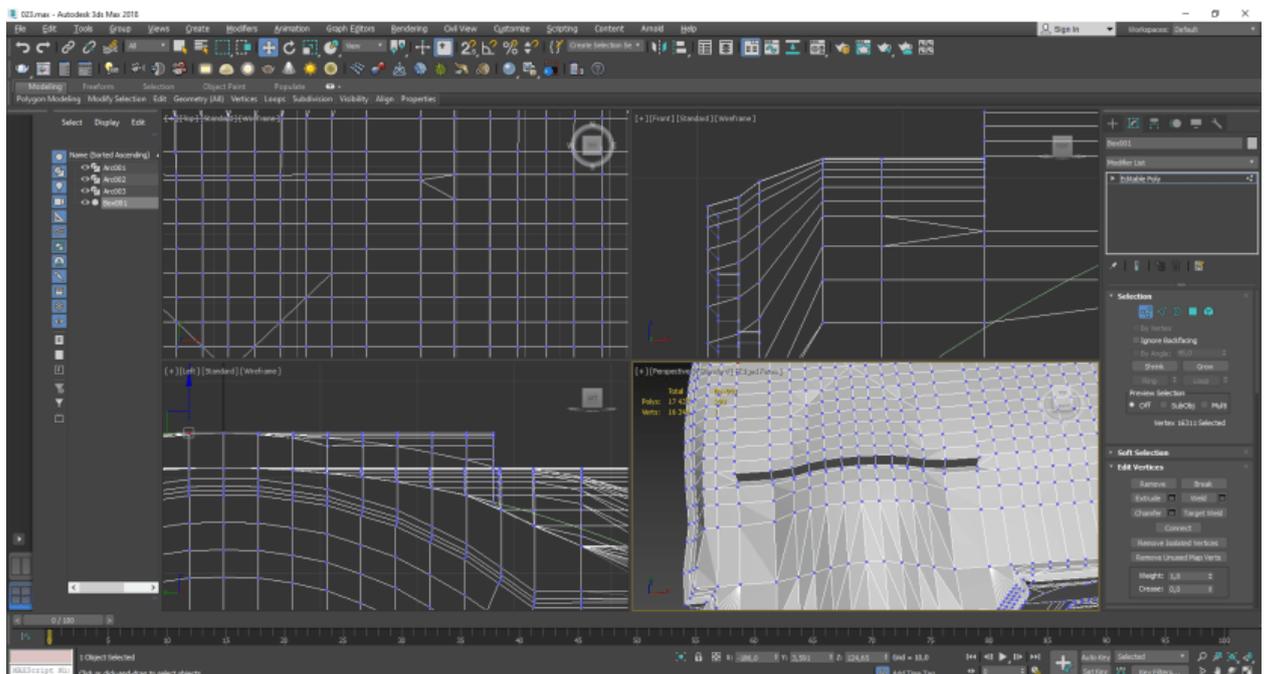


Рисунок 3.19 – Вирівнювання полігональної сітки даху після деформації

За допомогою «Face Extrude» та «QuickSlice» виконується створення основи дзвіниці споруди (рис.3.20).

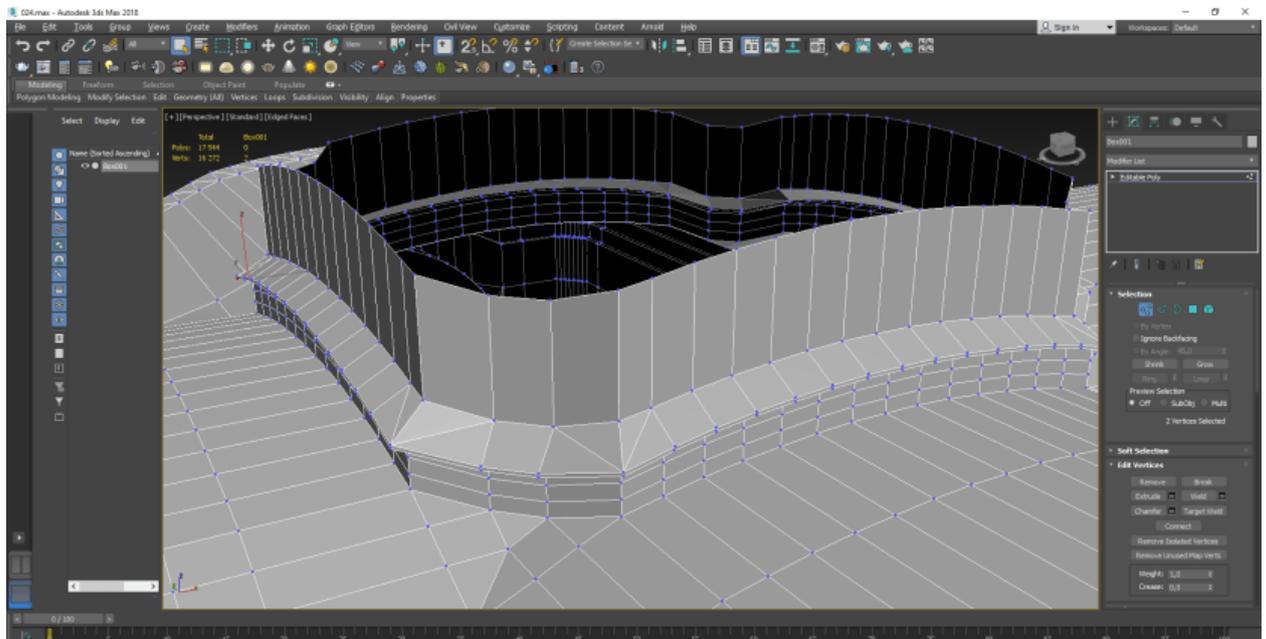


Рисунок 3.20 – Створення основи дзвіниці

Наступний крок – створення платформи основної вежі, що представлено на рис.3.21.

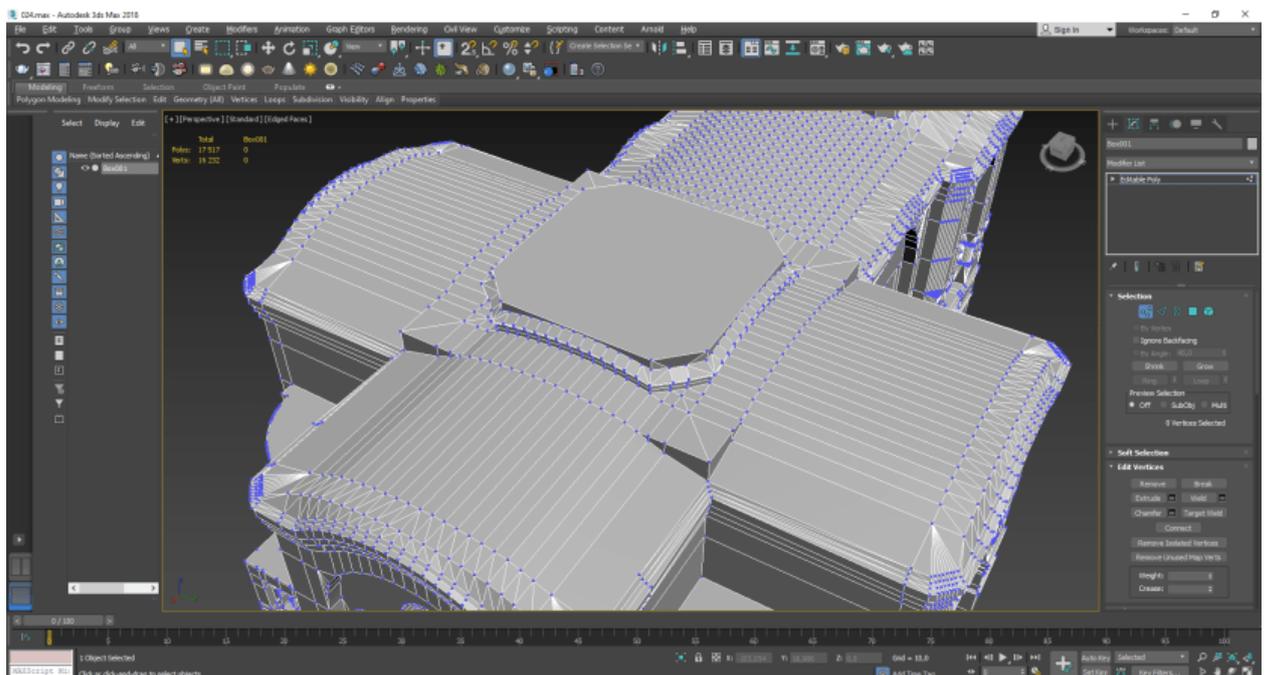


Рисунок 3.21 – Платформа основної вежі

Виконуємо вирівнювання платформи основної вежі, формуючи форму кола. Це виконується за допомогою додавання точок та граней (рис.3.22).

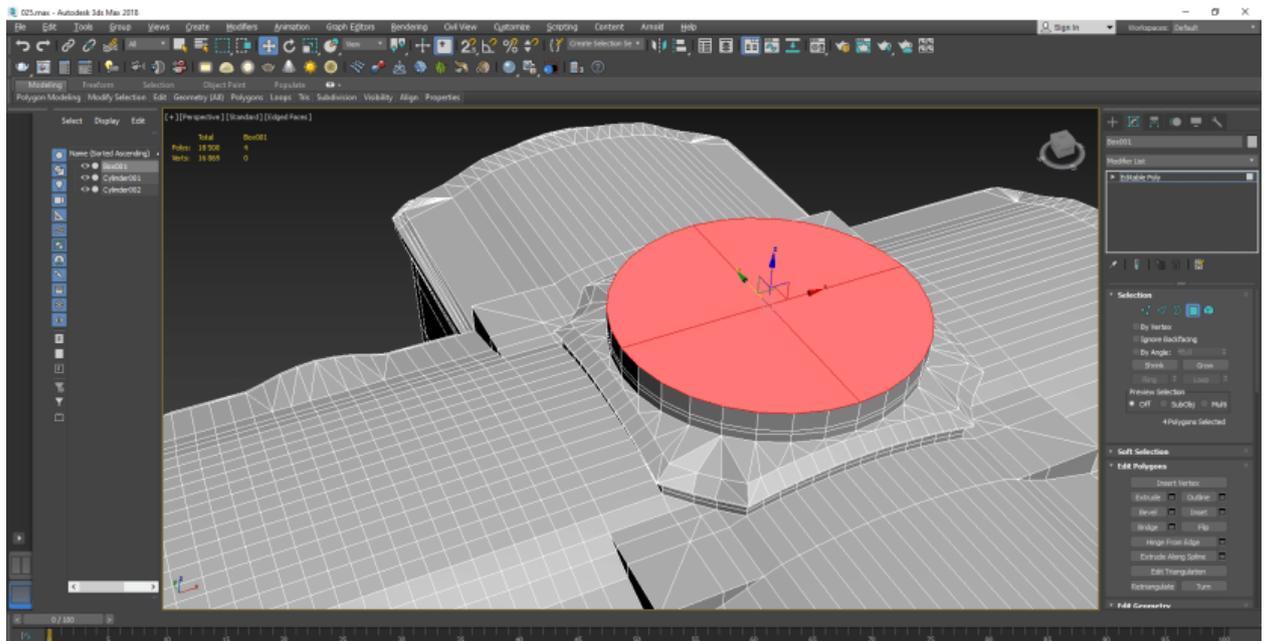


Рисунок 3.22 – Формування основи платформи

Виконуємо піднімання основи за допомогою «Extrude», додаємо додаткові грані та створюємо поглиблення. Це формує створення вирізів для вікон основної вежі.

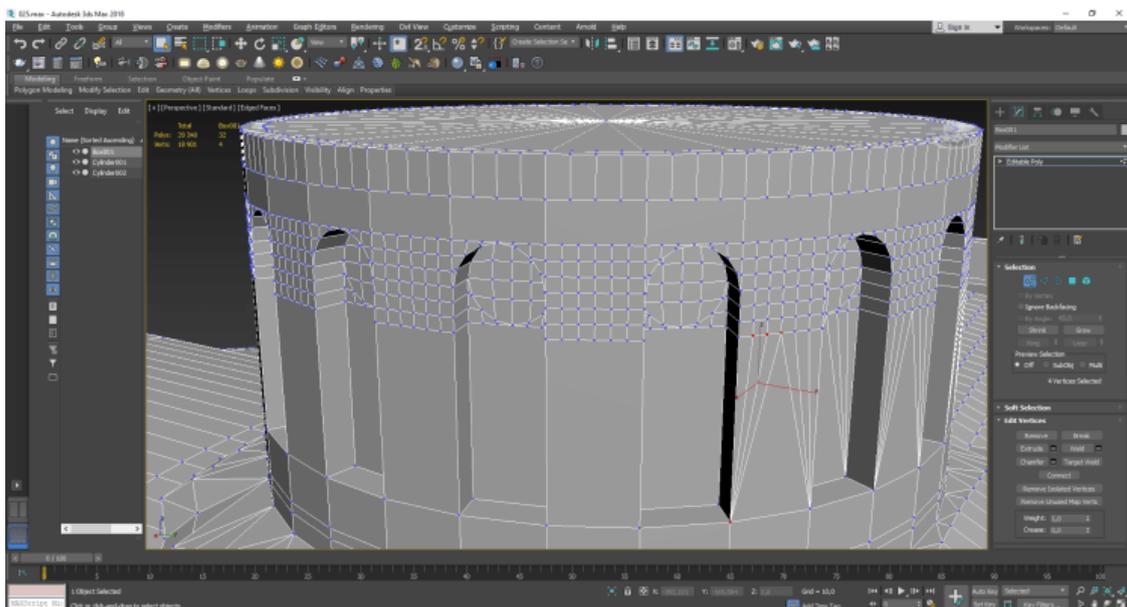


Рисунок 3.23 – Створення вирізів для вікон

Після додаткового редагування сітки реалізуємо моделювання декоративних відкосів основної вежі (рис.3.24). Референс – оригінальні фото будівлі.

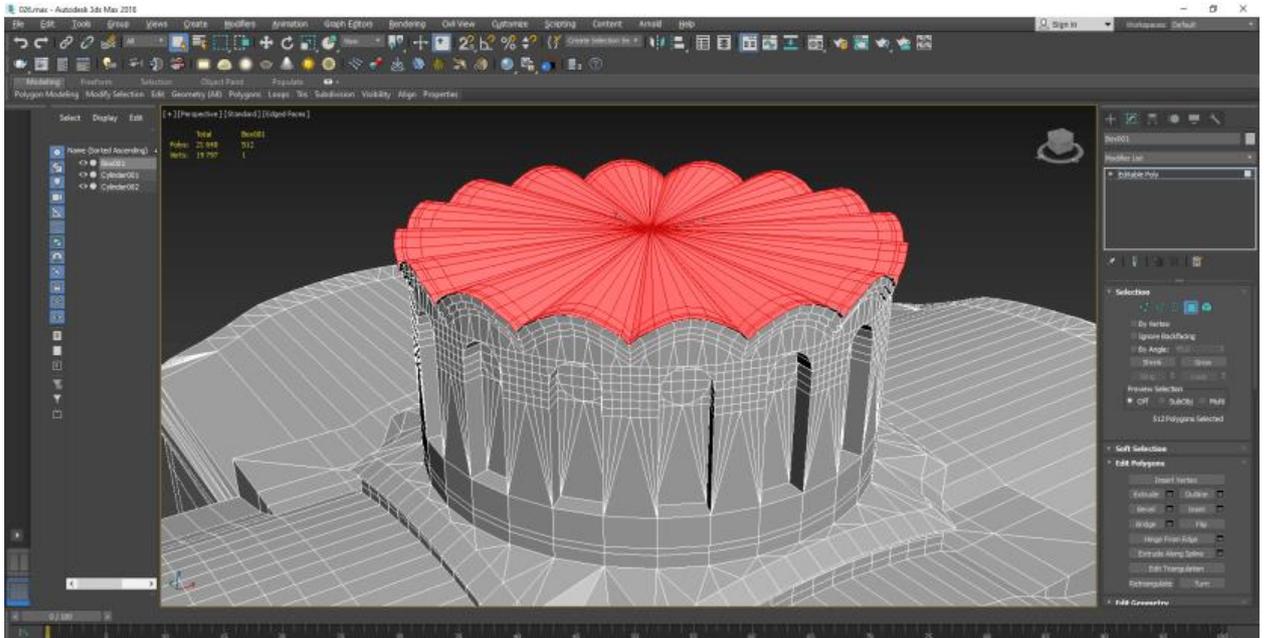


Рисунок 3.24 – Створення декоративних відкосів

За допомогою інструменту «Insert» створюємо полігон меншого розміру, після цього піднімаємо основу за допомогою «Extrude». Наступним етапом є вирівнювання сітки для подальшого деформування моделі (рис.3.25).

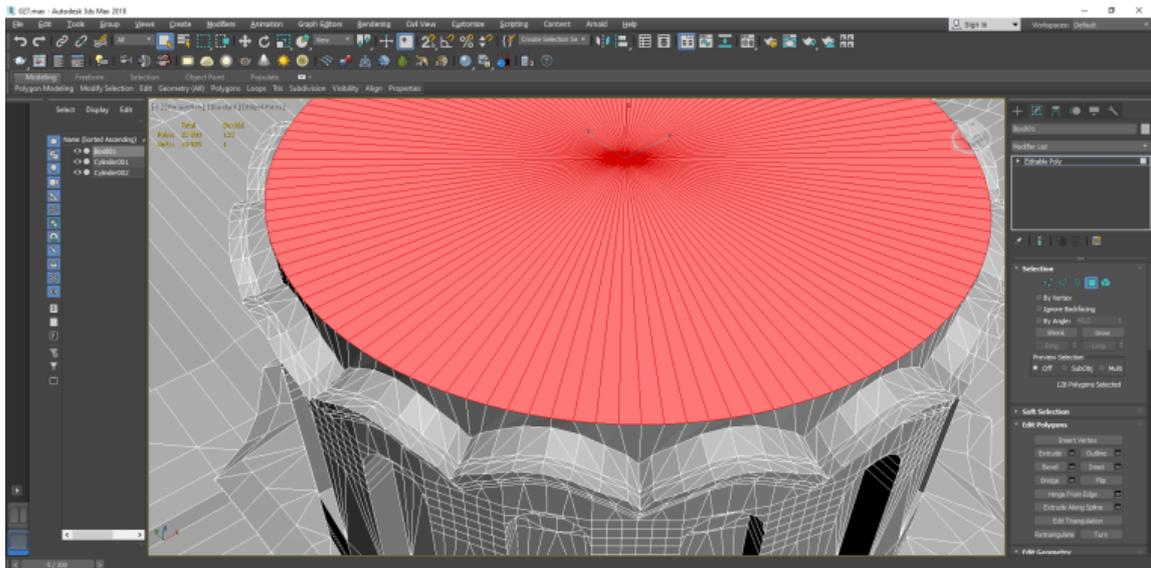


Рисунок 3.25 – Вирівнювання сітки для подальшого деформування моделі

Виконуємо створення декоративних віконць основної вежі (рис.3.26). Виконаємо формування арок та додавання декоративних дрібниць для створення ефекту опуклості (рис.3.27).

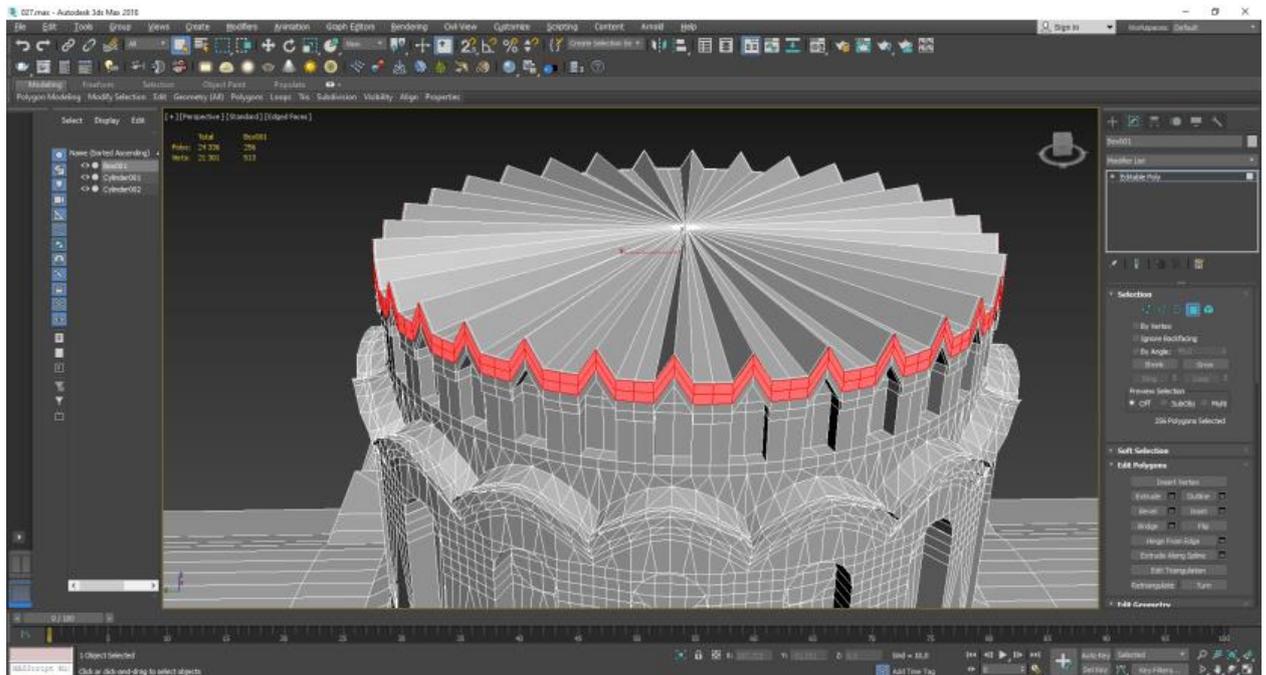


Рисунок 3.26 – Створення декоративних віконць основної вежі

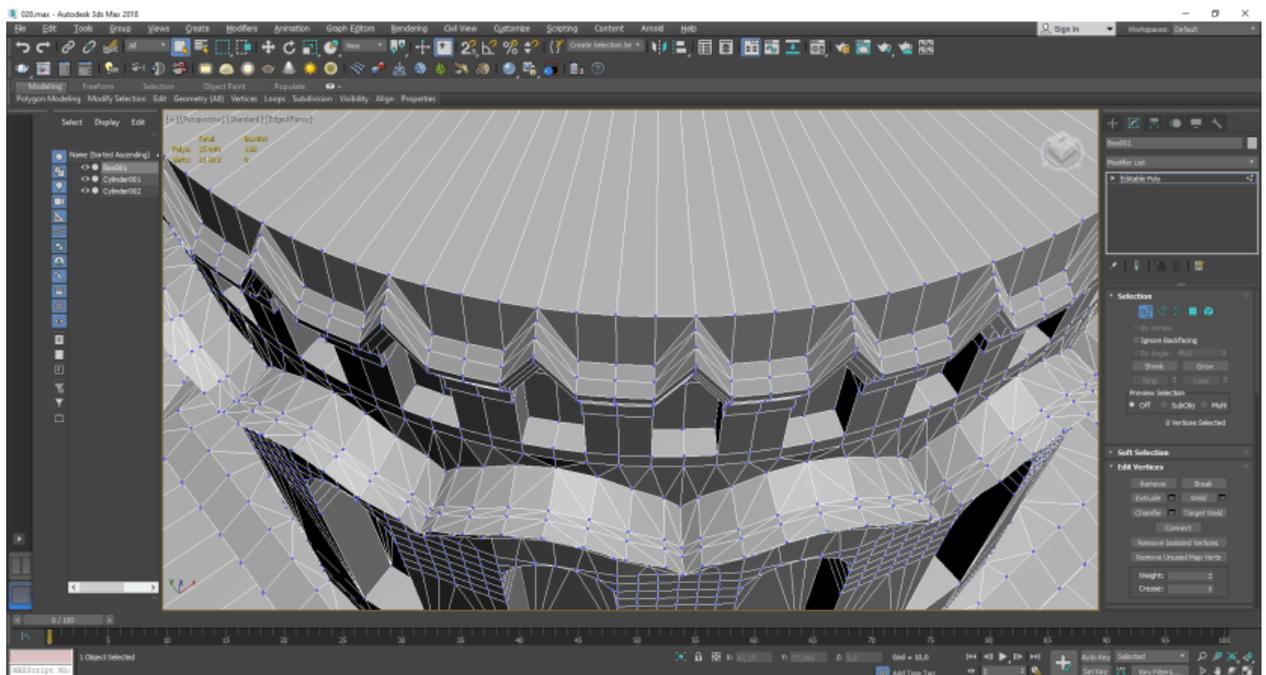


Рисунок 3.27 – Додавання декоративних дрібниць

Наступний крок – підіймаємо трохи основу та виконуємо моделювання опуклого купола основної вежі.

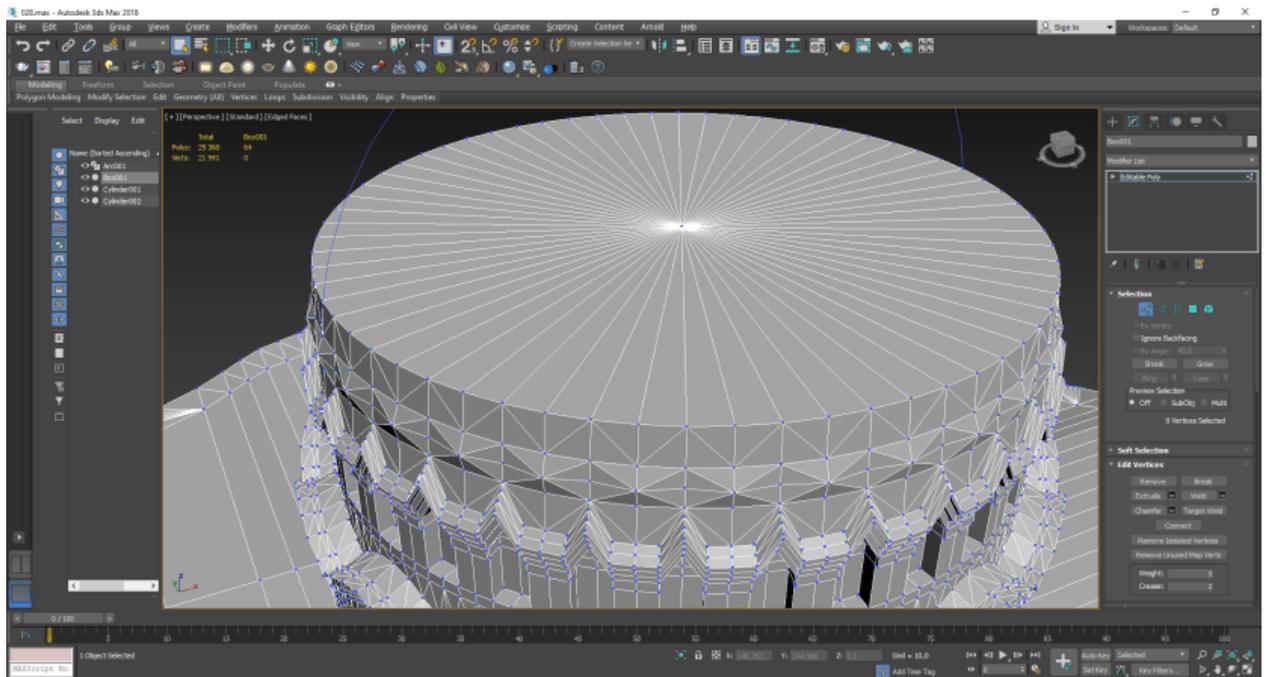


Рисунок 3.28 – Підготовка основи під купол

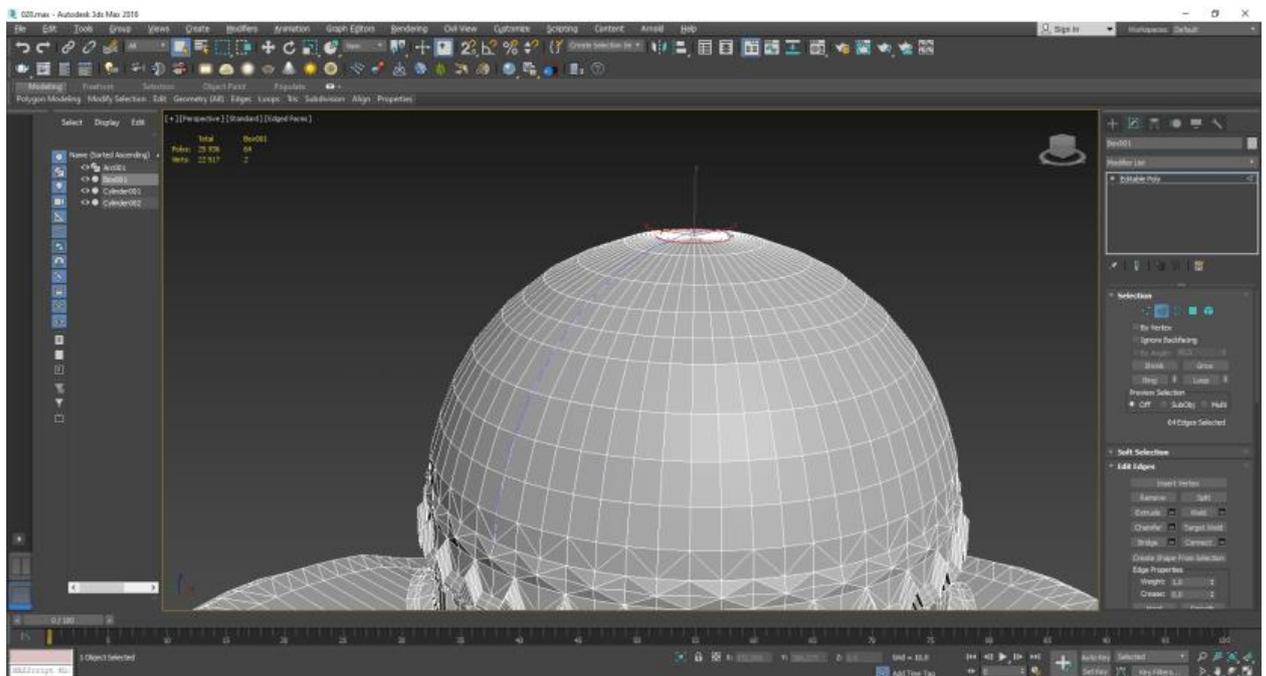


Рисунок 3.29 – Розроблений купол будівлі

На наступному рисунку представлено створення декоративних елементів основної вежі будівлі (рис.3.30). Також виконано створення шпилью на куполі основної вежі (рис.3.31).

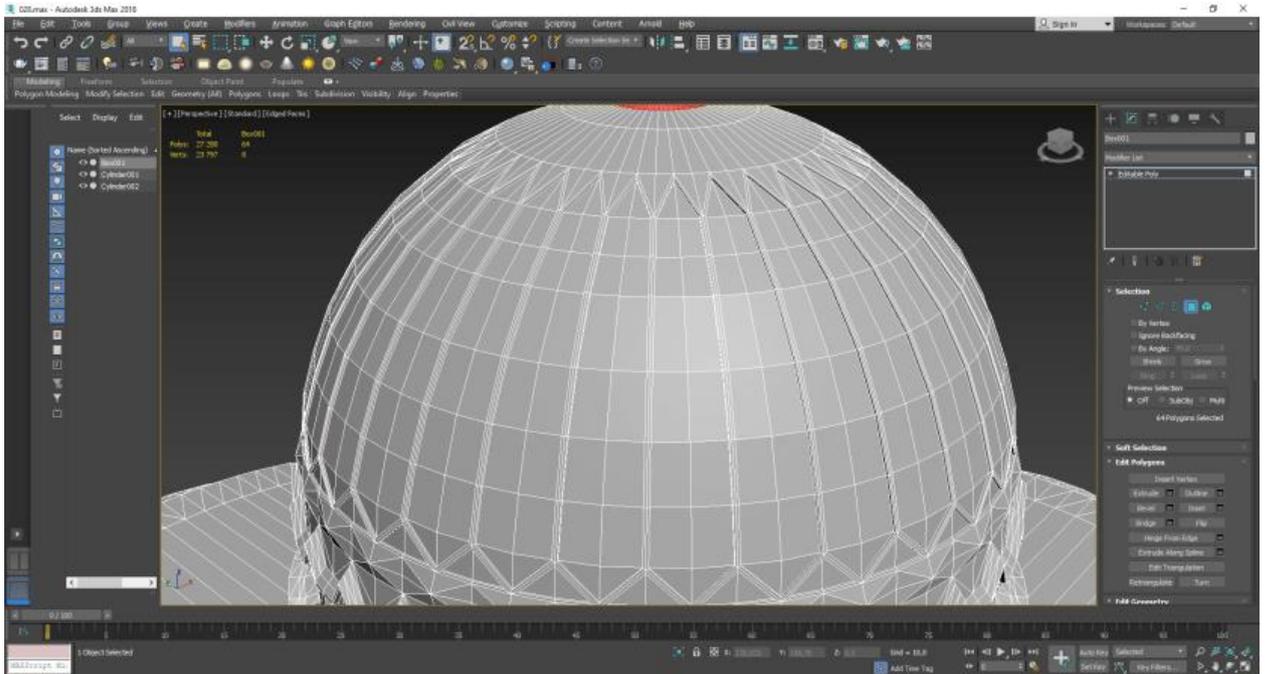


Рисунок 3.30 – Додані декоративні елементи

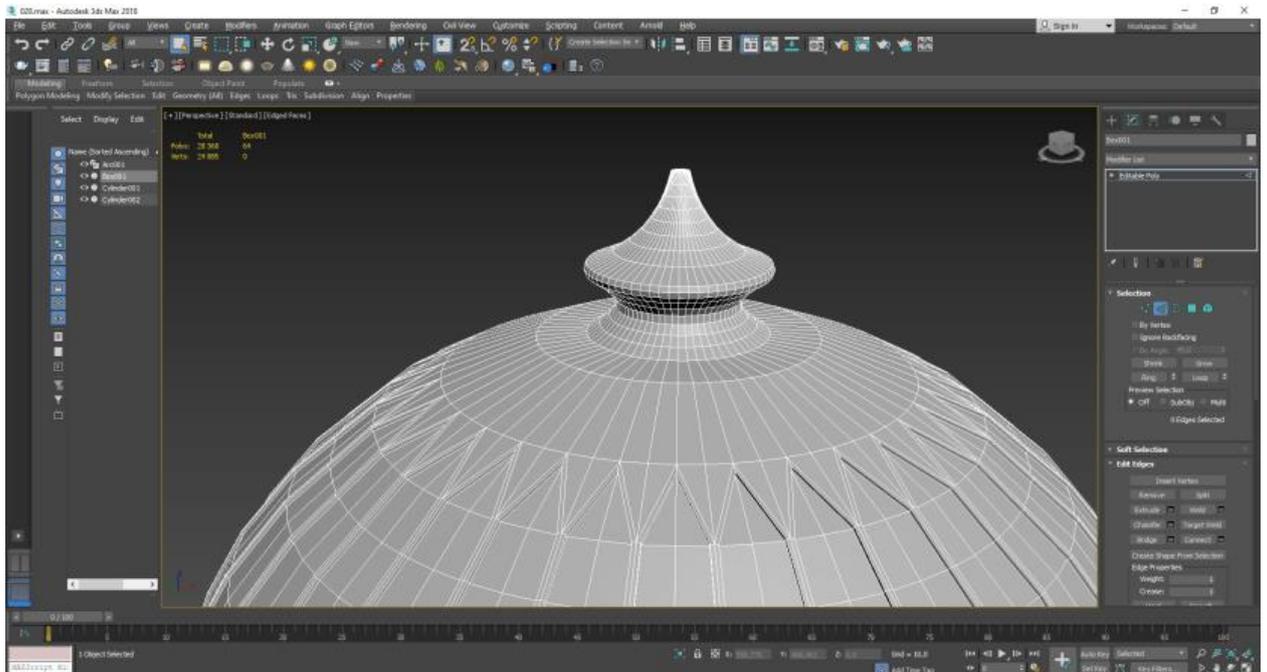


Рисунок 3.31 – Шпиль купола

Створюємо основи дзвіниці будівлі та виконуємо моделювання сітки віконних вирізів дзвіниці (рис.3.32-33). Створюємо вирізи для вікон дзвіниці.

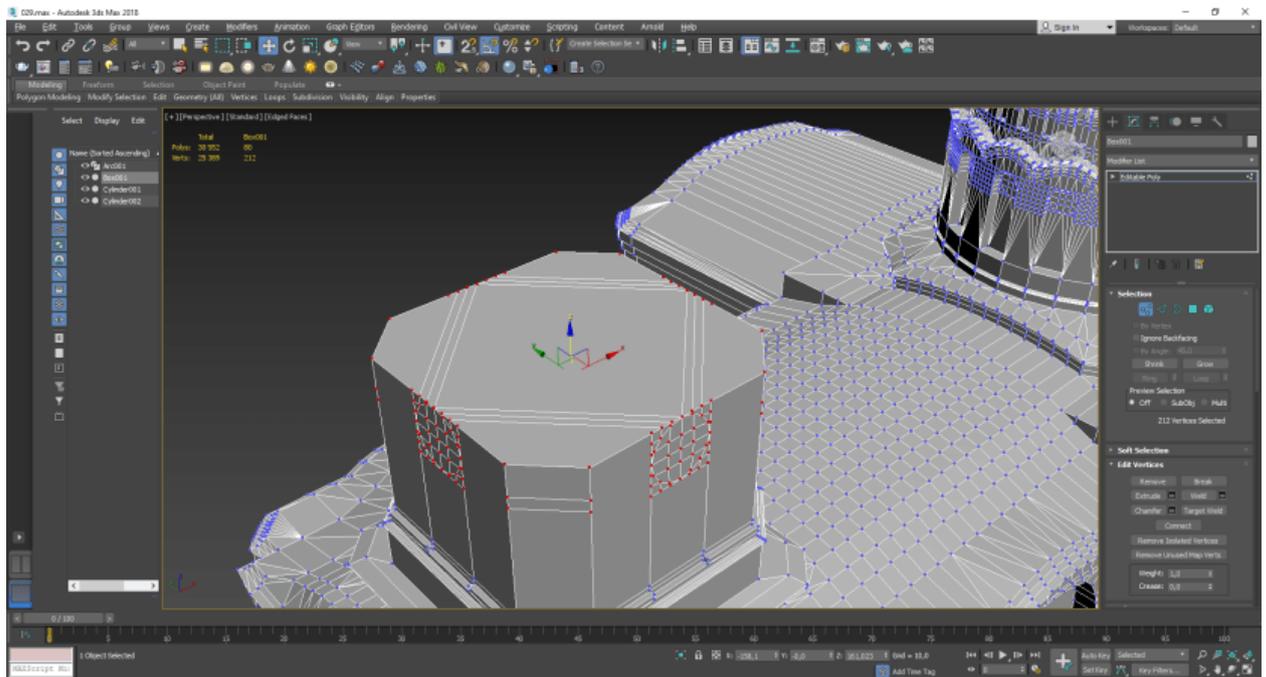


Рисунок 3.32 – Основа із сіткою для подальшого формування колони

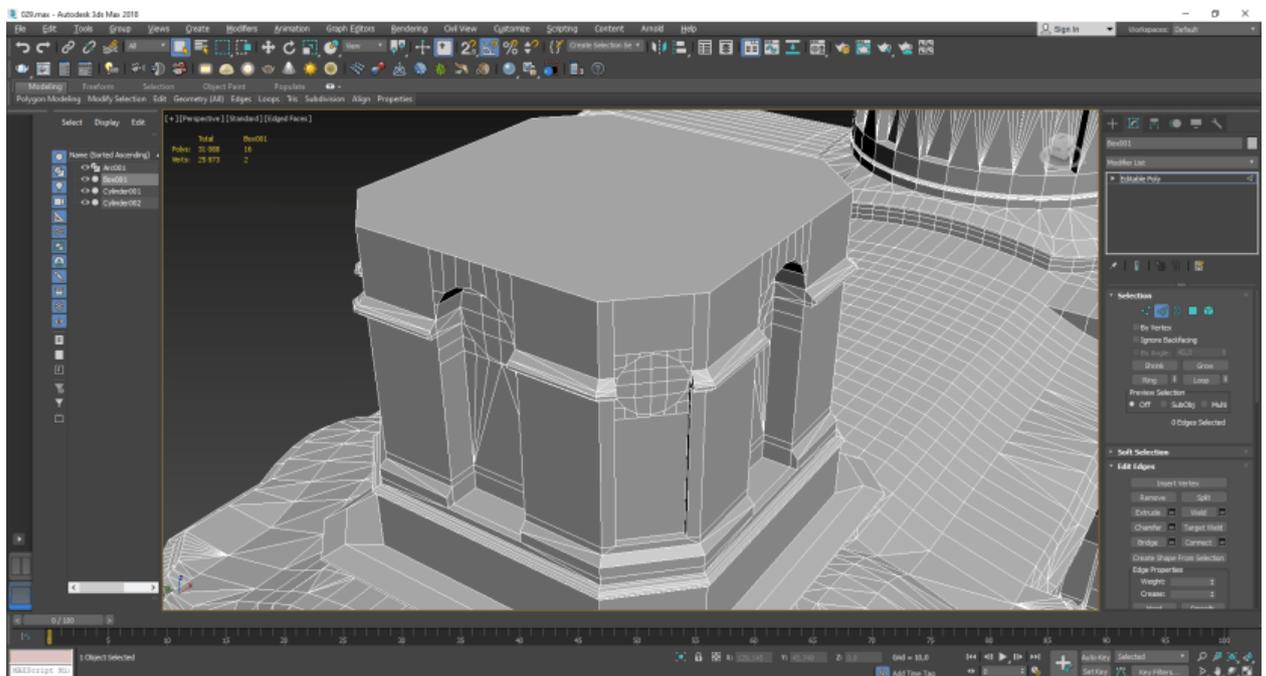


Рисунок 3.33 – Вирізи для вікон

На основі минулих змін виконуємо моделювання основи для другого рівня дзвіниці (рис.3.34). На виконаній основі реалізуємо створення другого рівня дзвіниці (рис.3.35).

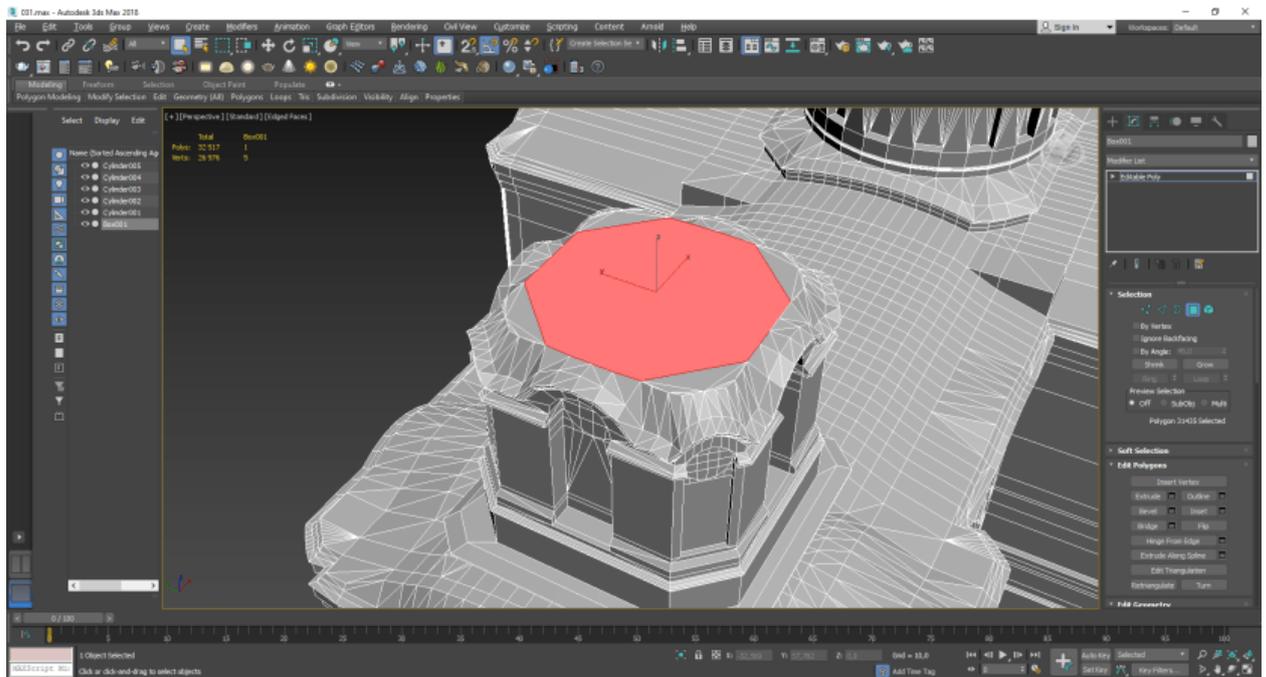


Рисунок 3.34 – Основа рівня дзвіниці

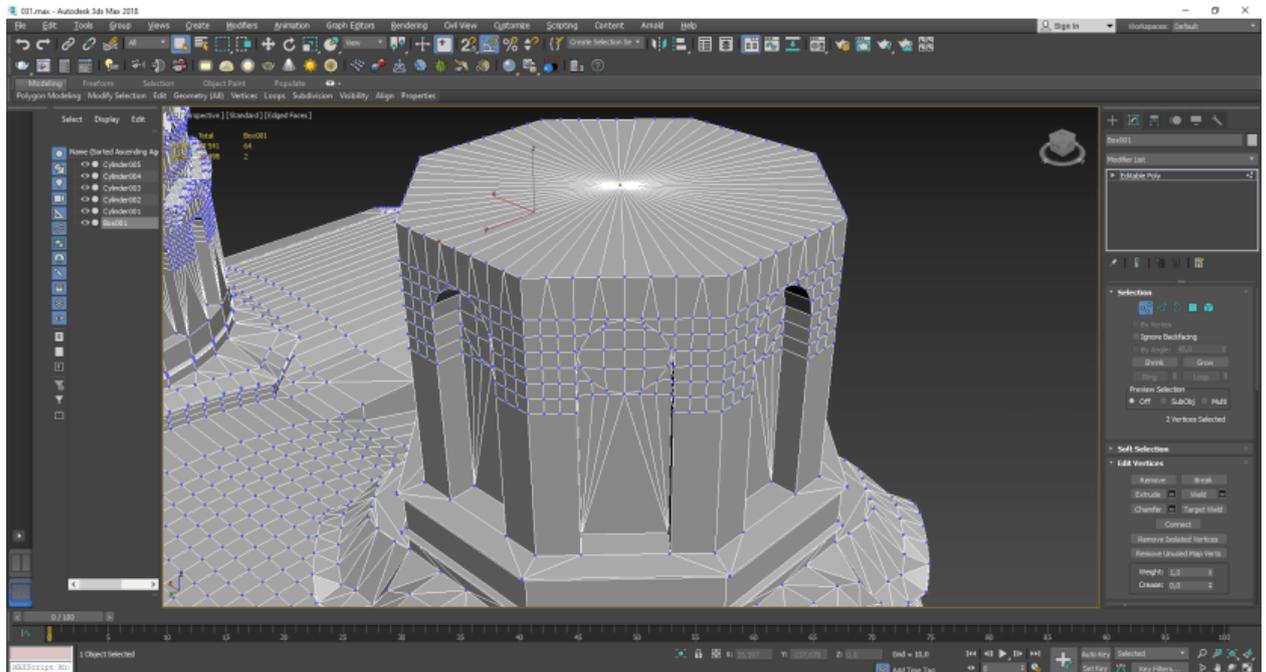


Рисунок 3.35 – Сформована основа

Перейдемо до моделювання додаткових входів будівлі. Це виконується за допомогою роботи із полігонами (рис.3.36-37). Моделювання сітки основного входу будівлі.

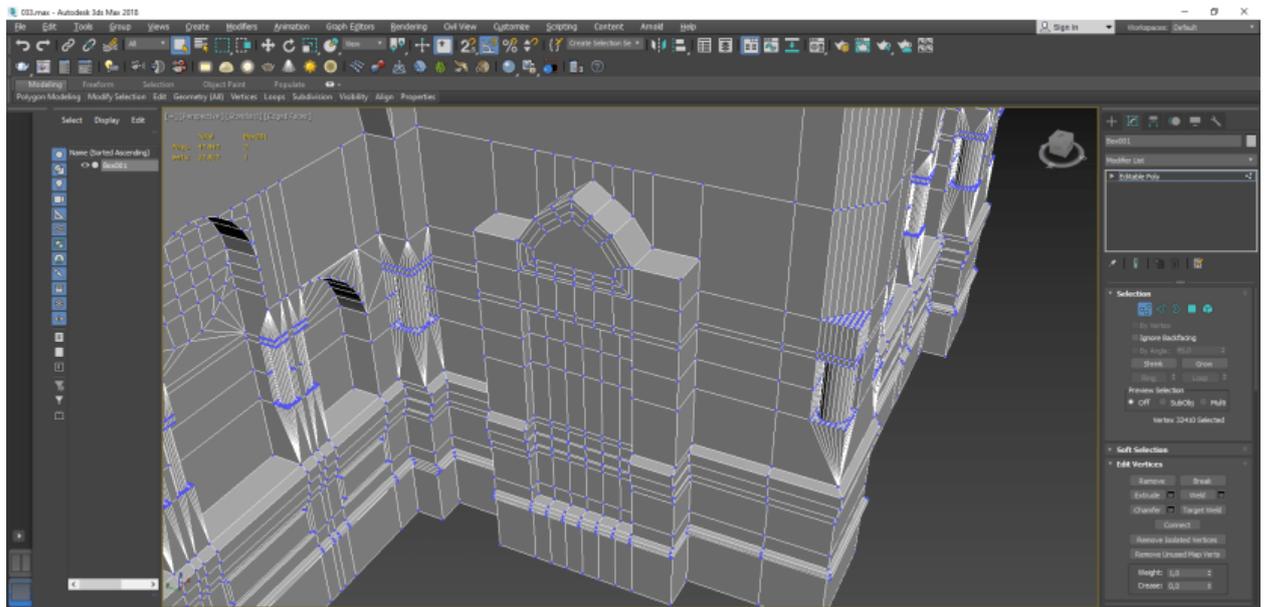


Рисунок 3.36 – Моделювання входу в будівлю

Формуємо створення основного входу до будівлі та моделювання детальної сітки основного входу для декорацій (рис.3.37-38).

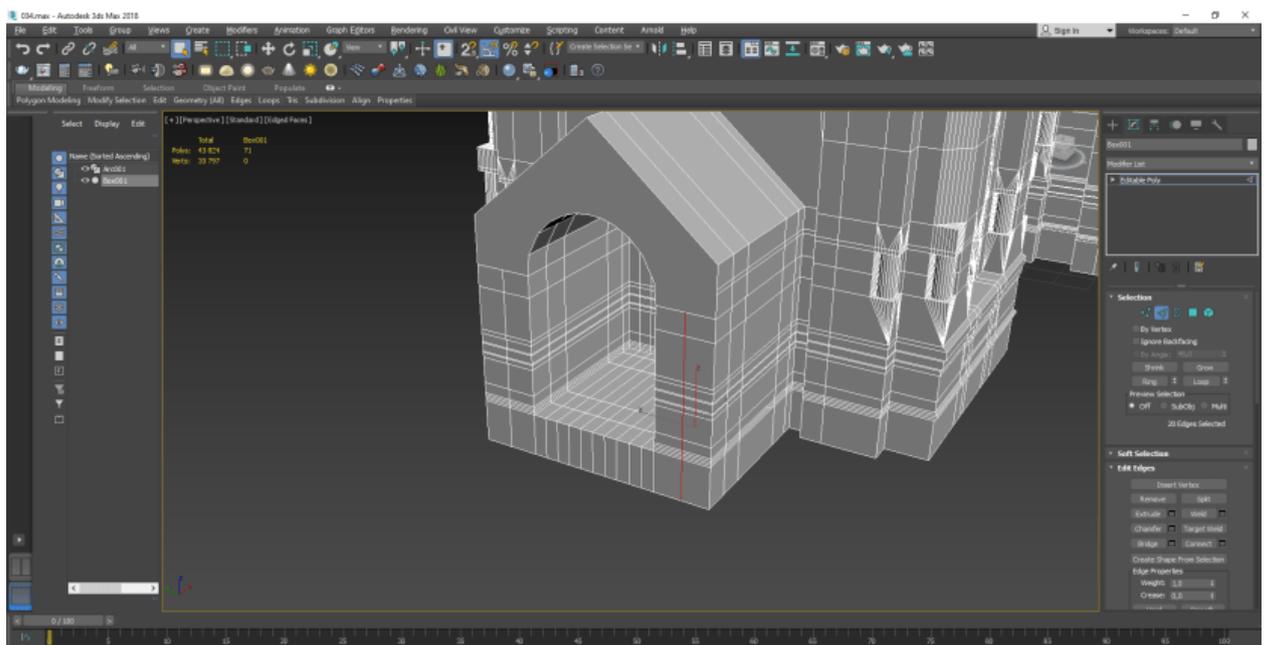


Рисунок 3.37 – Сформована основа входу до будівлі

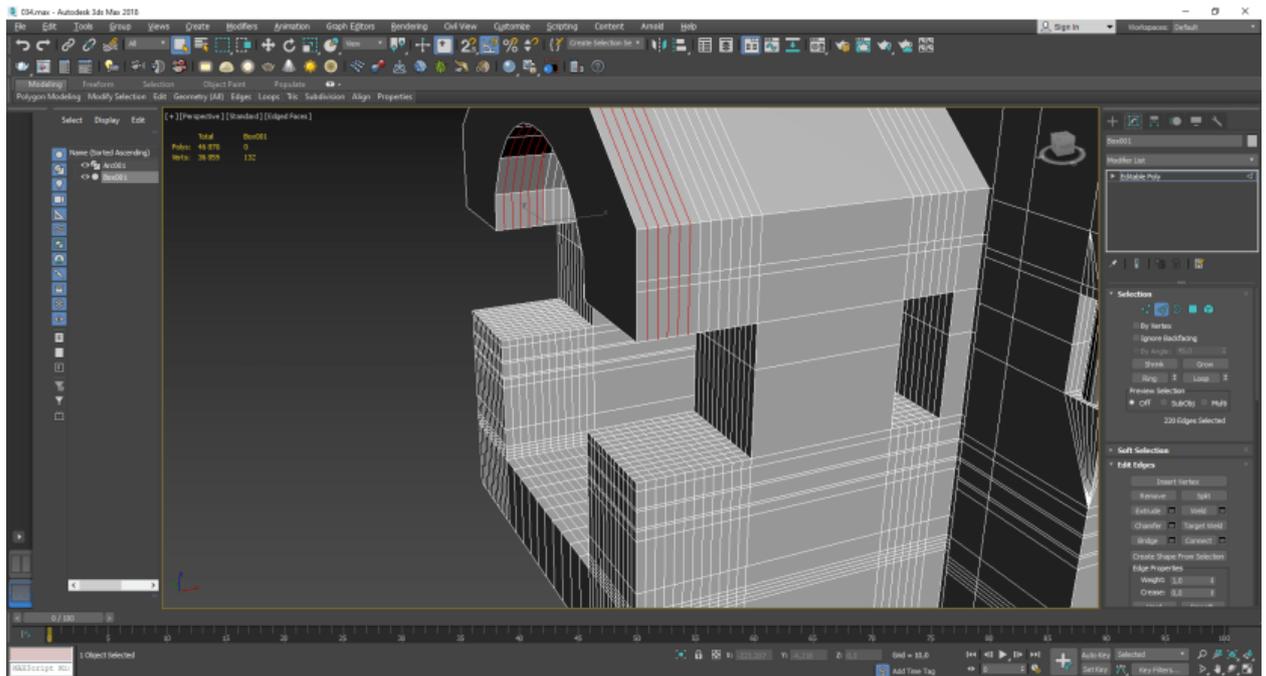


Рисунок 3.38 – Сітка основи входу до будівлі

Наступним кроком є створення декоративних колон основного входу (рис.3.39). Також було виконано додавання декоративних деталей основного входу.

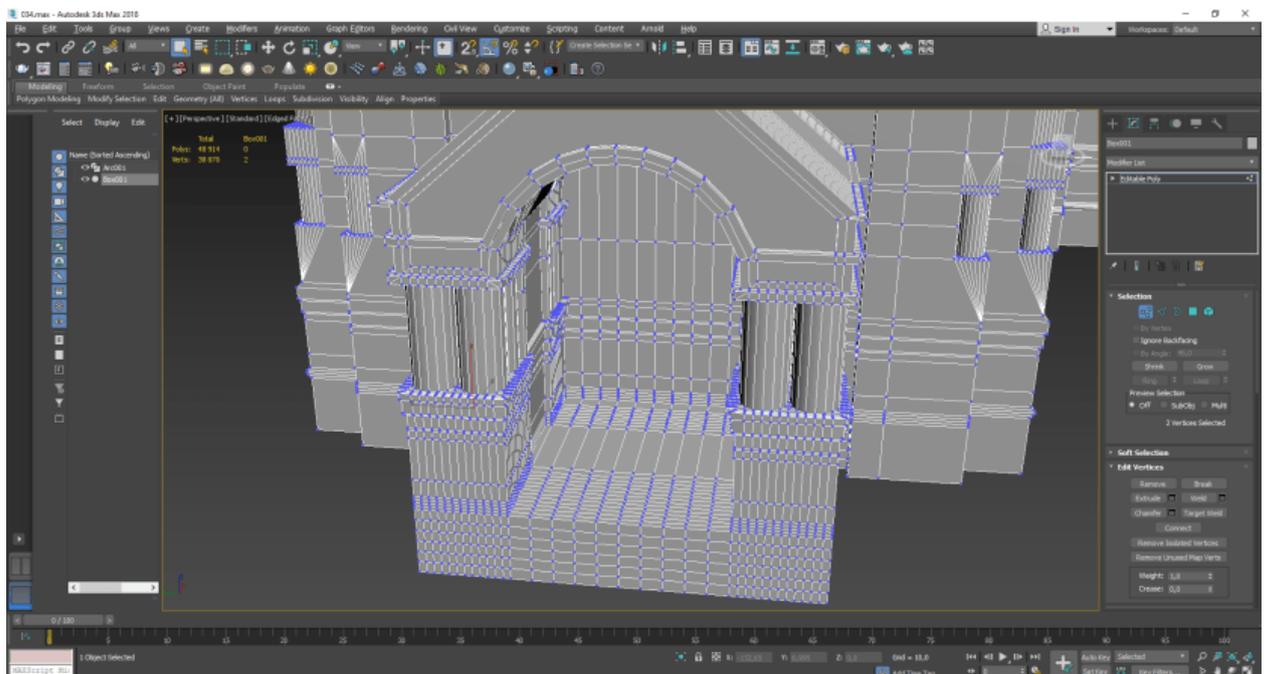


Рисунок 3.39 – Змодельовані колони

Наступною дією є моделювання основи ганку споруди та сходінок інструментами полігонального моделювання (рис.3.40).

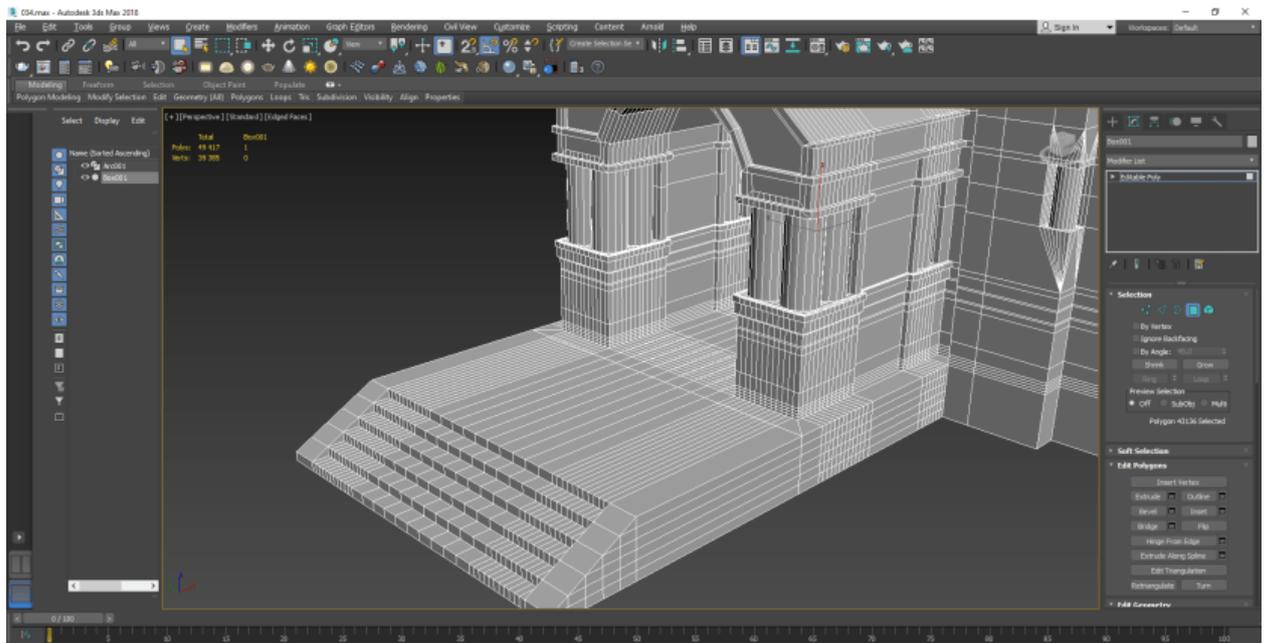


Рисунок 3.40 – Основа ганку

Однім із останнім кроком моделювання саме будівлі є вирівнювання сітки виріз та додавання деталей (рис.3.41)

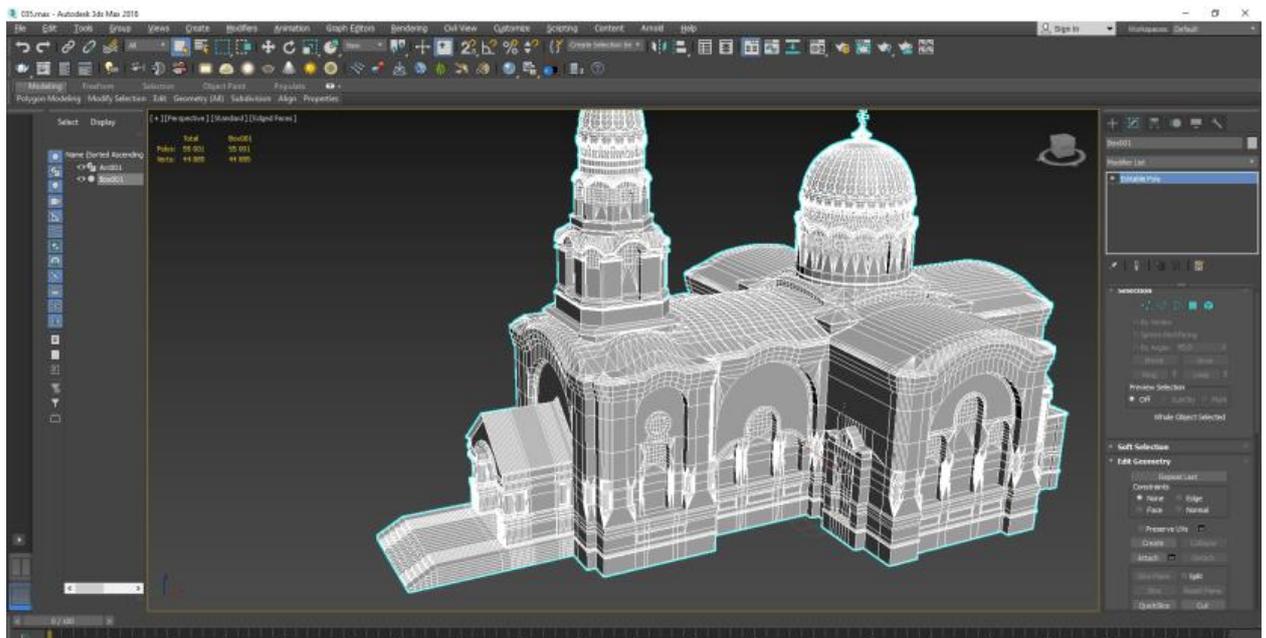


Рисунок 3.41 – Виконана модель будівлі

Перейдемо до створення огорожі. Перший етап – розробка основи (рис.3.42).

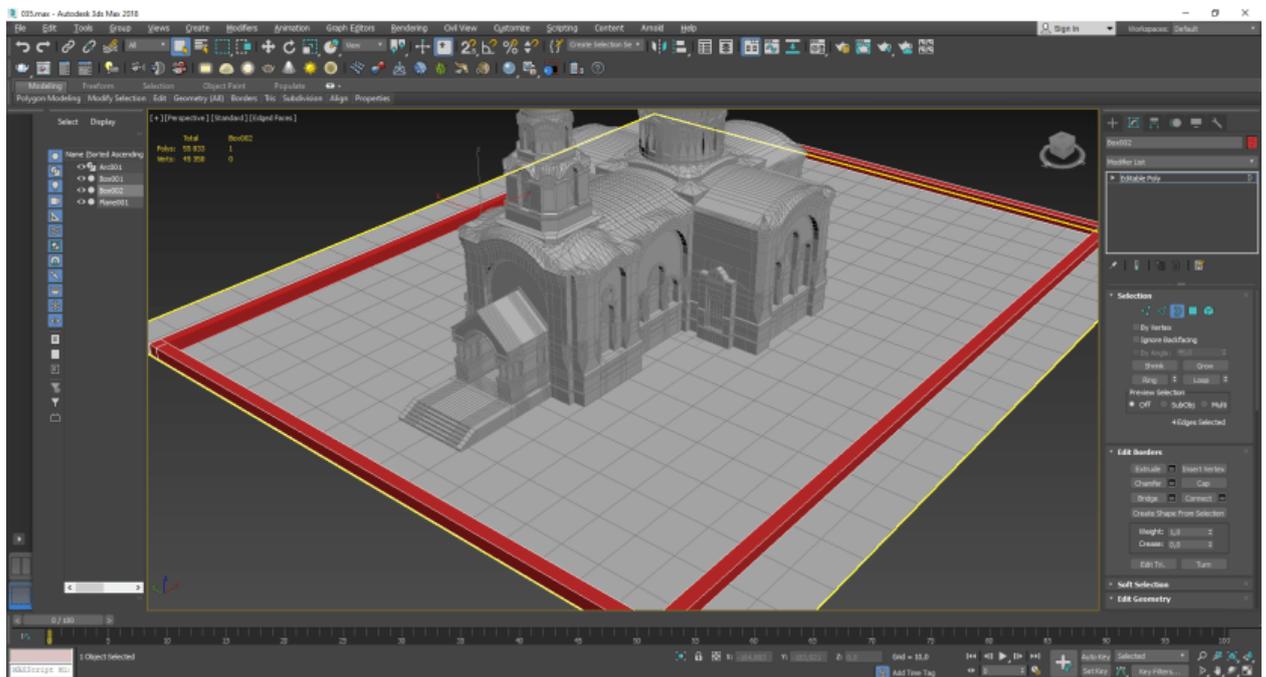


Рисунок 3.42 – Основа огорожі

Виконаємо додавання декоративних елементів огорожі, а саме арки та навіс (рис.3.43).

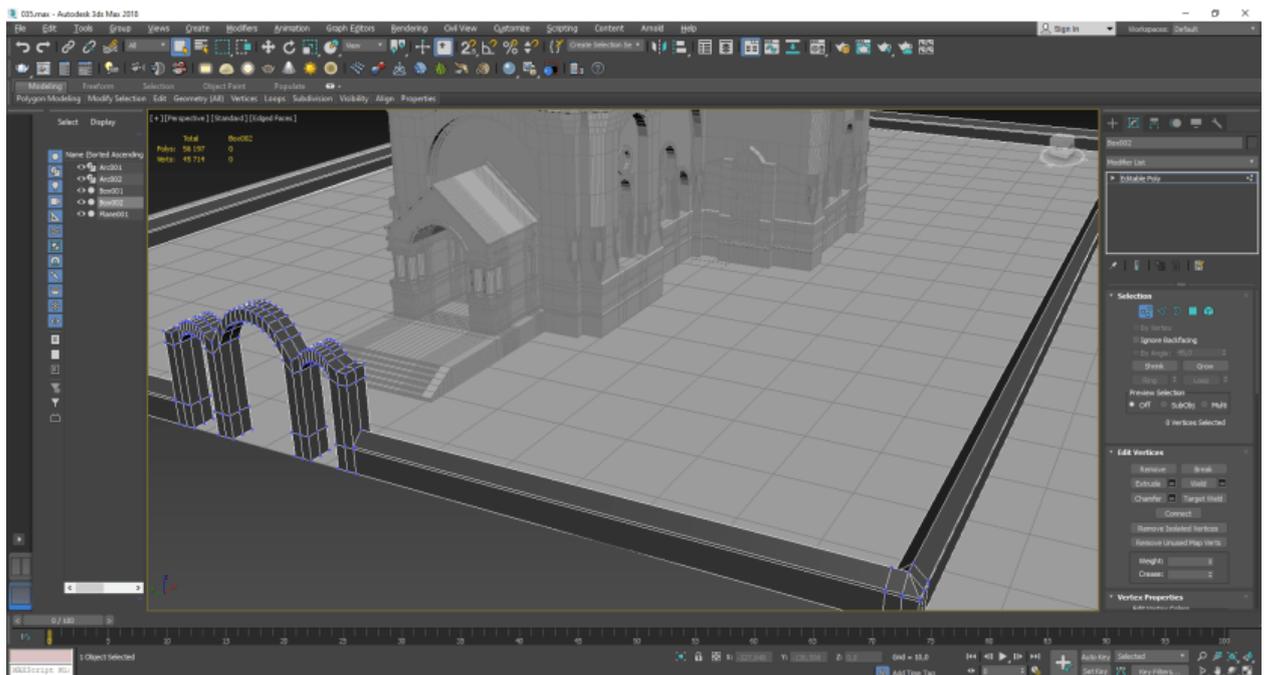


Рисунок 3.43 – Змодельована огорожа

Також для якісного відображення галявини додано базових дерев, що вже є в наявності у вбудованій бібліотеці 3ds Max (рис.3.44).

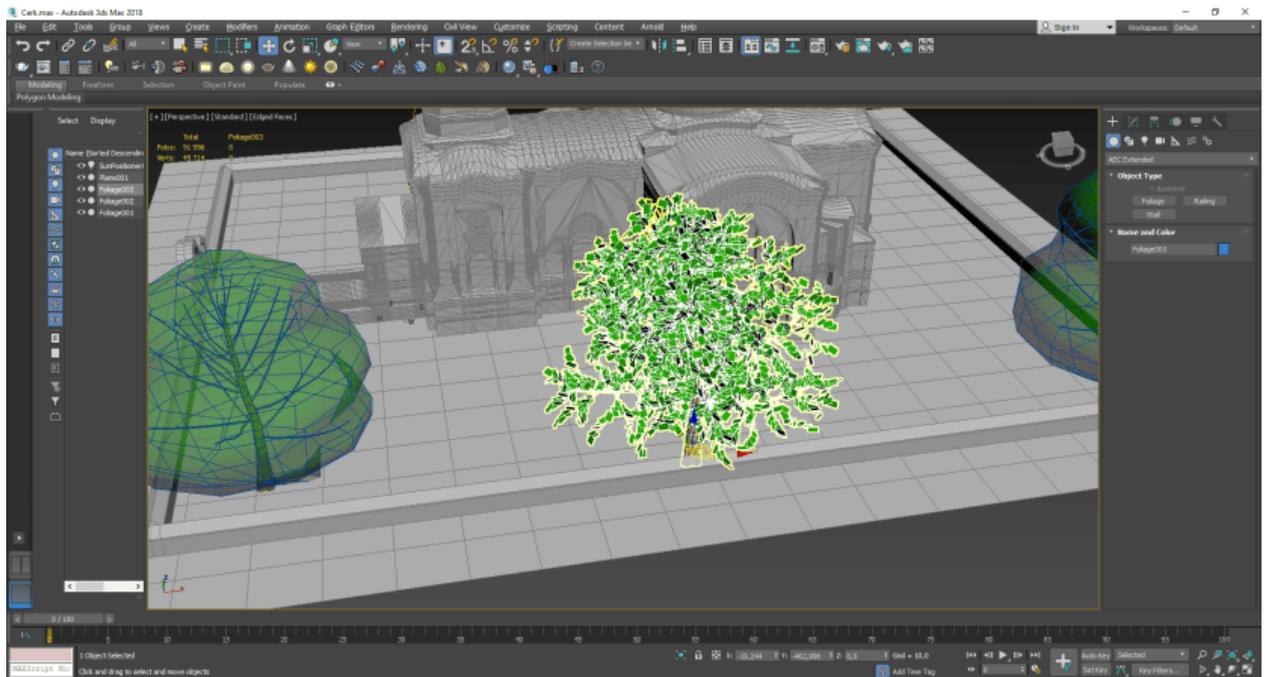


Рисунок 3.44 – Додані дерева до галявини

Результатом роботи є створена візуальна модель Вознесенської церкви міста Тростянець, згідно з оригіналом. Розроблена 3d модель має високу деталізацію.

3.2 Налаштування матеріалів

Першим етапом текстурування розробленої 3d моделі є імпорт цієї моделі в обране програмне забезпечення. При розробці даного проекту використовуємо додаток Substance Painter. Імпортована модель представлена на рис.3.45.

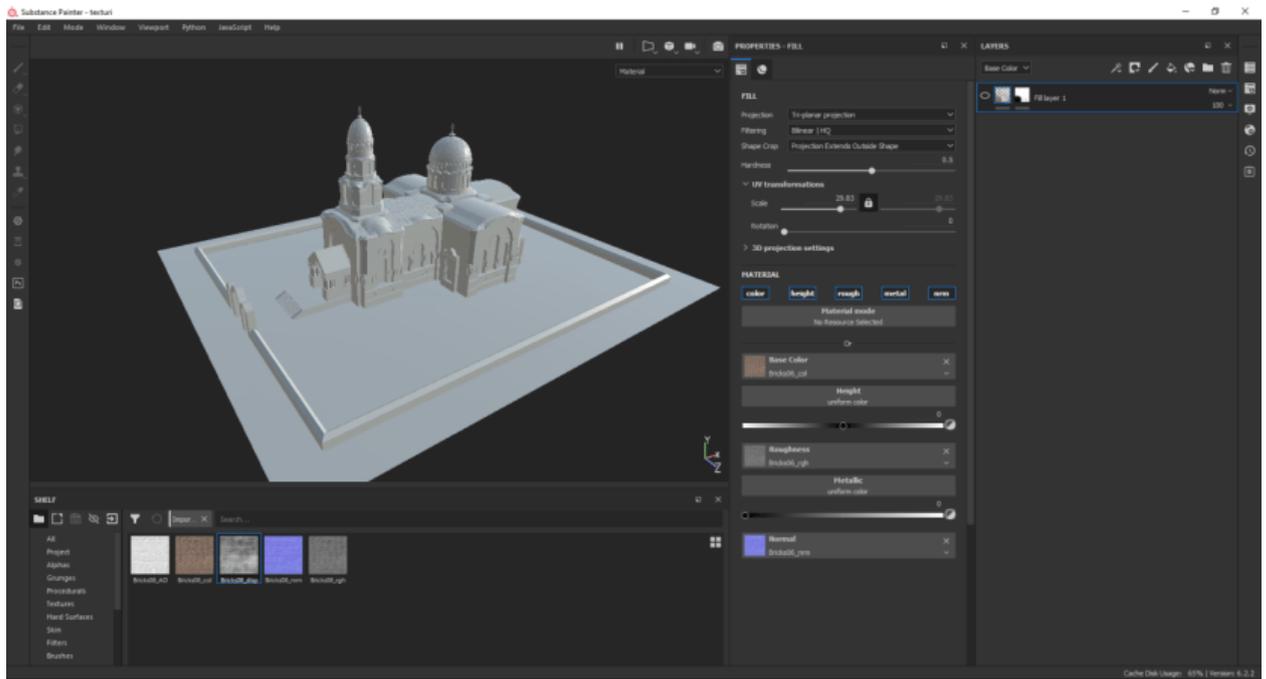


Рисунок 3.45 – Імпортована модель

Переходимо до накладання основної текстури, а саме червоної цегли (рис.3.46). Обирає полігони, та обираємо присвоєння текстури. Усі текстури, що використовуються при розробці проекту відносяться до вбудованого пакету додатку.

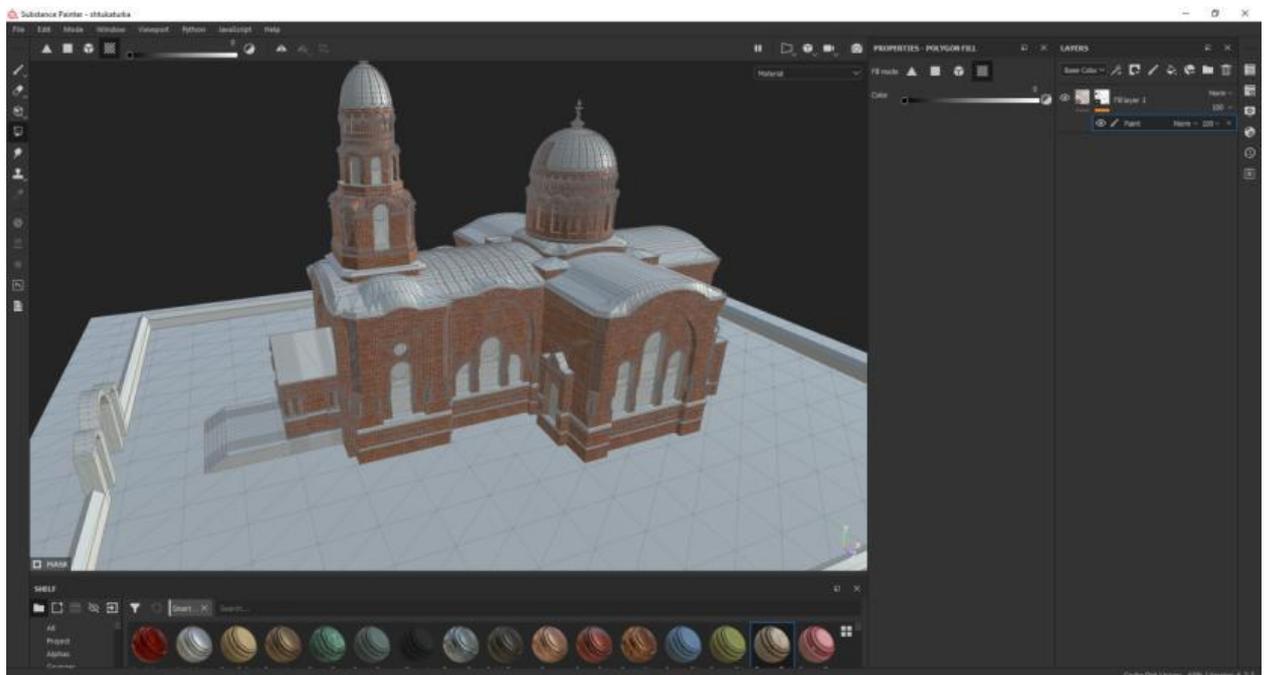


Рисунок 3.46 – Накладення матеріалу «цегла»

Накладання текстури металевого покриття даху (рис.3.47) та покриття декоративних елементів золотою текстурою (рис.3.48).

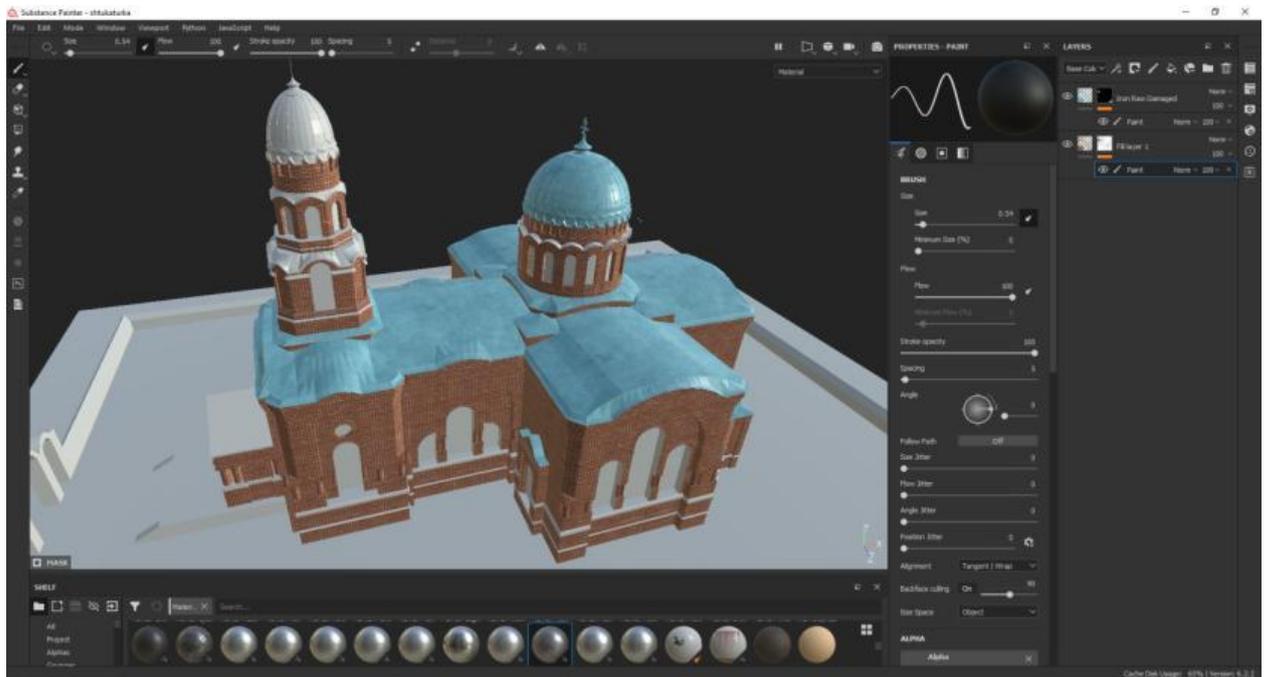


Рисунок 3.47 – Накладення матеріалу «цегламетал

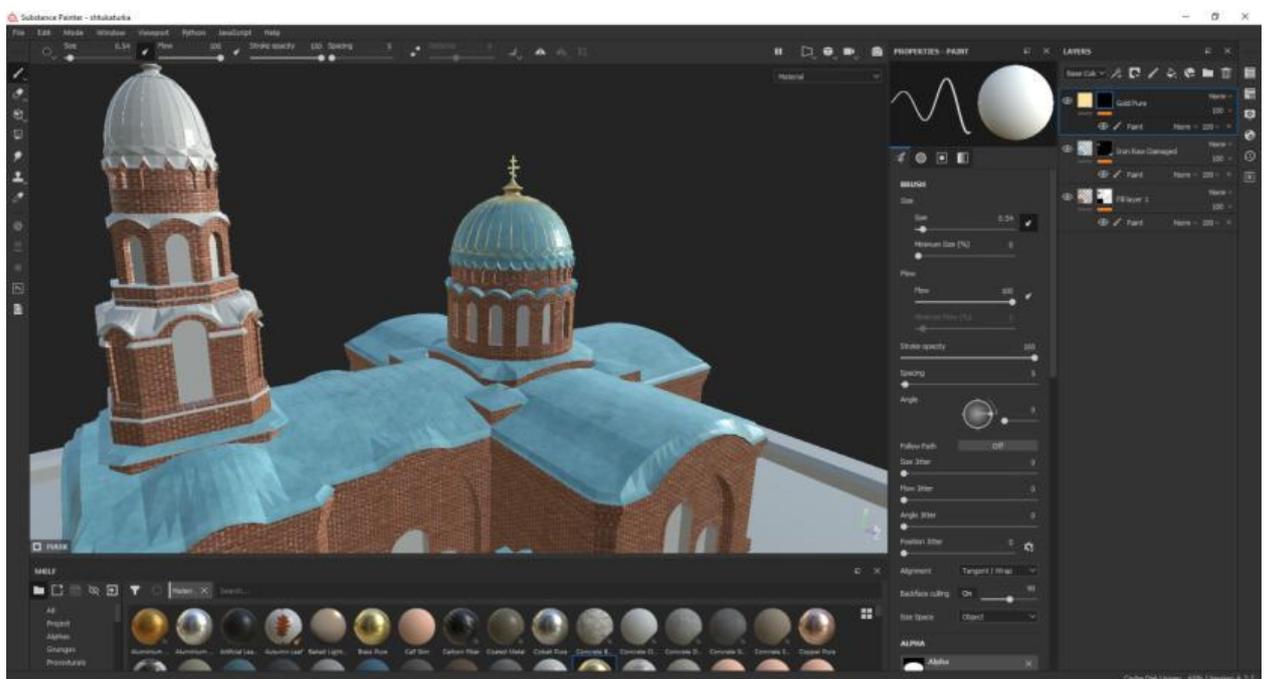


Рисунок 3.47 – Накладення матеріалу «золото»

Виконуємо повне текстурування куполів і даху (рис.3.48). За допомогою редагування вбудованих текстур створюємо контраст для виділення незатекстурованих елементів та змінюємо колір відповідно до оригіналу.

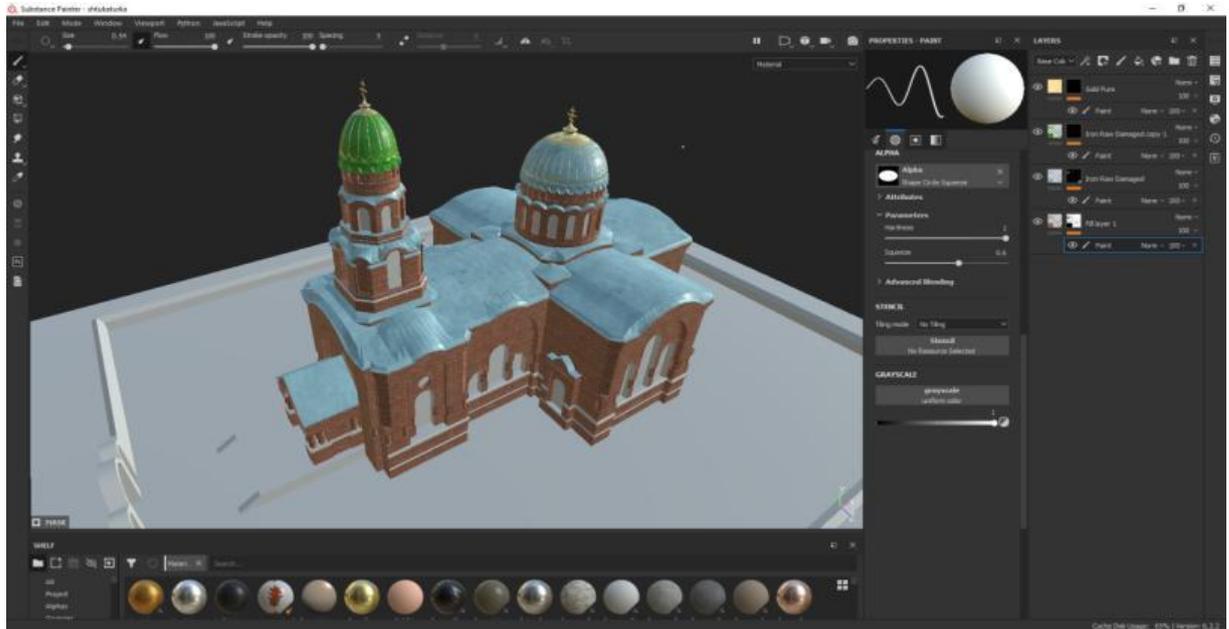


Рисунок 3.47 – Накладення матеріалу на купол

Додавання мозаїчної текстури та додавання рельєфності відбувається за допомогою завантаження відповідної картинки до програми (рис.3.48).

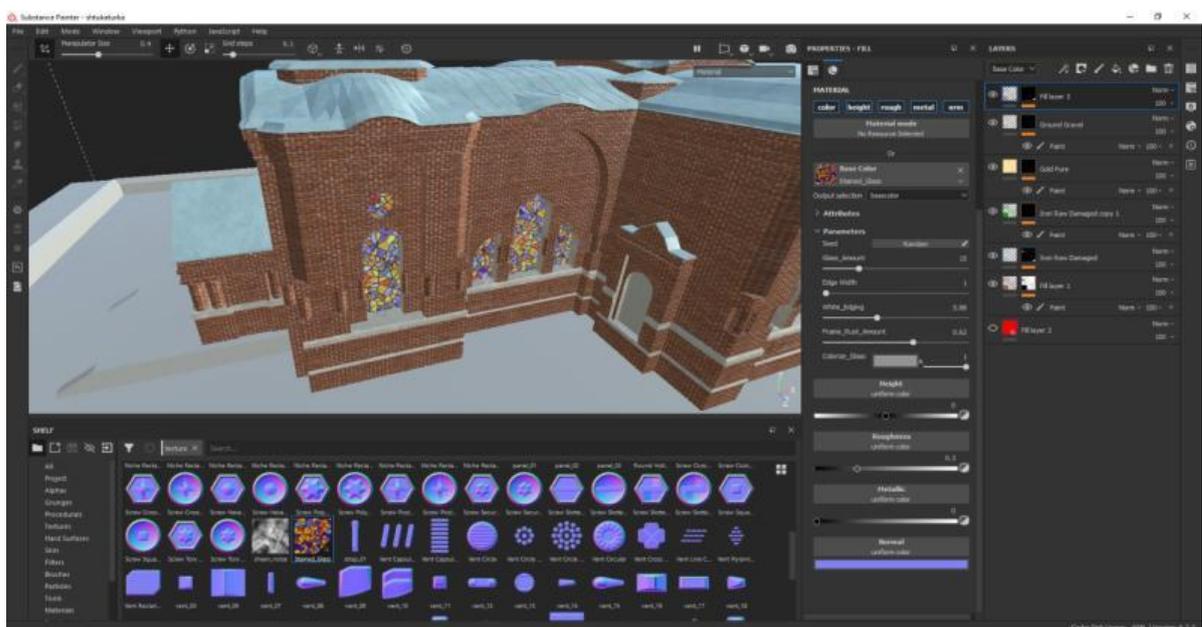


Рисунок 3.48 – Накладення власної текстури «вітраж»

Додаємо накладання текстури зеленої підкладки для основи моделі та накладення кам'яної кладки (рис.3.49-50).

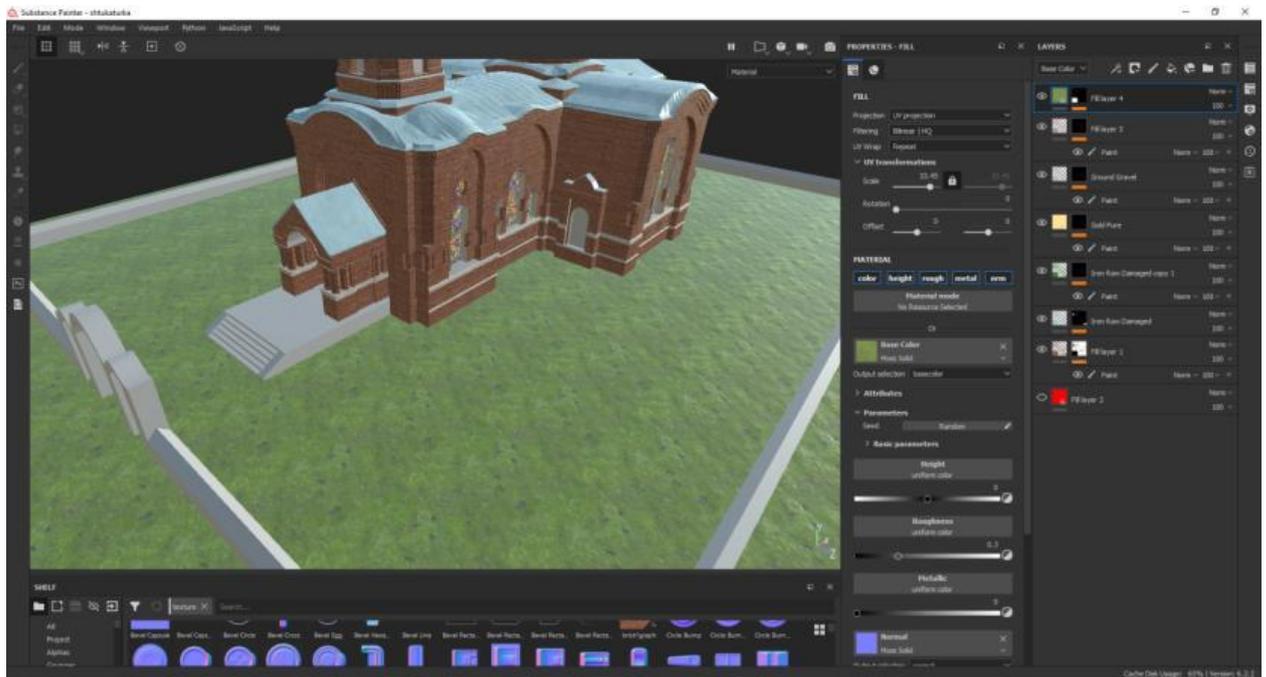


Рисунок 3.49 – Накладення текстури «трава»

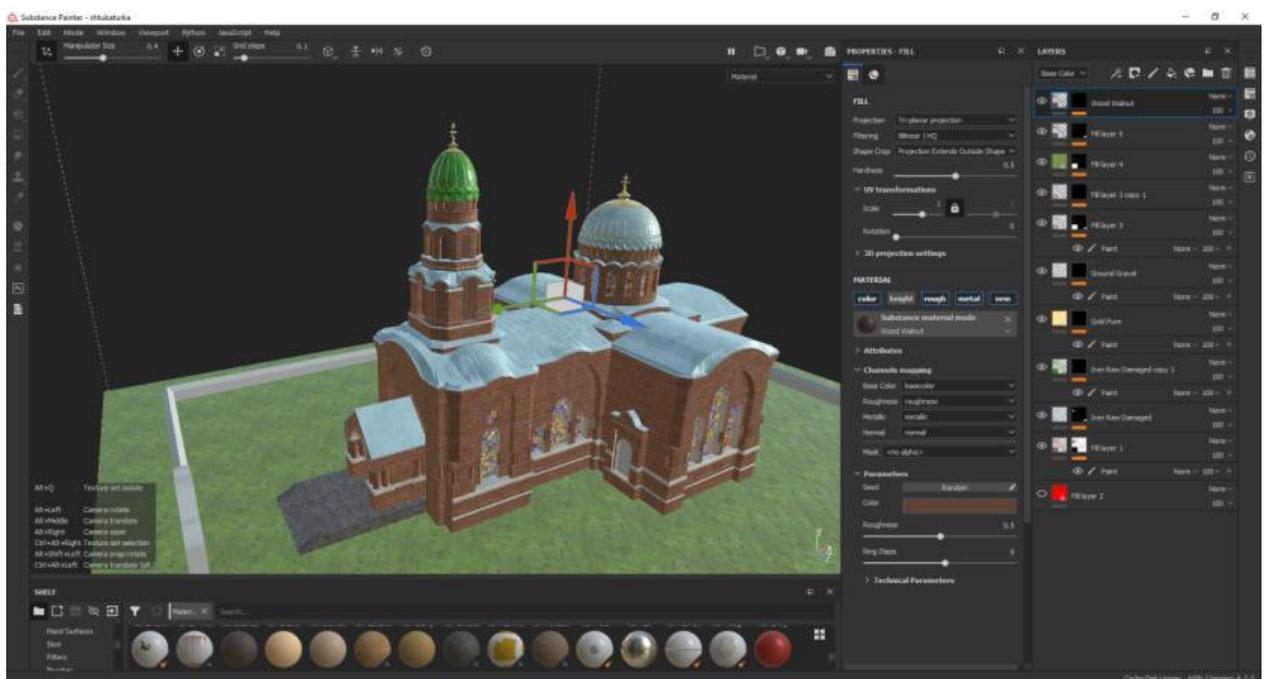


Рисунок 3.50 – Накладення власної текстури «камінь»

Кінцевий огляд моделі (рис.3.51). Важливо виконати перевірку на покриття всієї поверхні текстурами.

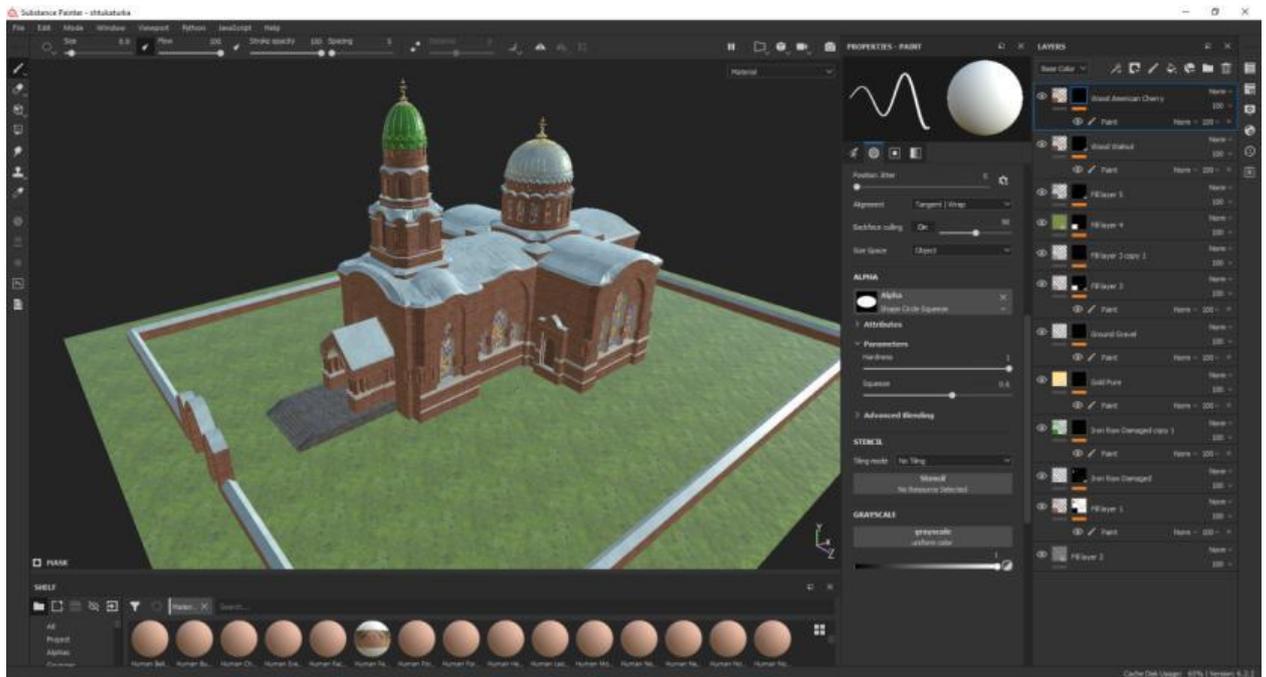


Рисунок 3.51 – Кінцевий результат текстурування

Імпорт текстур в V-Ray, підготовка та рендер був виконаний у програмі 3d Max (рис.3.52).

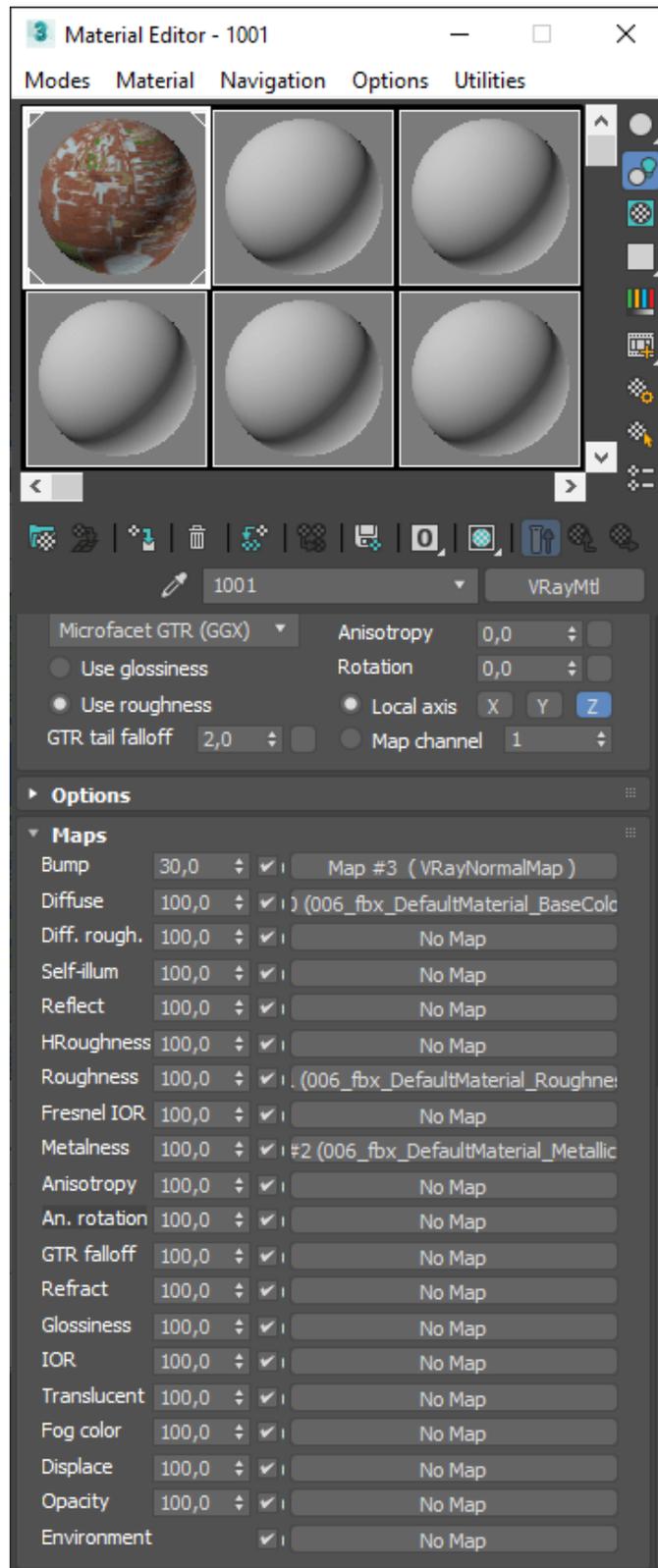


Рисунок 3.52 – Імпорт текстури

Фінальний результат роботи представлений на рис.3.53-57.



Рисунок 3.53 – Змодельована будівля (вид зверху)



Рисунок 3.54 – Змодельована будівля (вид збоку)



Рисунок 3.55 – Змодельована будівля (вид з входу)



Рисунок 3.56 – Змодельована будівля (вид з входу 2)



Рисунок 3.57 – Змодельована будівля (загальний вигляд)

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра «Візуалізація 3D моделі Вознесенської церкви міста Тростянець» усі поставлені задачі були реалізовані. А саме:

- Детально розглянуто загальну характеристику предметної області та проведено аналіз аналогічних проекти з визначенням переваг та недоліків робіт. На базі цього створено технічне завдання (додаток А).

- Побудовано діаграми нотації IDEF0, діаграма варіантів використання.

- На етапі планування проведено планування структури робіт проекту, створено матрицю відповідальності та проаналізовані можливі ризики, розроблено календарний графік виконання проекту (додаток Б).

- Обрані технічні та програмні засоби для реалізації поставленої мети.

- Реалізована модель історичної пам'ятки «Вознесенська церква» м. Тростянець з використанням полігонального моделювання та моделювання з використанням вбудованих стандартних примітивів і модифікаторів.

- Виконано текстування у Substance painter та рендер моделі у Autodesk 3d Max.

Даний проект має практичне направлення - популяризацію туризму. За рахунок отриманої реклами буде можливим проведення більшої кількості заходів, що стимулюють попит, таких як виставки, ярмарки, інвестиційні форуми чи інші заходи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 3D-MODEL OF THE ALEPPO BAZAAR [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.recover-urban-heritage.org/3d-models/> (дата звернення: 10.04.2021).
2. Beautiful Historic Buildings 3D Models <https://www.e-architect.com/articles/5-beautiful-historic-buildings-in-3d-models> (дата звернення: 10.04.2021).
3. Historic Buildings In 3D Models, Selected by Sketchfab [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.archdaily.com/781825/8-beautiful-historic-buildings-in-3d-models-selected-by-sketchfab> (дата звернення: 11.04.2021).
4. Hautefort in Dordogne, France [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://sketchfab.com/3d-models/hautefort-31eaca1d796c40da84b38a74c63a3d0f?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com (дата звернення: 11.04.2021).
5. В.Ю. Мітін, Огляд обладнання, програмного забезпечення, можливий та етапів тривимірного друку. Огляд обладнання, програмне забезпечення. Вісник Пермського університету 41 (2), 67-74 (2018).
6. Ю.А. Крейдун, Концепція створення галереї віртуальних 3D-освіт утрачених пам'ятників. Концепція створення галерей віртуальних 3D зображень загублених пам'ятників (історія та архітектура). Вісник Алтайського державного педагогічного університету 18, 71–76 (2014).
7. Methods building and printing 3D models historical architectural / Nevko I., Potapchuk O., Lutsyk I, Yavorska V, Tkachuk V. // Methodology of Learning, Education and Training. – 2020. – № 6. – С. 6-8.
8. The Top 10 Best Architecture Software 2021 (Beginner & Expert) [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.3dsourced.com/3d-software/best-architecture-software-design/> (дата звернення: 13.04.2021).

9. AutoCAD [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview?term=1-YEAR> (дата звернення: 13.04.2021).
10. Revit [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.autodesk.com/products/revit/overview?term=1-YEAR> (дата звернення: 13.04.2021).
11. Integrated Desig [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://graphisoft.com/solutions/products/archicad> (дата звернення: 15.04.2021).
12. 3ds Max [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview?term=1-YEAR> (дата звернення: 15.04.2021).
13. For What Aims Is Texturing Used? [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://wow-how.com/3d-texturing> (дата звернення: 15.04.2021).
14. THE 22 BEST 3D TEXTURING SOFTWARE [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://improveyourdrawings.com/2020/05/the-22-best-3d-texturing-software/> (дата звернення: 15.04.2021).
15. 3D Texturing Tools [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://cgifurniture.com/3d-texturing-tools-top/> (дата звернення: 15.04.2021).
16. The Best 8 Free and Open Source 3D Modeling Software [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.goodfirms.co/blog/best-free-open-source-3d-modeling-software> (дата звернення: 16.04.2021).
17. Applications of Modeling [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://homesthetics.net/what-is-3d-modeling/> (дата звернення: 16.04.2021).
18. What Is 3d Modeling? Things You've Got To Know Nowadays [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://archicgi.com/product-cgi/3d-modeling-things-youve-got-know/> (дата звернення: 17.04.2021).
19. Beginners Guide to 3D [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://marketscale.com/industries/building-management/what-is-3d-modeling-and-design-a-beginners-guide-to-3d/> (дата звернення: 18.04.2021).

20. J. I. Brown, in *Discrete Structures and Their Interactions* (Chapman and Hall/CRC, 2020), pp. 41–82.

21. V. A. Filimonov, L. N. Gorina, *Development and Implementation of Practice-oriented Process Model of Risk Management System at the Mining Enterprises. Occupational Safety in Industry*, 75–82 (2021).

22. V. Khareva, O. Voronova, T. Khnykina, in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (IOP Publishing Ltd, 2020), vol. 940.

ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

А.1 ПРИЗНАЧЕННЯ Й МЕТА СТВОРЕННЯ ПРОЕКТУ

1.1 Призначення інформаційної системи

Розроблений проект повинен представляти 3d моделі історичної пам'ятки «Вознесенська церква» м.Тростянець.

1.2 Мета створення інформаційної системи

Головна мета роботи – створення візуальної моделі Вознесенської церкви міста Тростянець, згідно з оригіналом в Autodesk 3ds Max, розробка якісних текстур та створення фінального результату.

1.3 Цільова аудиторія

Дана робота допоможе відкрити більше можливостей у сфері туризму в майбутньому. Перш за все, це повисить попит та цікавість туристів до пам'ятки та інших історичних місць. Адже у даних реаліях є неможливим подорожувати та відвідувати цікаві нові місця. Даний додаток допоможе майбутнім туристам ознайомитися з місцевістю туристичного об'єкта.

За рахунок отриманої реклами буде можливим проведення більшої кількості заходів, що стимулюють попит, таких як виставки, ярмарки, інвестиційні форуми чи інші заходи.

А.2 ВИМОГИ ДО ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Вимоги до інформаційної системи в цілому

З метою вирішення проблем, які виникли при аналізі предметної області, наведені у таблиці 1.1, були розроблені та запропоновані вимоги до створення віртуальної моделі Вознесенської церкви. Вимоги наведені у таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Перелік вимог до моделі

№	Назва	Зміст	Тип	Вимога, яка уточняється
1	Деталі	Відображення усіх потрібних деталей 3d моделі на сцені	Вимога до моделі	Можливість перегляду деталей
2	Обсяг розробки	Розроблена фінальна сцена повинна відображати модель та ближнє оточення у повному обсязі	Вимога до моделі	Відображення об'єкту у повному обсязі
3	Оптимізація зображення	Не буде помітне завантаження об'єктів на сцені	Вимога до системи	Чітке завантажене зображення
4	Сітка моделі	Користувач зможе переглянути деталі	Вимога користувача	Якісно розроблена сітка моделі
5	Якісне відображення текстури	Текстури повинні бути якісні та для відтворення реалістичності та схожості	Вимога до компонента	Наявність всіх предметів, які присутні в реальній будівлі
6	Освітлення	Розроблена сцена повинна містити якісне освітлення, що буде наближене до реального	Вимога до компонента	Освітлення повинне бути якісне та максимально наближене до реальності

2.2 Вимоги до 3d моделей

Всі створені 3d моделі повинні бути достовірними і передавати всі особливості будівель, ландшафту навколо і інших об'єктів.

Розглянемо перелік вимог до моделей:

- Модель повинна бути достовірною, що результати моделювання не викликає сумнівів.
- Модель відображає тільки істотні сторони об'єкта;
- Модель повинна містити достатню інформацію про систему - в рамках гіпотез, прийнятих при побудові моделі.
- Модель відображає оригінал лише в кінцевому числі його відносин і, крім того, ресурси моделювання кінцеві;

Практичне значення візуальної моделі – продемонструвати наглядно архітектуру, планування та зовнішній вигляд історичної пам'ятки.

2.3 Вимоги до текстур

Кожен об'єкт має свою унікальну карту текстур, яка повинна якісно передавати зовнішній вигляд об'єкта і створювати ефект реалістичності. Потрібно достовірно передавати фізичні властивості матеріалів і їх властивості, такі як фактуру, блиск, складки, тріщини, шви та інше.

Розглянемо перелік вимог до створення текстур:

- Текстура повинна бути в декілька разів більше потрібного розміру для якісного відображення дрібних деталей;
- У фіналі модель з текстурою повинна виглядати об'ємною та цілісно, а не розвалюватися на шматки - окремі, не пов'язані між собою обсяги.
- Потрібно використовувати різноманітні форми та обсяги по всій текстурі;

Для створення текстур можна використовувати як готові матеріали, так і створені вручну в фото редакторах, як Adobe Photoshop. Від використаних зображень безпосередньо буде залежати якість отриманого результату.

2.4 Вимоги до роботи з графікою

Важливим фактором є оптимізація графіки для швидкості рендеру сцени. Якщо виникають деякі труднощі, потрібно визначити через що саме з'явилися подібні проблеми з продуктивністю та запропонувати кілька методів для їх вирішення.

Наприклад, можна використовувати – статичні сітки-екземпляри. Кожен раз, коли на сцені з'являється новий об'єкт, це вимагає виклику додаткової команди відтворення на пристрої, що обробляє графіку. Якщо це статична сітка, то для кожної копії цієї сітки буде потрібно окремий виклик команди відтворення. Даний спосіб оптимізації – створення екземплярів статичних сіток і тим самим зниження кількості викликів команд відтворення.

2.5 Вимоги до апаратного забезпечення

Системні вимоги – це орієнтир того, яка потужність необхідна для розкриття повного графічного і технологічного потенціалу. Із зазначеними рекомендаціями робота над проектом буде комфортною та продуктивною.

Вимоги для запуску програмного продукту 3Ds Max:

- ОС: Windows 7, 8, 8.1, 10;
- Процесор: 64-розрядний Intel або багатоядерний AMD;
- Відеокарта: 1GB і більше, DDR5;
- ОЗУ: не менше 4 ГБ;
- Вільного місця: 6 ГБ;

Вимоги до використання Substance Painter:

- ПРОЦЕСОП: Requires a 64-bit processor and operating system;

- ОПЕРАТИВНА ПАМ'ЯТЬ: 8 GB;
- ОС: Windows 7/8/10 - 64 bit mandatory;
- Відеокарта: Intel HD 5000 - IRis Pro 6200 - NVIDIA GeForce GTX 600 -
NVIDIA Quadro K2000 - AMD Radeon HD 7000 - AMD Radeon Pro WX-serie
/ Pro Duo - AMD FirePro W-series / FirePro S-series;
- PIXEL шейдера: 5.0;
- VERTEX шейдера: 5.0;
- ВІЛЬНИЙ МІСЦЕ НА ДИСКУ: 2 GB.

А.3 СКЛАД І ЗМІСТ РОБІТ ЗІ СТВОРЕННЯ ДОДАТКУ

Докладний опис етапів роботи наведено в табл. А.2.

Таблиця А.2 – Етапи створення моделей

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки (у робочих днях)
1.	Вступна інформація	10
1.1.	Ознайомлення з предметною областю проекту	4
1.2.	Вивчення конкурентів	3
1.3.	Ідентифікація ідей	3
2.	Планування деталей віртуального туру	15
2.1.	Аналіз програмних додатків для реалізації проекту	2
2.2.	Підготовка матеріалу	5
2.3.	Вивчення вимог	3
2.4.	Розробка календарного плану	5
3.	Розробка візуальної частини проекту	35
3.1.	Моделювання об'єктів	25
3.2.	Збір фінальної сцени	3
3.3.	Робота з матеріалами	7
4.	Розповсюдження матеріалів проекту	10

ДОДАТОК Б. ПЛАНУВАННЯ РОБІТ

Б.1 ІДЕНТИФІКАЦІЯ МЕТИ ІТ-ПРОЕКТУ

1.1 Розробка концепції проекту

1.1.1 Ідентифікація ідеї проекту

Головна мета проекту – створення візуальної моделі Вознесенської церкви міста Тростянець, згідно з оригіналом в Autodesk 3ds Max, розробка текстур високої якості та створення фінального рендеру.

1.1.2 Деталізація мети методом SMART

Розробимо таблицю та деталізацію за допомогою методу SMART (табл.Б.1.1).

Таблиця Б.1 – Деталізація мети методом SMART

Specific (конкретна)	Розробити якісну візуальну 3D модель Вознесенської церкви міста Тростянець, згідно з оригіналом.
Measurable (вимірювана)	Даний проект не є комерційним, тому результатом його роботи буде оцінка замовника.
Achievable (досяжна)	Розробка моделі буде здійснена за допомогою програми Autodesk 3ds Max.
Realistic (реалістична)	Необхідне обладнання та програмне забезпечення (Autodesk 3ds Max) в наявності та готове до застосування. Розробник є кваліфікованим, здатним до виконання поставлених задач та реагування на труднощі.
Time-framed (обмежена у часі)	У проекті поставлені часові рамки. Виконання роботи здійснюється з обмеженнями у часі, визначеними керівником проекту із замовником.

1.2 Техніко-економічне дослідження

1.2.1 Дослідження продукту IT-проекту, організації, ринку, регіону

Створена модель допоможе відкрити більше можливостей у сфері туризму в майбутньому. Перш за все, це повисити попит та цікавість туристів до пам'ятки та інших історичних місць. Адже у даних реаліях є неможливим подорожувати та відвідувати цікаві нові місця. Дана модель допоможе майбутнім туристам ознайомитися з місцевістю туристичного об'єкта.

1.2.2 Дослідження проекту в соціально-економічному, технічному, комерційному, економічному, фінансовому, соціально-інституційному аспектах

У соціально-економічному аспекті за рахунок отриманої реклами буде можливим проведення більшої кількості заходів, що стимулюють попит, таких як виставки, ярмарки, інвестиційні форуми чи інші заходи.

У технічному аспекті створена модель дозволить детально ознайомитись із конструкцією споруди.

У комерційному, економічному та фінансовому аспектах розробка моделі допоможе заохочувати більше туристів, що необхідно для майбутнього розвитку сфери туризму.

1.2.3 Оцінка цінності, життєздатності, економічної ефективності та життєсталості IT-проекту

Створена модель стане корисною для розвитку сфери туризму, заохочуючи туристів та краєзнавців відвідувати церкви та інші історичні місця міста.

Економічна ефективність проекту полягає в заохоченні нових туристів.

Сталість продукту проекту полягає в актуальності розширення сфери туризму.

1.3 Підготовка оціночного висновку

1.3.1 Опис причини ініціалізації відібраної після експертизи альтернативи IT-проекту

Сьогодні теми розробки 3D моделі є актуальним питанням, оскільки більшість туристичних сфер використовують 3D моделі для попереднього перегляду місць та об'єктів перед їх відвідуванням, що позитивно впливає на заохочення та зацікавленість туристів.

Даний проект допоможе майбутнім туристам ознайомитися з місцевістю туристичного об'єкта.

За рахунок отриманої реклами буде можливим проведення більшої кількості заходів, що стимулюють попит, таких як виставки, ярмарки, інвестиційні форуми чи інші заходи.

1.3.2 Попередній опис змісту проекту

Під керівництвом дипломного керівника був розроблений наступний перелік етапів створення проекту 3D моделі:

- формування технічного завдання;
- моделювання всіх об'єктів;
- збір готових об'єктів у сцені;
- нанесення текстур на об'єкт;
- освітлення сцени;
- формування документації;
- 3D-візуалізація.

1.3.3 Формалізація мети продукту та результату проекту

Головна мета проекту – створення візуальної моделі Вознесенської церкви міста Тростянець, згідно з оригіналом в Autodesk 3ds Max, розробка якісних текстур та створення фінального рендеру.

1.3.4 Опис обмежень та допущень проекту

Обмеження в часі є єдиним обмеженням проекту. Рішення – розподілення часових рамок для процесів та підпроцесів проекту.

Б.2 ОПИСАННЯ ІТ-ПРОЕКТУ НА ФАЗІ РОЗРОБЛЕННЯ

2.1 Планування змісту структури робіт ІТ-проекту (WBS)

WBS - це розбиття проекту на конкретні результати, які повинні бути досягнуті для досягнення цілей проекту. Як правило, на верхньому рівні вказується сам проект, під ним (на першому рівні) - основні результати, кожен з яких, в свою чергу, деталізується, тобто наступний рівень завжди менше попереднього за обсягом робіт і, як правило, включає 2 і більше пакетів робіт. При цьому в різних гілках WBS може бути різна кількість рівнів в залежності від потрібного ступеня деталізації.

На рис.Б.2.1 приведена WBS-структура проекту.

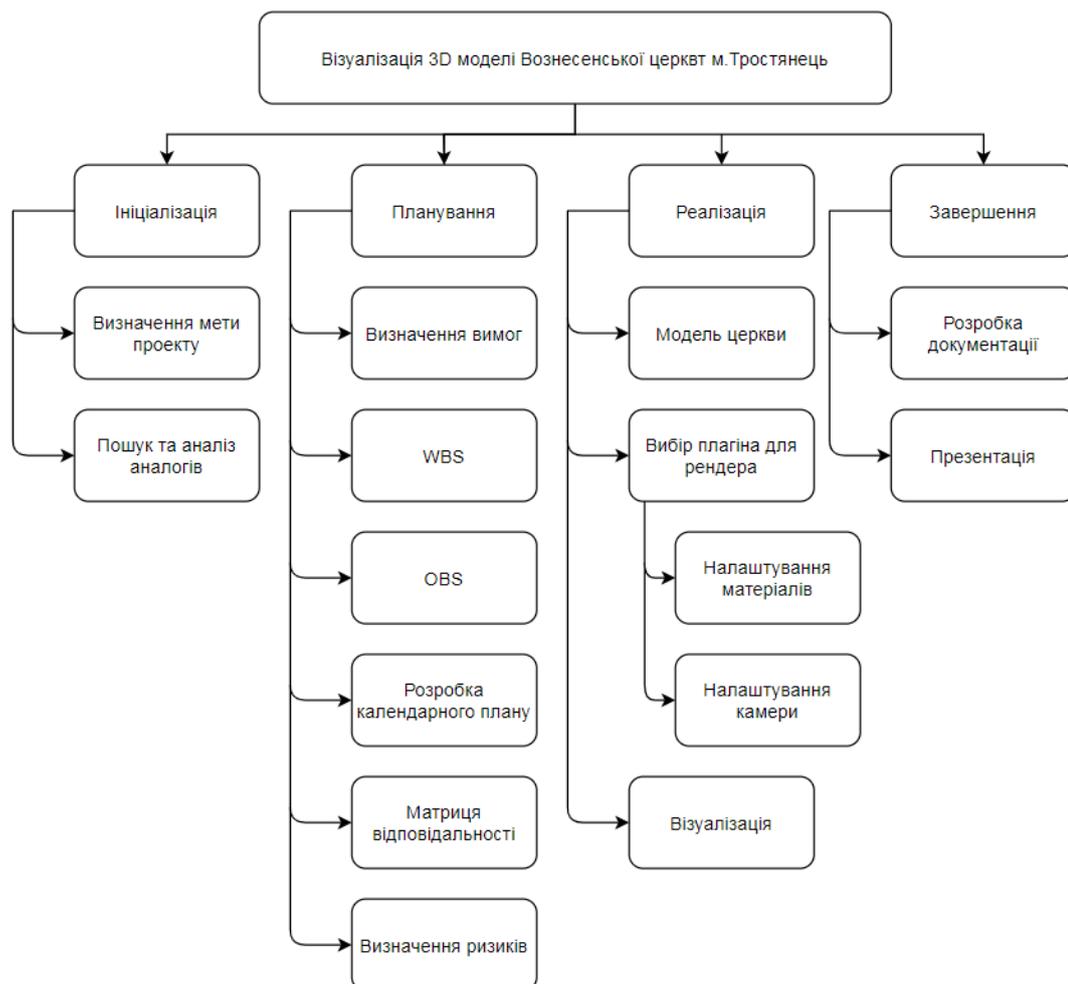


Рисунок Б.1 – WBS-структура

2.2 Планування структури організації, для впровадження готового проекту (OBS)

Після побудови WBS розробляють організаційну структуру виконавців. OBS-структура проекту – організаційна структура виконавців проекту. Визначається за переліком пакетів робіт нижнього рівня кожної гілки WBS-структури.

Організаційна структура проекту є ієрархічною структурою управління проектом і показує відносини між учасниками проекту. Організаційна структура проекту створюється на рівні підприємства. Її елементи призначаються на рівні EPS, проекти, пакети робіт структури декомпозиції робіт (WBS).

На рис.Б.2 приведена OBS-структура проекту.

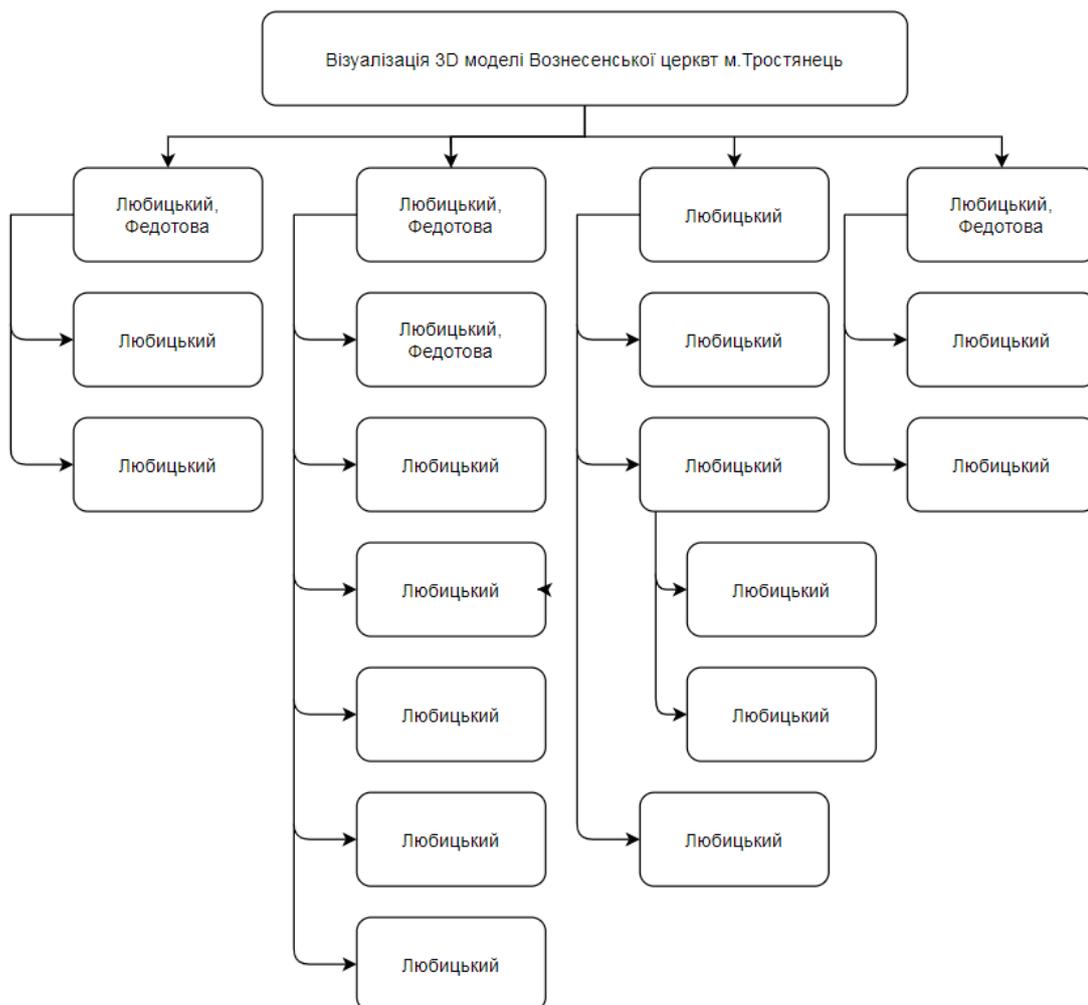


Рисунок Б.2 – OBS-структура

2.3 Побудова матриці відповідальності

На підставі OBS та WBS структур будується матриця відповідальності проекту, яка закріплює за кожною роботою свого виконавця. Використовується для контролю відповідності розподілу ролей цілям проекту.

В таблиці Б.2 приведена матриця відповідальності проекту.

Таблиця Б.2- Матриця відповідальності

Задача	Любицький	Федотова
1 Ініціалізація	+	+
1.1 Визначення мети проекту	+	
1.2 Пошук та аналіз аналогів	+	
2 Планування	+	+
2.1 Визначення вимог	+	+
2.2 WBS	+	
2.3. OBS	+	
2.4 Розробка календарного плану	+	
2.5 Матриця відповідності	+	
2.6 Визначення ризиків	+	
3 Реалізація	+	
3.1 Модель церкви	+	
3.2 Вибір плагіна для рендера	+	
3.2.1 Налаштування матеріалів	+	
3.2.2 Налаштування камери	+	
3.3 Візуалізація	+	
4 Завершення	+	+
4.1 Розробка документації	+	
4.2 Презентація	+	

2.4 Побудова календарного графіку виконання ІТ-проекту

Діаграма Ганта – це горизонтальна діаграма з тимчасовою шкалою, яка використовується для ілюстрації плану робіт за проектом з прив'язкою до часу.

Дана діаграма проекту зображена на рисунках Б.2.3 та Б.2.4

Візуалізація 3D моделі Вознесенської церкви	90 днів	Пн 18.01.21	Пт 21.05.21
Ініціалізація	3 днів	Пн 18.01.21	Ср 20.01.21
Визначення мети проекту	1 день	Вс 21.02.21	Вс 21.02.21
Пошук та аналіз аналогів	2 днів	Вт 23.02.21	Ср 24.02.21
Планування	12 днів	Вс 07.03.21	Пн 22.03.21
Визначення вимог	2 днів	Сб 09.01.21	Пн 11.01.21
WBS	1 день	Пн 11.01.21	Пн 11.01.21
OBS	2 днів	Вт 12.01.21	Ср 13.01.21
Розробка календарного плану	2 днів	Чт 14.01.21	Пт 15.01.21
Матриця відповідності	1 день	Пт 15.01.21	Пт 15.01.21
Визначення ризиків	2 днів	Вс 17.01.21	Пн 18.01.21
Реалізація	67 днів	Вт 19.01.21	Ср 21.04.21
Модель церкви	28 днів	Пт 15.01.21	Вт 23.02.21
Вибір плагіна для рендера	15 днів	Вс 07.02.21	Чт 25.02.21
Налаштування матеріалів	5 днів	Вт 02.03.21	Пн 08.03.21
Налаштування камери	4 днів	Сб 13.03.21	Ср 17.03.21
Візуалізація	6 днів	Вс 21.03.21	Пт 26.03.21
Завершення	32 днів	Чт 01.04.21	Пт 14.05.21
Розробка документації	30 днів	Чт 01.04.21	Ср 12.05.21
Презентація	2 днів	Ср 19.05.21	Чт 20.05.21

Рисунок Б.3 – Діаграма Ганта (інформація)



Рисунок Б.4 – Діаграма Ганта (графік)

2.5 Управління ризиками проекту

Будь-яке управлінське рішення приймається в умовах ризику, викликаного неповнотою інформації про об'єкт управління і навколишнього його середовищі і обмеженням часу на його прийняття. Середовище прийняття рішень варіюється в залежності від ступеня ризику. Умови визначеності існують тільки тоді, коли керівник точно знає результат, який буде мати кожен вибір.

В умовах ризику ймовірність результату кожного рішення можна визначити тільки з відомою вірогідністю. Якщо інформації недостатньо для прогнозування рівня ймовірності результатів в залежності від вибору, умови прийняття рішення є невизначеними. В умовах невизначеності керівник на основі аналізу ризиків повинен встановити допустимість можливих ризиків і їх наслідків.

Управління і ризик не віддільні. Ризики управління організацією це ризики цілепокладання, маркетингу та менеджменту організації. Ризик цілепокладання - це можливість неправильного визначення цілей організації. При неправильно визначених цілях і поставлена мета діяльності організації не може бути успішною.

Ризик маркетингу - це можливість відхилень в результатах діяльності організації при неправильному визначенні ринкових умов - виборі ніші і позиціонування організації та її продукції на ринку.

Ризики менеджменту - це можливість неправильних дій в процесі досягнення поставлених цілей. Ризик менеджменту явно чи не явно спочатку присутній у всіх стандартах на системи менеджменту мінімум як запобіжні дії.

У ризик-менеджменті прийнято виділяти кілька ключових етапів:

1. Виявлення ризику, його аналіз і оцінка ймовірності його реалізації і масштабу наслідків.
2. Вибір методів та інструментів управління виявленим ризиком.
3. Розробка ризик-стратегії з метою зниження ймовірності реалізації ризику і мінімізації можливих негативних наслідків.
4. Реалізація ризик-стратегії.
5. Оцінка досягнутих результатів і коригування ризик-стратегії.

Таблиця Б.3 – Шкала оцінювання ймовірності виникнення та впливу ризику на виконання проекту

Оцінка	Ймовірність виникнення	Вплив ризику
1	Низька	Низький
2	Середня	Середній
3	Висока	Високий

Ймовірність виникнення	3	RS_2	RS_3,	RS_5, RS_9
	2	RS_1, RS_13	RS_4, RS_6	RS_7, RS_14
	1	RS_12	RS_8, RS_11	RS_10, RS_15
		1	2	3

Рисунок 2.5 – Матриця ймовірності виникнення ризиків та впливу ризику (зелений колір – прийнятні ризики; жовтий колір – виправданні ризики; червоний колір – недопустимі ризики)

На підставі отриманого значення індексу ризику класифікують: за рівнем ризику, що знаходиться в табл. 2.3.

Таблиця Б.4 – Шкала оцінювання за рівнем ризику

№	Назва	Межі	Ризики, які входять(номера)
1	Прийнятні	$1 \leq 2$	1, 6, 7, 8
2	Виправдані	$3 \leq 4$	2, 5
3	Недопустимі	$6 \leq 9$	3, 4

Таблиця Б.5 – Оцінка ймовірності виникнення, величини витрат та індекс ризику

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
RS_1	Відкритий	Непорозуміння між розробником та замовником	Низька	Середній	3	1. Провести діалог для визначення конкретної проблеми через яку виникло непорозуміння. 2. Прийняти заходи для усунення проблеми.	Попередження	1. Визначити ступінь непорозуміння. 2. Ігнорувати його при низькому рівні.
RS_2	Відкритий	Поява альтернативного продукту	Низька	Високий	3	1. Визначити переваги та недоліки альтернативного продукту. 2. Використати отриману інформацію для вдосконалення власного продукту	Прийняття	Провести агресивний маркетинг свого продукту
RS_3	Відкритий	Нечітке завдання	Середня	Високий	6	1. Уточнити інформацію у	Попередження	Зробити правки

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
		на розробку				замовника щодо поставлених вимог. 2. Зажадати чіткого технічного завдання у замовника.	ня	зважаючи на вимоги замовника
RS_4	Відкритий	Помилки проектування	Висока	Високий	9	Детально аналізувати ТЗ, та робити уточнення в замовника при виникненні непорозумінь	Пом'якшення	Створювати план дій на кожен етап роботи
RS_5	Відкритий	Збої в роботі програмного забезпечення	Низька	Високий	3	Визначити можливу причину збоїв та прийняти заходи	Попередження	
RS_6	Відкритий	Відсутність резервних копій	Низька	Середній	2	Позначити в плані робіт резервне збереження даних в прийнятну	Попередження	Зберігати копії даних на різних носіях

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
		даних				періодичність		
RS_7	Відкритий	Реалізація непотрібної функціональності	Низька	Низький	1	Проаналізувати доцільність реалізації непотрібної функціональності та прийняти заходи	Використання	Визначити затрати на реалізацію та обдумати актуальність
RS_8	Відкритий	Невиконання моніторингу проекту	Середня	Низький	2	Виділення окремого персоналу для моніторингу проекту	Перенос	Аналіз результатів проекту після кожного етапу роботи