

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Факультет геоінформаційних систем і управління територіями

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра геоінформатики та фотограмметрії

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до атестаційної випускної роботи

Магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему "Використання ГІС-технологій для 3d моделювання в туризмі (на
прикладі міста Києва)"

Виконав: студент 6 курсу, групи ГСТ-61

напряму підготовки (спеціальності)

193 «Геодезія та землеустрій»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Третяк В.М

(прізвище та ініціали)

Керівник Лепетюк В.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Київ 2021

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Геоінформаційних систем та управління територіями

Кафедра: Геоінформатики і фотограмметрії

Освітній рівень: «магістр за ОПП»

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

Спеціалізація: Геоінформаційні системи і технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____ професор., к.т.н. Нестерненко О. В.

“ _____ ” _____ 2021 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Третяка Владислава Максимовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Використання ГІС-технологій для 3d моделювання в туризмі (на прикладі міста Києва) затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від « _____ » _____ 2021 року

2. Керівник роботи доц., к.т.н. Лепетюк Вікторія Борисівна _____
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту: 13 грудня 2021 р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

P.1. Обґрунтування, структура, завдання та обмеження проекту.

P.2. Методичні засади формування моделі БГД туру як туристичного продукту.

P.3. Розроблення БГД турів міста Києва в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS.

P.4. Створення віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій в середовищі CityEngine та Unreal Engine.

5. Графічний матеріал за розділами

P.1. Завдання, структура та обмеження проекту; схема/таблиця способів застосування ГІС технологій при побудові турів; таблиця результатів порівняльного аналізу методів побудови 3d турів.

P.2. Схема нормативної бази формування туру в середовищі БГД; логічна і концептуальна моделі БГД туру; технологічна схема формування туру в середовищі бази геопросторових даних.

P.3. Схема БГД турів міста Києва в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS.

P.4. Схеми туристичних атракцій та об'єктів дорожньої мережі міста Києва для формування 3d туру, таблиці даних в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS. Приклади слайдів, фрагментів побудови 3d туру міста Києва.

6. Календарний план виконання роботи:

Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)
Розділ 1. Обґрунтування, структура, завдання та обмеження проекту. Схема/таблиця способів застосування ГІС технологій при побудові турів; таблиця результатів порівняльного аналізу методів побудови 3d турів.	30.09.2021
Розділ 2. Методичні засади формування моделі БГД туру як туристичного продукту. Схема нормативної бази формування туру в середовищі БГД; логічна і концептуальна моделі БГД туру; технологічна схема формування туру в середовищі бази геопросторових даних.	15.10.2021
Розділ 3. Розроблення БГД турів міста Києва в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS. Схема БГД турів міста Києва в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS. Створення віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій в середовищі CityEngine та Unreal Engine. Схеми туристичних атракцій та об'єктів дорожньої мережі міста Києва для формування 3d туру, таблиці даних в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS. Приклади слайдів, фрагментів побудови 3d туру міста Києва	30.11.2021
Остаточне оформлення роботи	03.12.2021
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	07.12.2021
Попередній захист роботи на кафедрі	13.12.2021

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			

8. Дата видачі завдання 17 вересня 2021 р.

Зав. кафедри _____ Карпінський Ю.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Лепетюк В.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Третяк В.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Резюме

РЕЗЮМЕ (summary) до атестаційної випускної роботи студента:		Третяк Владислава Максимовича	
Тема	Використання ГІС-технологій для 3d моделювання в туризмі (на прикладі міста Києва)		
Освітній тупінь	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання		
Факультет	Геоінформаційних систем та управління територіями		
Кафедри	Геоінформатики та фотограмметрії		
Спеціальність	193 Геодезія та землеустрій		
Спеціалізація	Геоінформаційні системи і технології		
Керівник	Лященко Анатолій Антонович, д.т.н, професор		
Обсяг роботи	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А4
	65	3	
Розділ 1	Обґрунтування, структура, завдання та обмеження проекту. Схема/таблиця способів застосування ГІС технологій при побудові турів; таблиця результатів порівняльного аналізу методів побудови 3d турів.		
Розділ 2	Методичні засади формування моделі БГД туру як туристичного продукту. Схема нормативної бази формування туру в середовищі БГД; логічна і концептуальна моделі БГД туру; технологічна схема формування туру в середовищі бази геопросторових даних.		
Розділ 3	Розроблення БГД турів міста Києва в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS. Схема БГД турів міста Києва в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS. Створення віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій в середовищі CityEngine та Unreal Engine. Схеми туристичних атракцій та об'єктів дорожньої мережі міста Києва для формування 3d туру, таблиці даних в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS. Приклади слайдів, фрагментів побудови 3d туру міста Києва		
Висновки по роботі:	Методика використання ГІС технологій для 3d моделювання в туризмі дає змогу віртуальним туроператорам створювати віртуальні тури набагато швидше, ніж без використання ГІС технологій. За допомогою інструментів в ПЗ Esri CityEngine мною було створене віртуальне місто Київ, набагато простіше, ніж робити це вручну - створюючи модель кожної будівлі окремо.		
Ключові слова: 3d моделювання, туризм, віртуальний тур, тривимірний тур, ГІС-технології			
Keywords: 3d modeling, tourism, virtual tour, three-dimensional tour, GIS-technologies			

Укладач: _____ / Третяк В.М./

Керівник: _____ / /

" ____ " _____ 2021р.

ЗМІСТ

Резюме.....	4
ВСТУП.....	6
Розділ 1. Обґрунтування, структура, завдання та обмеження проекту.	11
1.1 Обґрунтування, структура, завдання та обмеження проекту.	12
1.2 Досвід застосування ГІС технологій при побудові турів.....	15
1.3 Нормативно-правове забезпечення формування туристичних подорожей. ..	18
1.4 Кошторис проекту	20
Висновок до Розділу 1	22
Розділ 2. Методичні засади формування моделі БГД туру як туристичного продукту.	23
2.1. Структурна модель БГД 3d туру як туристичного продукту	24
2.2. Концептуальна модель 3d туру.....	26
2.3. Логічна модель і каталог об'єктів БГД 3d туру.....	29
2.4. Технологічна схема побудови віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій.....	34
Висновок до Розділу 2	36
Розділ 3. Розроблення БГД турів міста Києва в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS. Створення віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій в середовищі CityEngine та Unreal Engine	37
3.1 Розроблення БГД турів міста Києва в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS та підготовка в Esri CityEngine.....	38
3.2. Створення віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій в середовищі CityEngine та Unreal Engine	47
Висновки	57
Використана література.....	58
ДОДАТКИ.....	63

ВСТУП

Створення тривимірних зображень тривалий час було чимось на кшталт "технологічної одержимості", але широко використовувалось у розважальних галузях, наприклад, у кіноіндустрії. У час новітніх технологій, які стають доступнішими з кожним днем, віртуальні тривимірні (далі 3d) тури стають більш популярними.

У технічному плані, є багато пропозицій з точки зору побудови 3d, які виникають і розширюються дуже швидко. 3d візуалізація може бути реалізована як на моніторах ПК і екранах телефонів, до спеціальних шоломів віртуальної реальності та окулярів із доповненою реальністю. Сьогодні навіть маючи сучасний смартфон можливо використовувати його як окуляри віртуальної реальності. Новітні 3d технології у поєднанні із ГІС можуть дати нові можливості як для сфери розваг, інших комерційних сфер, так і для наукових галузей.

3d тури допомагають в таких випадках: як елемент реклами при створенні туроператором туристичної подорожі, як засіб побудови інклюзивного суспільства – вони дають змогу побачити місце/будівлю людині з обмеженими можливостями. 3d моделювання в наш час існує в багатьох професійних сферах і має на меті побудувати продукт не лише розважального характеру, а приносить користь і інколи є вирішальним фактором при прийманні тих, або інших рішень.

Актуальність даного дослідження пов'язана з тим, що технологія 3d візуалізації вписується у туристичну галузь дуже органічно. Для туризму важлива візуальна складова, оскільки він неможливий без неї, а в 3d моделюванні діють такі самі принципи - візуальна складова є першочерговою.

Метою дипломної роботи є розробка методики формування туристичних маршрутів/турів/екскурсій із використанням ГІС-технологій і 3d моделювання.

Завдання роботи - дослідження нормативної бази і методології; розроблення логічної і концептуальної моделі БД і безпосередньо самої БД; створення віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій.

Об'єкт роботи - міський простір м. Києва.

Предмет роботи - ГІС-технології та 3d моделювання у туризмі.

Результати попередніх досліджень з даної тематики. Методологія створення віртуального 3d туру була розглянута в таких роботах:

- "Virtual reality in tourism: a state-of-the-art review" за авторством Julia Beck, Mattia Rainoldi, Roman Dr. Egger;
- "THE RELATION OF 3d TECHNOLOGIES WITH VIRTUAL TOURISM: EDUCATIONAL ASPECT" за авторством Ivan Trenchev, Irena Peteva, Teodora Kiryakova-Dineva;
- "High-precision laser scanning for cave tourism: 3d reconstruction of the Pollera cave, Italy" за авторством T. Cosso, Ilaria Ferrando, A. Orlando;
- "The Use of Low-Cost Unmanned Aerial Vehicles in the Process of Building Models for Cultural Tourism, 3d Web and Augmented/Mixed Reality Applications" за авторством Tomasz Templin, Dariusz Popielarczyk;
- "3d VISUALIZATION OF HISTORICAL BUILDINGS: METHODS, THEIR UTILITY IN THE TOURISM INDUSTRY AND BEYOND" за авторством Pavel Ugwitz, Lukáš Herman, Zdeněk Stachoň.

Віртуальний туризм - спосіб реалістичного відображення тривимірного багатоелементного простору на екрані. Найпростішими елементами віртуального туру є сферичні панорами, які зв'язані між собою інтерактивними посиланнями (переходами). 3d тури є більш складними в реалізації, але вони надають набагато реалістичніший туристичний досвід. 3d тур ґрунтується на використанні тривимірних моделей, побудованих на основі тематики туру.

На конференції "7th International Conference on Manufacturing Science and Engineering" була представлена доповідь "The Design and Implementation of Mount Lu 3d Virtual Tourism System" китайських авторів Wei Yue та Chaoyang Fang. В статті було представлено поняття та стан розвитку 3d віртуальної туристичної системи та обговорені основні функції віртуальної платформи Mount Lu 3d і її розробка та реалізація. Система заснована на інтегруванні зображень з великою роздільною здатністю та точною ЦМР для побудови тривимірної моделі [1].

В журналі "Remote sensing" вийшла стаття "The Use of Virtual Reality to Promote Sustainable Tourism: A Case Study of Wooden Churches Historical Monuments

from Romania" румунських авторів Tudor Caciora , Grigore Vasile Herman , Alexandru Ilies, ,Stefan Baias, Dorina Camelia Ilies, Ioana Josan and Nicolaie Hodor. Метою дослідження було запропонувати оптимальну методологію досліджень для використання туризму, пов'язаного з дерев'яними церквами, які розглядаються розглядається як структурний об'єкт матеріальної культурної спадщини, з позитивним впливом на охорону, збереження, інформацію та обізнаність усіх зацікавлених сторін у розвитку туризму. Це включало розробку веб-порталу, в якому були інтегровані тривимірні моделі, що стосуються аналізованих об'єктів, панорамні зображення всередині них, аудіопідтримка, фотографії та супровідний текст, необхідний для створення та візуалізації виробництва віртуальної реальності. Отримані результати полягали у створенні веб-сайту Bihor360, який є вільним для навігації та до вмісту якого, включаючи як текстову, так і графічну інформацію, можуть бути легко доступні всі зацікавлені користувачі. Метою цього заходу було випустити онлайн-міст для потенційних відвідувачів крихких туристичних визначних пам'яток, сприяючи розвитку активних знань та віртуальної реальності, одночасно підвищуючи обізнаність населення та місцевої влади щодо ролі та значення дерев'яних церков у туризмі та сприяючи місцевій економіці [2].

В нашій країні також існують реалізовані певні проєкти, пов'язані з 3d моделюванням, наприклад геоінформаційний ресурс GEOPORTALUA від громадської організації УкрГео. Він містить інтерактивну карту об'єктів культурної спадщини України, які вивчені як 3d моделі [3]. Також, у тісно зв'язаній з ГІС області - кадастр є досвід початкової розробки та пропозицій щодо впровадження і подальшого функціонування 3d кадастру.

Наукова новизна полягає в об'єднанні декількох існуючих методів і підходів до створення 3d-модельованого віртуального туру. В даній науковій роботі було проведено дослідження щодо існуючої методології роботи з віртуальним туризмом та виведений комбінований метод створення таких турів з урахуванням особливостей України та зокрема міста Києва та технологій, які доступні на

сьогоднішній день, оскільки деякі методи дещо застаріли, але мають цікаві методики та ідеї.

У якості вихідних даних мною були використані файли з сервісів, що мають відкриті дані: OpenStreetMap, Free3d, Sketchfab.

Практична цінність даних розробок полягає у тому, що створений тур може бути в нагоді багатьом користувачам, а запропонована методика його створення є невід'ємною складовою туристичної промоції. Але туризм – не єдина сфера, де застосування 3d турів може мати практичне значення. Наукові дослідження, медицина, культура і інше професійне використання - приклади галузей у яких можуть, або навіть вже використовуються цифрове зображення. Іноді 3d візуалізацію називають "третьою промисловою революцією", яка змінить увесь світ. Така думка має право бути, оскільки 3d технології використовуються у більшості галузей, де вони можуть знадобитись. Зміст, який виходить за межі екрану - можливості використання цієї технології в різних секторах. Користувачі мережі Інтернет зможуть використовувати їх навіть при звичайному Інтернет-серфінгу.

У галузі ГІС-технологій та туризму 3d візуалізація має дуже сильний маркетинговий ефект. Також замість пояснення клієнту на словах нюансів перебування в тій чи іншій країні, можна так само використовувати 3d технології, і з допомогою них показати тур-путівник.

Окремо потрібно зазначити, що, хоча ГІС-технології в безпосередньому моделюванні не такі поширені та їх не завжди можливо та доцільно використовувати, але в процесі підготовки даних вони є незамінними помічниками. Перш за все це стосується БД, які безпосередньо приймають участь у організації і підготовці даних, зібраних із інтернет джерел та метаданих цих файлів.

Також 3d моделювання може слугувати не тільки маркетинговим ходом для українських туроператорів, а бути спрямованим на закордонних туристів, які можуть відвідати Україну після того, як побачать якісно створений тур по визначним пам'яткам чи просто містам України, що буде популяризувати тури Україною і сприяти розвитку в'їзного туризму.

Обсяг і структура роботи. Робота складається з 3 розділів, має 32 рисунка, 3 таблиці, 53 джерела літератури. Обсяг роботи - 66 сторінки.

Публікації автора:

- Третяк В.М., Лепетюк В.Б. Визначення транспортної доступності при формуванні туристичних маршрутів з допомогою QGIS та GRASS GIS.
- Третяк В.М. Моніторинг зелених насаджень на прикладі міста Києва за допомогою космічних знімків. Актуальні питання використання та охорони земельних ресурсів: матеріали Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції, Дубляни, 8 квітня 2021 р. Львів: ЛНАУ, 2021. С.
- Третяк В.М. Використання ГІС-технологій для визначення транспортної доступності при формуванні туристичних маршрутів. Матеріали Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» за 2020–2021 н.р.
- Vladislav Tretyak, Viktoriia Lepetiuk, Yuliia Maksymova. The use of GIS technologies to determine transport accessibility in tourism. Geo-spatial Information Science. (Очікує опублікування у 2022 р.)
- Третяк В.М., Тімохін В.О., Шебек Н.М. Проблема відновлення стратегічних досліджень містобудівного розвитку Києва. Міжнародний науково-технічний форум "Архітектура та Будівництво: нові тенденції і технології. Теорія та практика". Київ, 26-27 жовтня 2021.

Розділ 1. Обґрунтування, структура, завдання та обмеження проекту.

					МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Третяк В.М.			<i>Використання ГІС-технологій для 3d моделювання в туризмі (на прикладі міста Києва)</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.							11	66
Керівник		Лепетюк В.Б.				КНУБА, група ГІСТ-61 11		
Зав. каф.		Карпінський Ю.О.						

1.1 Обґрунтування, структура, завдання та обмеження проекту.

Тривимірний простір (англ. 3d) — представлення об'єкта в трьох просторових вимірах. Як правило, ці виміри представлені в вигляді координат X , Y , та Z . Можливо мати дані з ідентичними координатами x та y при відмінній координаті Z [4].

Тривимірний туризм - реалістична 3d геовізуалізація віртуального середовища, яке дозволяє користувачу досліджувати реальні місця без перебування і подорожі до них. Типовим прикладом такого туру є використання 3d моделей об'єктів та 2Д панорамних зображень-фонів, вони зазвичай зв'язані гіперпосиланнями у вигляді фотографій або відео-записів та фотографічних моделей реального світу [5].

Обґрунтування проекту - підтвердження обґрунтованості проекту, опис потреб бізнесу, для яких створюється проект, опис продукту і об'єкта [6].

Ефективність проекту - категорія, де відображене співвідношення між приростом вигід і витрат, які є обумовлені проектом. Ефективність оцінюють в 3 етапи протягом життєвого циклу проекту - від початку планування до експлуатації. До цих етапів входять: етап 1 - оцінка суспільної значущості проекту, етап 2 - розрахунок показників ефективності проекту в цілому, етап 3 - оцінка ефективності проекту для кожного із учасників. Виконання усіх етапів оцінки ефективності не є обов'язковим, це залежить від масштабності проекту - чим менший масштаб, тим менше етапів потрібно використовувати [7].

Опис потреб бізнесу. 3d моделювання існує в багатьох професійних сферах і має на меті побудувати продукт не лише розважального характеру, а приносить користь і інколи є вирішальним фактором при прийманні тих, або інших рішень. Завдяки вищезазначеному реченню ми можемо зрозуміти, що проект створення 3d туру із використанням ГІС технологій придатний не тільки для туризму. Для інших галузей, де може знадобитись не тільки візуальна репрезентація, а і, наприклад координатна прив'язка одного чи іншого об'єкту. Завдяки невеликій зміні параметрів побудови туру і вихідних даних, 3d моделювання може слугувати не туристичній галузі, а маркетинговій чи дослідницькій.

Опис продукту і об'єкта. Після задачі проекту в експлуатацію отримуємо готовий 3d-модельований тур по місту Києву із використанням ГІС технологій. В ідеалі, при більшій кількості ресурсів є можливість розвинути це дослідження і створити модуль для деякого програмного забезпечення, або окреме програмне забезпечення, вузько направлене на побудову різних видів 3d турів із великим інструментарієм. Об'єктом проекту є міський простір міста Києва.

Структура проекту - це сукупність взаємопов'язаних елементів і процесів проекту, які представлені з різним ступенем деталізації. В термінах управління проектами структура проекту являє собою «дерево» орієнтованих на продукт компонентів, представлених обладнанням, роботами, послугами й інформацією, отриманими в результаті реалізації проекту [8].

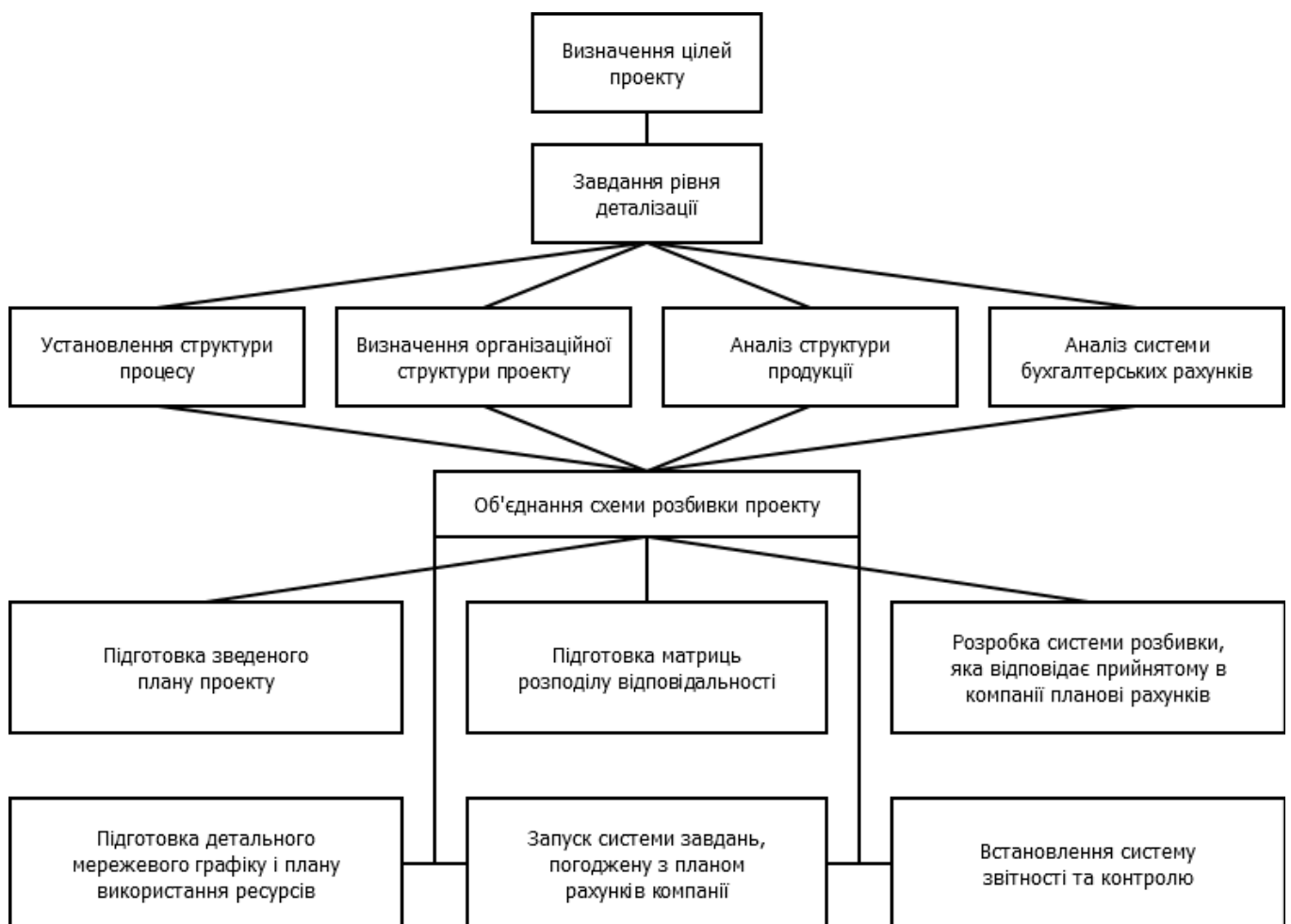


Рис.1.1.1. Структура етапів планування і реалізації проекту

Завдання проекту - рішення ситуації, описаної в описі потреб бізнесу. Завдання повинно ставитись конкретно, реалістичним і досяжним, відповідно до наявних ресурсів, виділених на реалізацію проекту.

Завданням проекту є:

Дослідження організації проекту, його порівняння із іншими та дослідження нормативно-правового забезпечення.

Створення БГД туру в м. Києві.

Отримання 3d-модельованого туристичного туру із використанням ГІС технологій в м. Києві

Обмеження проекту. Існує три категорії обмежень: вартість, терміни (час) та якість. Ці категорії також називають трикутником обмежень проекту.

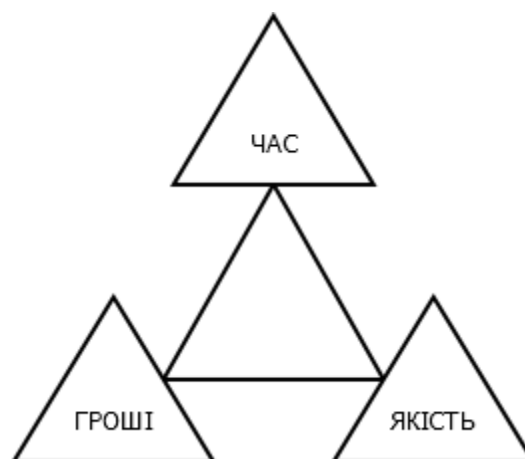


Рис.1.1.2. Трикутник обмежень проекту

Ключова категорія в процесі управління проектами - обмеження. Закон Лермана: "Будь-яку технічну проблему можна подолати, маючи достатньо часу та грошей", а наслідок Лермана: "Вам ніколи не буди вистачати або часу, або грошей". Управляючий проектом повинен розуміти, що його основна задача - це оптимізація, тобто "забезпечення виконання робіт в термін, в рамках виділених засобів, та у відповідності із технічним завданням", із цього вислову ми бачимо нерозривний зв'язок грошей, часу та якості.

Трикутник обмежень ілюструє, що скорочення часу, фінансів або якості, призводить до змін двох інших параметрів [9].

1.2 Досвід застосування ГІС технологій при побудові турів.

Туризм та побудова турів із використанням ГІС пов'язана із просторовими об'єктами. При побудові турів, ГІС-інженер опирається на деякі, або усі перелічені фактори:

- характеристика користувачів програмним забезпеченням туру та їх вподобання;
- тематика віртуального туру;
- об'єкти задіяні в віртуальному турі.

Ці чинники впливають в основному на вибір об'єктів і маршрут туру. Хоча тур є віртуальним, для більшого занурення і реалістичності варто побудувати його так, що був відтворений реальний туристичний маршрут по м. Києву.

При великій кількості ресурсів і часу, можна було би якомога більше зменшити роль людини або навіть автоматизувати процес створення 3d туру, із цим завданням повинні допомогти, в тому числі і ГІС технології. Програма повинна мати доступ до БГД із реєстром усіх об'єктів, які можуть використовуватись при моделюванні туру, окрім цього повинні бути наявними 3d моделі об'єктів. При автоматичній побудові маршрутів користувач може вибрати потрібні йому об'єкти, і програмне забезпечення побудує тур із використанням цих об'єктів і віртуальний маршрут, який буде проходити повз усі об'єкти.

При урахуванні задач, які повинні вирішуватись за допомогою ГІС технологій, програмне забезпечення для 3d моделювання турів повинне бути виконане у вигляді окремої Web- сервісу, при умові що якість моделювання не буде страждати, або окремої програми із зрозумілим та інтуїтивним інтерфейсом, різноманітним інструменталом і функціями будувати 3d тури із гнучким налаштуванням.

Окрім віртуальних туристів, 3d тури можуть використовувати маркетологи, ріелтори, забудовники, музеї та інші професії, де візуальна репрезентація входить до робочого процесу.

При пошуку рішень поставленої задачі - використання ГІС-технологій для 3d моделювання в туризмі, мною було знайдено статті та їх автори, які розглядали цю проблему.

Л.А. Степанова та І.І. Смірнова в статті " 3d моделирование в ГИС "Карта2011" дослідили наявні інструменти в ГІС "Карта2011" матриця висот та TIN-модель для створення 3d моделі. Побудували модель невеликої території із транспортною розв'язкою і показали доцільність поєднання інструментів. В статті був описаний шлях створення 3d карти починаючи від інструментів, закінчуючи побудовою TIN-моделі та безпосередньою побудовою тривимірної моделі обраної території. При побудові були використані стандартні бібліотеки тривимірних зображень Standard.p3d і topo100.p3d, які містять тривимірні зображення та текстури для них. В процесі дослідження була описана схема побудови 3d моделі місцевості: карти місцевості, матриця висот, триангуляційна модель рельєфу TIN, класифікатор карти, бібліотека 3d-об'єктів та тривимірна модель місцевості. У висновку статті було зазначено, що якість побудованої карти місцевості із складними об'єктами на ній залежить від якості матриці висот та реалістичності 3d шаблонів. На якість TIN-матриці впливає кількість точок, які використовуються при побудові, а для матриці висот якість досягається завдяки складанню матриць висот об'єктів. Для міської місцевості має сенс комбінувати використання обох видів матриць [10].

Aaron Jacob в статті " What is 3d GIS and what are its uses?" описав приклади використання 3d технологій в ГІС у містобудуванні, будуванні інформаційного модулювання (ВІМ), моделюванні та аналізі узбережжя, реагуванні на катастрофи. В містобудуванні ГІС технології можуть допомогти урядовим службам, міським архітекторам та інженерам візуалізувати, оцінити та проаналізувати деякі зміни в міському середовищі за допомогою 3d моделювання. Комбінація ВІМ та 3d моделювання в ГІС забезпечує побудову, наприклад безпомилкового процесу забудови міста. Території узбережжя часто стикаються із проблемами розвитку та забудови, оскільки на це впливає багато факторів, 3d ГІС при ефективному управлінні ресурсами може забезпечити високий рівень розуміння економічних та

середовищних течій на прибережній території. 3d моделювання поєднане з ГІС може допомогти краще реагувати та аналізувати природні катастрофи, ті які були та навіть будуть відбуватись [11].

Siyka Zlatanova та Klaus Tempfli визначають, що стаття "Modeling for 3d GIS: Spatial analysis and visualization through the web" спрямована на представлення способу об'єднання можливостей ГІС та CG (комп'ютерної графіки). В статті представлена концептуальна модель 3d моделювання, логічна модель, аналіз зав'язків між просторовими об'єктами, процес візуалізації у Web-середовищі та процес збору даних. Загалом, у статті автори представили новий підхід до 3d моделювання з інтеграцією ГІС, націлений на 3d-модель, яка підтримує тривимірну топологію. Дослідження дозволяє зробити деякі висновки на рахунок самого 3d моделювання, його геометрії та реальність використання СУБД та Web графічного інтерфейсу із доступом до неї. Автори також зазначають про очікувану користь для міських користувачів: легкий доступ до інформації та редагування даних через Інтернет, 3d візуалізація [12].

Hui Zhang, Yan Li, Biao Liu та Chao Liu описали в статті "The application of GIS 3d modeling and analysis technology in real estate mass appraisal - taking landscape and sunlight factors as the example" використання ГІС технологій із 3d моделюванням у галузі нерухомості, зокрема її масової оцінки. Дослідження описує методологію використання 3d технологій разом із ГІС. Першим етапом є процедурне моделювання - використовує CGA (кольоровий графічний адаптер) для програмної побудови моделей будівель із великою якістю і деталізацією. Другим етапом є аналіз видимості - використовується для візуального аналізу та оцінки ландшафту будівель та тривалості перебування будівлі на сонячному світлі протягом дня. Також в статті описується практична частина 3d моделювання та ділиться на декілька етапів: збір даних та їх обробка, створення 3d моделей за допомогою ESRI CityEngine, аналіз ландшафту та сонячного світла. В результаті була отримана таблиці кореляції аналізу ландшафту та сонячного світла, які показують оцінку будівлі, опираючись на проведений комп'ютерний аналіз, що виключає суб'єктивну оцінку людини. В висновку було описано переваги 3d ГІС

над 2Д, із яких можна виділити більш реалістичну репрезентацію світу. Це допомагає не тільки точніше передати зв'язки між різними просторовими об'єктами, а передавати вертикальні відносини між ними [13].

Виходячи з вищезазначеного, можна зробити висновок, що напрямки робіт вже є окресленими та існують певні напрацювання. Однак, унікальність цієї наукової праці полягає в використанні СКБД PostgreSQL/PostGIS для створення БГД міста Києва та послідує використання даних із неї у CityEngine для більшої інформативності 3d туру, а після цього Unreal Engine для візуалізації.

1.3 Нормативно-правове забезпечення формування туристичних подорожей.

Нормативно-правове забезпечення - правові механізми, які існують на національному і міжнародному рівнях. Такі механізми бувають як обов'язковими і примусовими, так і добровільними [14].

Майнові відносини в туристичній галузі засновані на майновій самостійності, рівності, автономії волі учасників відносин. Вона регулюються господарським та цивільним кодексами України.

Основними нормативно-правовими актами, які регулюють туристичну діяльність в Україні є:

1. Закон України "Про туризм". Є основним законодавчим актом в туристичній сфері. Цей Закон визначає загальні правові, організаційні та соціально-економічні засади реалізації державної політики України в галузі туризму та спрямований на забезпечення закріплених Конституцією України прав громадян на відпочинок, свободу пересування, охорону здоров'я, на безпечне для життя і здоров'я довкілля, задоволення духовних потреб та інших прав при здійсненні туристичних подорожей. Він встановлює засади раціонального використання туристичних ресурсів та регулює відносини, пов'язані з організацією і здійсненням туризму на території України [15].

2. Постанова "Про затвердження Ліцензійних умов провадження туropolераторської діяльності" від 11 листопада 2015 р.

3. Закон України "Про страхування". Цей Закон регулює відносини у сфері страхування і спрямований на створення ринку страхових послуг, посилення страхового захисту майнових інтересів підприємств, установ, організацій та фізичних осіб. В них також входять умови щодо об'єктів туристичної діяльності [16].

4. Закон України "Про музеї та музейну справу". Цей Закон регулює суспільні відносини у сфері музейної справи, визначає правові, економічні, соціальні засади створення і діяльності музеїв України та особливості наукового формування, вивчення, обліку, зберігання, охорони і використання Музейного фонду України, його правовий статус [17].

Існують Укази Президента України від 02.03.2001 року "Про підтримку розвитку туризму в Україні" та від 14.12.2001 року "Про заходи щодо забезпечення реалізації державної політики у галузі туризму" [18].

Також існують певні міжнародні законодавчі документи, такі як "Хартія туризму" (від 1985 р.) та Глобальний етичний кодекс туризму (від 1999 р.)

На жаль саме 3d-модельовані віртуальні тури поки що не регулюються не одним із законодавчих актів в нашій країні.

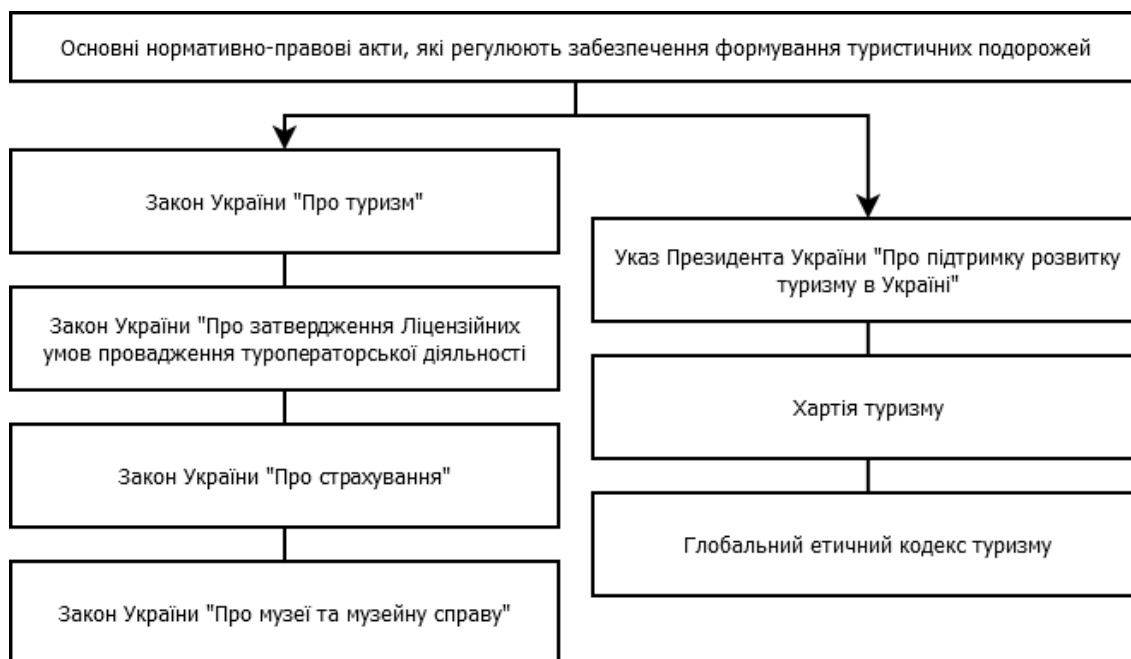


Рис.1.3.1. Нормативно-правові акти, які регулюють забезпечення формування туристичних подорожей

1.4 Кошторис проекту

Кошторис - комплекс документальних розрахунків, які є необхідними для визначення розміру витрат на проект. Має подвійне значення - документ, який визначає вартість проекту або інструмент для контролю та аналізу витрат ресурсів на проект.

На основі підрахованого кошторису визначається число капіталу, якого потребує проект. До капіталовкладень входять витрати на придбання устаткування, інструменту, приладів та іншого інвентарю, потрібного для робочого процесу, також на будівельні, монтажні, наглядові роботи, створення технічної та проектної документації.

Для успішного проекту дуже важливо максимально точно визначити кошторис, врахувавши усі фактори - від цього залежить економічна оцінка проекту, його доцільність, планування вкладень капіталу. Для точного визначення кошторису потрібно максимальна кількість інформації щодо проекту. До процесу визначення кошторису входять графічні матеріали проекту, пояснювальні записки, витрати щодо проекту. Після цього розрахунку складають контракти із підрядчиками, тощо.

Існує три категорії витрат:

- Основні - пов'язані з інвестиційним проектом;
- Витрати оборотного капіталу;
- Відсотки за прийнятими на період реалізації проекту зобов'язаннями.
- Існує декілька типів кошторисів:
 - Зведений кошторисний рахунок - основний документ, завдяки якому визначають вартість проекту;
 - Локальні кошториси - складають на кожний вид робіт;
 - Об'єктні кошториси - розробляються на основі локальних кошторисів, на окремі елементи й види робіт.

Бюджет проекту, є одним із основних понять - план, який виражається у кількісних показниках і відображає витрати, які були необхідні для досягнення мети.

Бюджетний контроль - порівняння результатів в конкретний час із кінцевими цілями, дає змогу оцінити, та при необхідності скоригувати процес розробки проекту, так щоб фактичні результати відповідали поставленим цілям. При коригуванні може змінюватись календарний план і бюджет, зазвичай це відбувається протягом всього часу роботи над проектом.

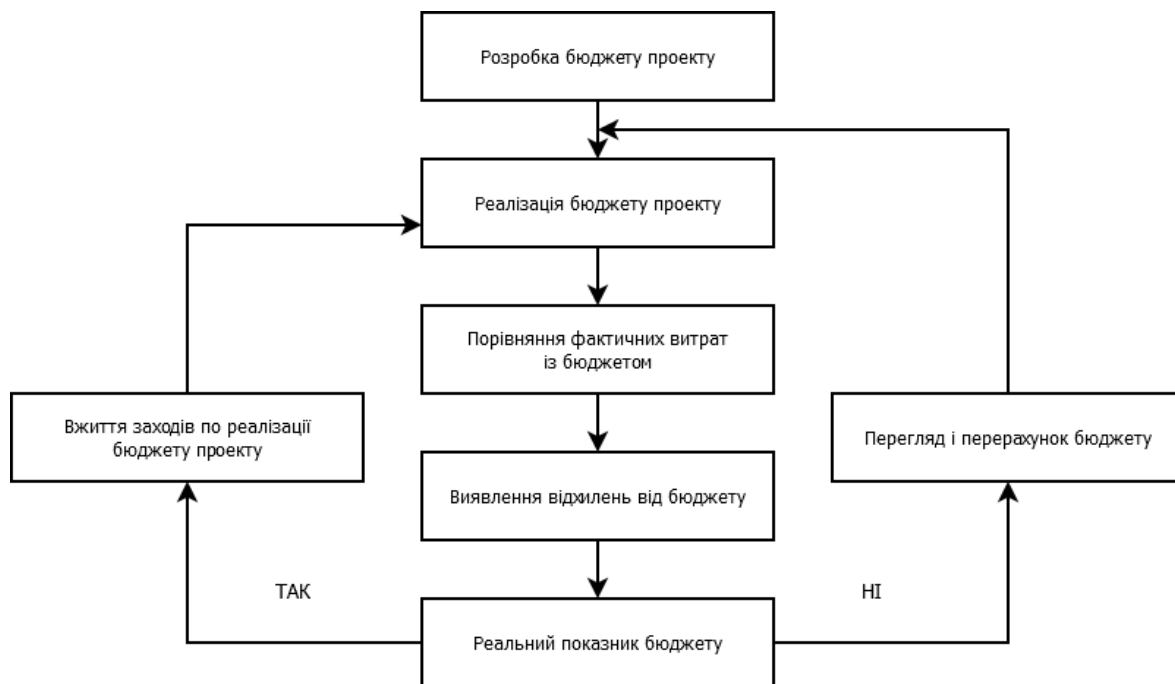


Рис.1.4.1. Організація бюджетного контролю проекту [19].

Кошторис проекту зі статтями витрат. Таблиця 1

п/п	Найменування витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість за одиницю	Всього
1	Оплата праці (гонорари)	Грн.	2	15000	30000
2	Оренда (Транспорту, обладнання, приміщення)	Грн.	1	5000	5000
3	Витраті матеріали (обладнення)	Грн.	1	20000	20000

4	Оплата інформаційних послуг	Грн.	2	2500	5000
5	Інші прямі витрати	Грн.	1	3000	3000
Всього: 63000 грн.					

Оплата праці двох працівників: ГІС-інженер з БГД, ГІС-інженер із знаннями 3d моделювання. Оренда транспорту для перевозок по місту Києву для збору матеріалів.

Витратні матеріали (обладання): персональний комп'ютер. Оплата інформаційних послуг: використання ліцензійного програмного забезпечення ESRI CityEngine, 3d матеріали. Інші прямі витрати - невеликі рахунки (комунальні послуги в приміщенні, де відбувалась робота, рахунок за інтернет, тощо)

Висновок до Розділу 1

Для вирішення поставленої задачі створення 3d туру із використанням ГІС технологій ГІС-інженер повинен мати розуміння не тільки в ГІС технологіях, а також у 3d моделюванні, яке рідко використовується у поєднанні з ГІС, особливо на практиці.

Нормативно-правова база не пристосована для віртуального туризму, і він не регулюється. У відношенні звичайного "фізичного" туризму нормативно-правова база виконує свої функції регулювання області, проте із використанням новітніх технологій і шляху яким Україна рухається останні декілька років (цифровізація) потрібні деякі удосконалення в законодавстві щодо віртуального туризму та схожих активностей.

ГІС у поєднанні із 3d моделюванням є дуже могутнім інструментом для побудови віртуальних турів не із використанням панорам, а за допомогою тривимірного середовища, яке надає змогу підняти реалістичність таких турів.

Розділ 2. Методичні засади формування моделі БГД туру як туристичного продукту.

					МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Виконав		Третяк В.М.			<i>Використання ГІС-технологій для 3d моделювання в туризмі (на прикладі міста Києва)</i>	Літ.	Арк.	Аркушів	
Консульт.							23	66	
Керівник		Лепетюк В.Б.				КНУБА, група ГІСТ-61 23			
Зав. каф.		Карпінський Ю.О.							

2.1. Структурна модель БД 3d туру як туристичного продукту

Структурна модель даних - структурна складена з різних тип даних та їх зв'язків. Структурна модель даних поділяється на три види організації: мережева, реляційна та ієрархічна.

Ієрархічна модель бази даних складається із об'єктів з показниками від "батьківських" об'єктів до "нащадкових" , які разом створюють інформацію. Ієрархічні БД зазвичай показані як дерево із різноміровних об'єктів: перший рівень - один об'єкт, тощо. Між об'єктами існують певні зв'язки - кожен об'єкт може включати в себе об'єкти нижчого рівня, такий тип зв'язків називається "батьківський до нащадка". "Батьківський" об'єкт може мати, або не мати попередника, "Нащадковий" завжди має вище стоячий об'єкт. Прикладом ієрархічної БД є файлова система, яка складається із кореневої директорії із ієрархією піддиректорій і файлів.

Мережева модель бази даних - є розширенням ієрархічного підходу до організації даних. В ієрархічній моделі запис-"нащадок" повинна мати тільки один "батьківський" запис, в мережевій структурі даних нащадок може будь-яке число "батьківських" записів. В мережевих базах даних і вертикально реалізованими зв'язками, існують також горизонтальні зв'язки. На жаль, мережева модель даних успадкувала недоліки ієрархічної, головним із них є необхідність чіткого визначення зв'язку даних на фізичному рівні, та чітко притримуватись цієї структури зв'язків при запитах до бази даних.

Ієрархічна та мережева моделі даних в наш час не використовуються широко.

Реляційна модель бази даних - вся інформація в БД зведена в таблиці, строки яких називаються записам, а колонки полями. Реляційна модель представляє набір відношень, які змінюються в часі та сховище даних, яке містить набір таблиць. Данні в таблиці повинні відповідати таким вимогам:

- Значення атрибутів повинні бути атомарними - кожне значення, яке міститься на пересіченні строки та колонки повинне бути нероздільним на декілька значень;
- значення кожного атрибута повинні відноситись до одного, і того же типу;

- кожний запис в таблиці є унікальним;
- кожне поле повинне мати унікальне ім'я.

Кортеж - строка таблиці, запис.

Сутність - опис властивостей об'єкта.

Атрибут - колонка, поле.

Домен - множина допустимих значень атрибута.

Відношення - форма зв'язку між об'єктами, яка показує що саме їх об'єднує.

Включають кортежі і атрибути, що складають рядки та колонки таблиць

Первинний ключ - мінімальна множина атрибутів, які є підмножиною заголовка даного відношення, які при комбінації в результаті унікально визначає кортеж відношення. На практиці первинний ключ - поле (колонка) або групу полів таблиці БД, значення якого (комбінація значень) використовується в якості унікального ідентифікатора запису (строки) цієї таблиці

В теорії реляційних БД таблиця представлена невпорядкований набір записів. Спосіб ідентифікації запису - вказати набір значень одного або декількох полів, який буде унікальним для цього запису. Первинний ключ може складатись тільки із одного поля таблиці, значення якого є унікальними для кожного запису [20].

Для використання мною були обрана реляційна модель бази даних. Вона є зручною і практичною в використанні, в основному завдяки простій структури даних. Оскільки при створенні бази даних головними об'єктами є таблиці, то вони створюються з урахуванням умови, що кожна з них повинна містити інформацію про один об'єкт інформації. Між окремими таблицями повинні бути встановленні зв'язки, завдяки яким можлива обробка даних із декількох таблиць одночасно.

Проектування реляційної бази даних можна розділити на три етапи:

- Вивчення предметної області. У технічному завданні до створення БД описується мета її створення, призначення, склад БД, роботи, які будуть проводитись із БД.

- Формування схеми даних бази даних. Визначають фактичний склад БД, атрибути, які відносяться до об'єктів, структура таблиць і зв'язків між ними.

- Безпосередня розробка моделі об'єкта на комп'ютері. Створення БД, таблиць і їх послідовне заповнення, роботи з БД, обробка внесених даних [21].

В результаті була створена структурна модель бази географічних даних 3d туру як туристичного продукту (рис.2.1.1.):

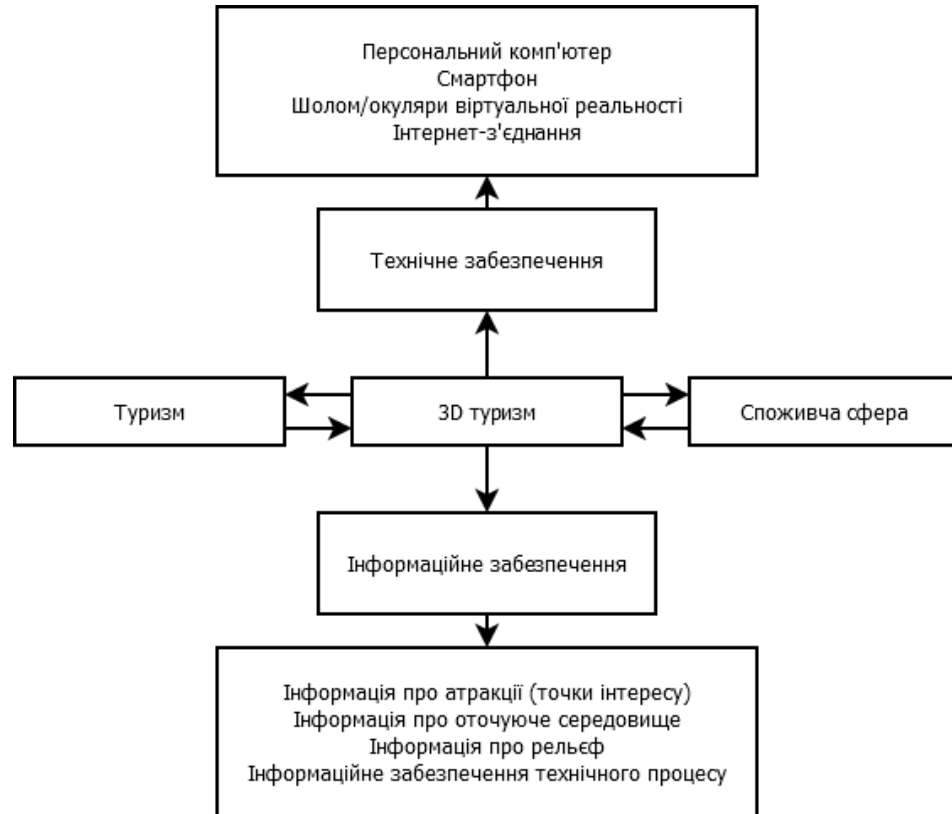


Рис.2.1.1. Структурна модель БГД 3d туру як туристичного продукту

2.2. Концептуальна модель 3d туру

Концептуальна модель бази даних - побудова семантичної моделі предметної області, інформаційної моделі найвищого рівня абстракції. Модель створюють без орієнтації на конкретну СУБД та модель даних [22].

У процесі створення концептуальної моделі беруть участь фахівці із інформаційних технологій та предметної області, системні аналітики. БД повинна забезпечувати не тільки можливість накопичення та зберігання даних, а також мати структуру, що дозволяє формувати документацію (звіти, тощо) за допомогою запитів до БД. На концептуальному рівні здійснюється опис предметної області для якої безпосередньо розробляється БД. Етап побудови концептуальної моделі є

важливим під час проектування БД та дозволяє визначити основні сутності і зв'язки між ними, межі предметної області.

В концептуальне проектування входить опис предметної області у формальних термінах. Важливим етапом є ER-моделювання - процес створення ER-діаграми. Першим етапом є виділення сутностей за допомогою системного аналізу предметної області. В деяких випадках, коли концептуальна модель є зовнішньою, її розбивають на декілька локальних (менших) моделей, які описують дещо окремі частини загального процесу [23].

Основні поняття, які використовуються при проектуванні концептуальних БД:

- об'єкт (сутність). Об'єкт або певна річ за якою хоче спостерігати користувач;
- атрибут - характеристика певного об'єкта, яке відповідає його суті;
- зв'язок (відношення між об'єктами) - зв'язок між об'єктами концептуальної бази даних і відносини між сутностями, які входять до БД.

Визначення та класифікація об'єктів предметної області:

- Тур (подорож) - переміщення певною територією з метою її вивчення, пізнання, або із спортивною чи загальноосвітньою цілями. Подорожі із релігійними цілями мають назву "паломництво", також може бути предметом туру.

- Віртуальний тур - спосіб відобразити реалістично відобразити тривимірний простір на моніторі персонального комп'ютера, екрані смартфона або за допомогою шолому віртуальної реальності. Найпростішим видом віртуального туру є спосіб сферичних панорам, які є окремими елементами, але зв'язані за допомогою посилань-переходів (Google Street view). Віртуальний тур загалом є набором сферичних панорам, зв'язаних однією темою в тур [24].

- 3d тур - вид віртуального туру, але для його побудови використовується 3d моделювання, замість сферичних панорам. Процес створення такого туру є більш складним, ніж звичайний віртуальний тур, але завдяки цьому, досягається набагато реалістичніше оточення і занурення у подорож.

- Туристичне агенство/оператор - організація, яка розповсюджує готові сформовані тури; формує тури і розповсюджує їх. Така організація виступає посередником між клієнтами (туристами) та їх турами/подорожами.

В обраній предметній області можна виділити такі сутності:

- Турагенство - в цій сутності міститься інформація щодо основних даних компанії: назва, контактні дані, тощо;
- 3d маршрут - в цій сутності міститься інформація про маршрут: маршрут, тематика, задіяні об'єкти, тривалість, тощо;
- база даних 3d маршрутів - в цій сутності міститься інформація про всі віртуальні маршрути;
- 3d тур - в цій сутності міститься інформація про тур, його назва;
- база даних замовлень (покупок) турів - в цій сутності міститься інформація про замовлені віртуальні тури;
- замовлення - в цій сутності міститься інформація про замовлений та оплачений віртуальний тур, який прив'язаний до акаунту клієнта;
- клієнт - в цій сутності міститься інформація про замовника-віртуального туриста.

В результаті була створена концептуальна модель 3d туру (рис.2.2.1.):

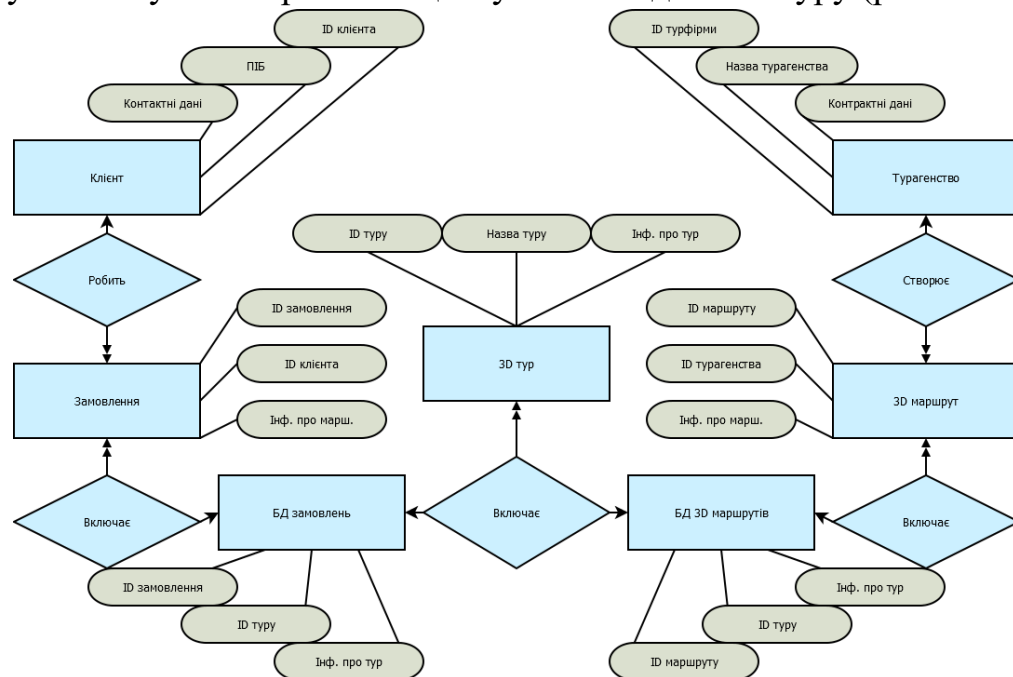


Рис.2.2.1. Концептуальна модель 3d туру

2.3. Логічна модель і каталог об'єктів БГД 3d туру

Логічна модель даних - модель даних деякої предметної області, яка є вираженою незалежно від продукту керування БД або технології зберігання. В термінах структур даних: реляційні таблиці, об'єктно-орієнтовані класи, колонки, XML-теги. Логічна модель є протилежністю концептуальної моделі даних, що описує сематику організації, без посилання на методологію.

Через логічну модель даних подається абстрактна структура області інформації. Частіше всього мають схематичний характер та використовуються у різноманітних бізнес процесах, в яких узяті до рахунку речі, які є важливими для організації проекту. Логічна модель може бути основою фізичної моделі даних та дизайну БД.

Логічна модель даних засновується на визначених концептуальною моделлю структурах, оскільки, як вже зазначено вище, вона описує сематику інформаційного контексту, який відображається і в логічній моделі. Така модель також передбачає місце реалізації (конкретну систему), тому вміст логічної моделі може змінюватись, для досягнення максимальної ефективності.

Логічна модель даних будується, оскільки:

- Є основою для проектування БД;
- Допомогає зрозуміти елементи даних і вимог;
- Допомогає уникати надмірності даних - запобігає неузгодженості даних;
- Знижує вартість та час розробки;
- Підтверджує логічну модель процесів та аналіз впливу [25].

Побудову логічної моделі БД можна розділити на три етапи:

- Етап проектування. На цьому етапі формуються основи БД - визначається логічна структура для визначеної предметної області. Завдяки проекту БД встановлюється вигляд реляційних таблиць, їх структуру і зв'язки між ними. У процесі формування певної табличної структури визначається сукупність стовбчиків, для кожного з яких дається розмір даних, тип даних, унікальний ключ, тощо.

- Етап створення таблиць. Відбираються дані та створюються форми за допомогою запитів.

- Етап експлуатації. До бази даних заноситься актуальна інформація та БД використовується за призначенням.

В базі даних усі таблиці зв'язані між собою, оскільки використовується реляційна база даних. Для кожного з полів відносяться певні однорідні дані, і кожний запис містить певна комбінація даних, що зв'язані з певним об'єктом.

Реляційна таблиця представляється двовимірним масивом і володіє такими якостями:

- Будь-якому стовбцю у таблиці надається унікальне ім'я;
- Строки у таблиці завжди різні;
- Порядок проходження рядків і стовбців може бути довільним;
- Рядки зберігають відомості, які відносяться тільки до одного об'єкту;
- Будь-який стовбець має унікальне ім'я;
- Будь-яка таблична клітина може містити лише один елемент даних.

Логічні взаємини представляють собою зв'язки між сутностями. Вони визначаються дієсловами, що показують, як сутності відносяться одна до одної.

Наприклад: БД віртуальних маршрутів включає віртуальний маршрут, клієнт робить замовлення, туристична фірма створює віртуальний маршрут.

У цих випадках взаємини показують взаємодію між двома сутностями, ця взаємодія називається "один-до-багатьох". "Один-до-багатьох" означає, що перша сутність може взаємодіяти із декількома іншими сутностями. Такі взаємодії відображаються лініями, які з'єднують дві сутності із дієсловом над лінією і стрілкою в одному із кінців.

Також, окрім взаємодії "один-до-багатьох" існує ще один вид - "багато-до-багатьох". Цей тип взаємодії описує ситуацію, при якій сутності можуть взаємодіяти із декількома іншими сутностями, такий вид взаємозв'язків використовують на початкових стадіях проектування. На схемі відображається лінією із стрілками на обох кінцях. Такий зв'язок не завжди враховує деякі системні

обмеження, а тому замінюється на тип взаємин "один-до-багатьох" при перерозподіленні проекту.

Якщо взаємозв'язки між різними сутностями були встановлені вірно, в такому випадку є можливість скласти речення із дієсловом як описове. Наприклад, як вже було зазначено вище - клієнт робить замовлення, клієнт може зробити декілька замовлень. При створенні таких речень перевіряється відносність отриманої моделі до вимог і обмежень при створенні системи [26].

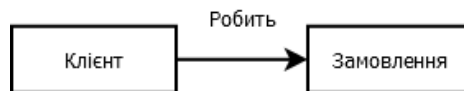


Рис.2.3.1. Приклад зв'язку у логічній моделі

До БД відносяться такі об'єкти:

- Таблиця - є основним об'єктом бази даних, у таблицях зберігаються дані.
- Запит - об'єкт, за допомогою якого робиться витяг даних із однієї, або декількох таблиць. Існують запити на видалення даних, їх вставку, вибірку даних, та їх оновлення.
- Звіт - один із об'єктів, що використовується для створення різноманітних звітів (друковані дані, форматування даних, обчислення результатів).
- Макрос - об'єкт-опис дії або декількох дій.
- Модуль - об'єкт у якому містяться процедури (функції) і який забезпечує їх виконання, вони можуть бути зв'язані через форму.
- Форма - виведення та введення деяких даних здійснюється за допомогою цього об'єкта, також від допомагає оперувати БД, форми визначають вигляд даних [27].

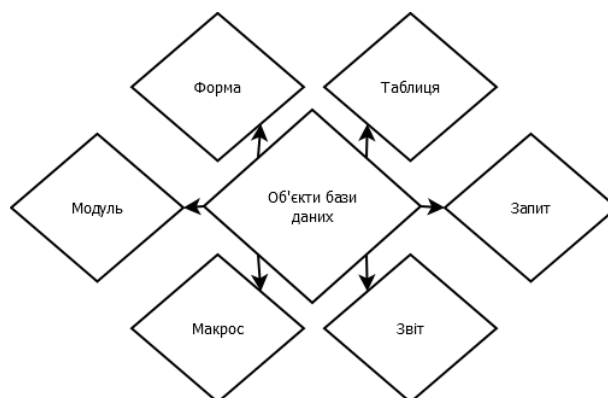


Рис.2.3.2. Об'єкти бази даних

Були створені каталог об'єктів структурно-логічна модель БГД 3d туру (рис.2.3.3.):

Каталог об'єктів. Таблиця 2

Назва	Розшифровка	Назва	Розшифровка
Territory	За територіальною ознакою	TechnicalSupport	Технічне забезпечення
TourLength	За тривалістю	PCEquipment	Комплектуючі ПК
TouristCategory	За категорією учасників	VirtualRealityEqp	Комплектуючі віртуальної реальності
DataSupport	Інформаційне забезпечення	TourObjects	Об'єкти туру
GraphicData	Графічні дані	HistoricalObjects	Історичні об'єкти
ObjectData	Дані про об'єкти	NaturalObjects	Природні об'єкти
3dModels	Тривимірні моделі	InfrastructureObjects	Інфраструктурні об'єкти

2.4. Технологічна схема побудови віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій

Технологічна карта - стандартизований документ, який містить необхідну інформацію, інструкції для персоналу, який виконує технологічні процеси та технічне обслуговування об'єкта. Технологічна карта створюється частіше всього для окремих об'єктів. В одній окремій технологічній карті іноді враховуються різні моделі об'єктів.

Технологічна карта відповідає на такі питання:

- Які інструменти та матеріали потрібні для виконання операції;
- Скільки часу витрачається на виконання операцій;
- З якою періодичністю виконуються операції (при повторенні);
- В якій послідовності слід виконувати операції;
- Які операції потрібно виконувати.

Технологічна карта створюються: якщо операції є складними, наявність спірних елементів та неоднозначностей в операціях, при необхідності виявлення трудових витрат при експлуатації об'єкта [28].

Повна технологічна схема - графічне зображення та опис технологічного процесу - він включає усі операції, устаткування, прилади. Повна технологічна схема створюється при детальному вивченні технології.

Принципова технологічна схема більше підходить для первинного ознайомлення та в ній є така інформація:

- Послідовність операцій на виробництві - регламентується послідовність дій, які виконуються.
- Устаткування, необхідне для виконання процесу.
- Норми для технологічного режиму.
- Способи експлуатації розхідників [29].

Була створена технологічна схема побудови віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій (рис.2.4.1.):

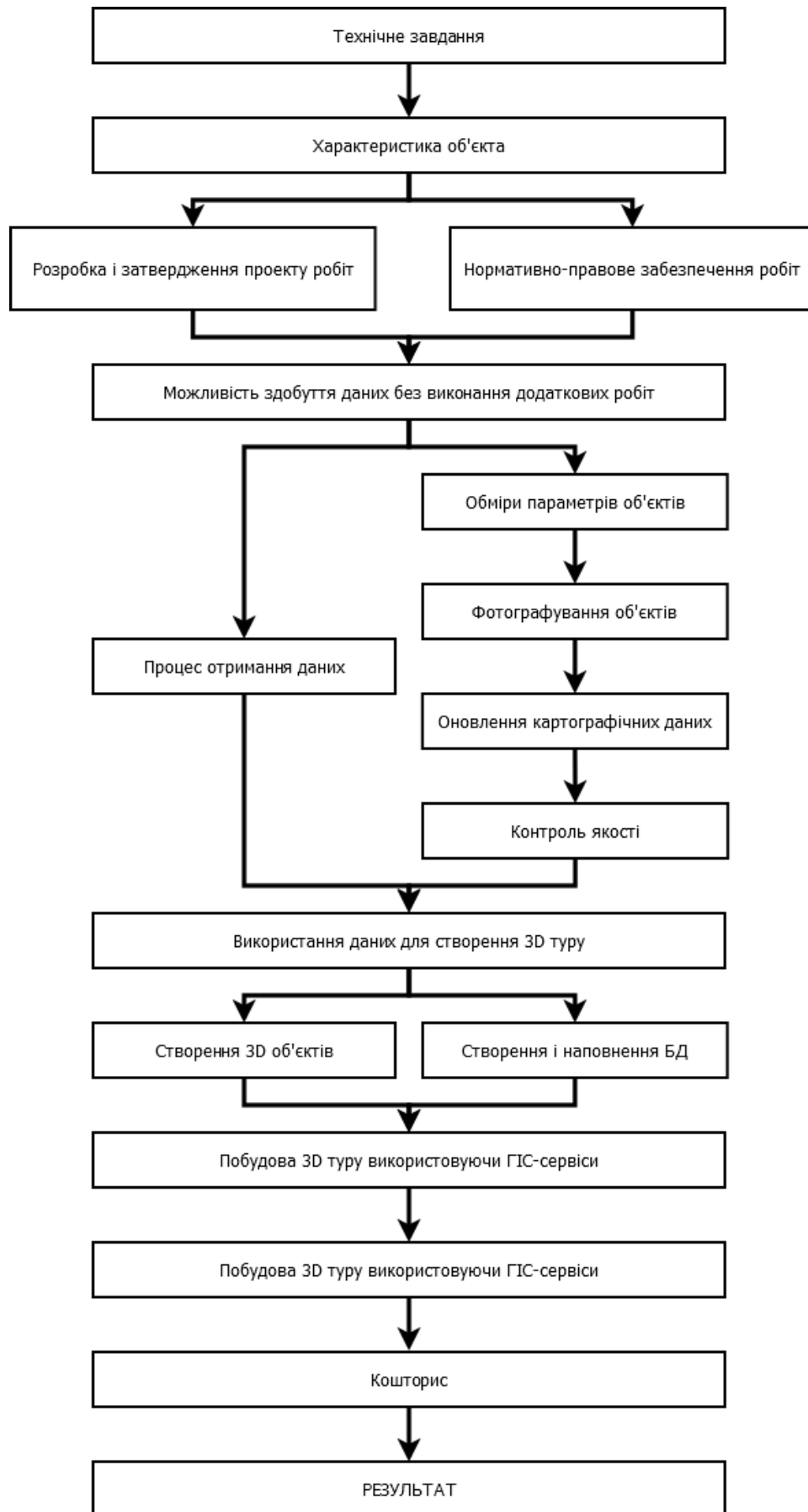


Рис.2.4.1. Технологічна схема побудови віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій

Висновок до Розділу 2

В розділі 2 мною були розглянуті методологічні засади формування моделі БГД туру як туристичного продукту. Структурна, концептуальна та структурно-логічна моделі БГД представляють собою певну кількість правил та понять. Ці моделі виконують роль засобу зображення та визначення структури БГД і як у ній будуть циркулювати і оброблятися дані.

Формування БГД - розвиток, починаючи від концептуальної моделі БГД до логічної моделі, яка є фінальним етапом формування БГД 3d туру.

Мною була створена технологічна карта побудови віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій. Технологічна схема показує весь процес створення туру. Від підготовчих робіт до результату створення - 3d віртуального туру, який готовий до використання.

Розділ 3. Розроблення БГД турів міста Києва в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS. Створення віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій в середовищі CityEngine та Unreal Engine

					МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Третяк В.М.			<i>Використання ГІС-технологій для 3d моделювання в туризмі (на прикладі міста Києва)</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.							37	66
Керівник		Лепетюк В.Б.				КНУБА, група ГІСТ-61 37		
Зав. каф.		Карпінський Ю.О.						

3.1 Розроблення БГД турів міста Києва в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS та підготовка в Esri CityEngine

Отримання і підготовка даних

Для побудови 3d віртуального туру потрібно мати основу, на якій базується тур. У випадку використання ESRI CityEngine повинні бути вихідні дані, на основі яких будується частина віртуального міста Києва. Такими даними виступає перш за все ортофотоплан досліджуваної частини Києва, shp-файли будівель та інших об'єктів створених людиною та транспортна мережа.

Є декілька варіантів отримання вихідних даних:

1. Отримання ортофотоплана, послідуоча векторизація потрібної території міста Києва та побудова 3d моделей на основі shp-файлів.
2. Отримання ортофотоплана та готових shp-файлів із БГД та послідуоча побудова 3d моделей на основі отриманих даних.
3. Використання автоматичної побудови 3d моделей завдяки функціоналу CityEngine на основі ортофотоплану та shp-файлів отриманих із OpenStreetMap.

Варіант номер 1 є найбільш трудовитратним оскільки після отримання ортофотоплану потрібно вручну векторизувати кожен будівлю, і якщо для невеликого міста такий об'єм робіт не виправданим, то для міста Києва буде витрачено забагато часу, який краще витратити на інші етапи.

Варіант номер 2 є базовим і використовується частіше для некомерційних проектів, це набагато швидше ніж варіант номер 1 - лишається тільки невеликий об'єм робіт по підготовці даних (видалення частин, які не будуть використовуватись) і подальша побудова 3d моделей в середовищі CityEngine.

Варіант номер 3 є найбільш швидким та в деяких випадках більше точним ніж попередні варіанти. Середовище CityEngine дозволяє безпосередньо під час використання ПЗ отримати ортофотоплан із картою висот і shp-файли із OpenStreetMap для досліджуваної території. Після отримання даних ПЗ CityEngine на цих даних буде 3d моделі міста та транспортної мережі.

Для побудови 3d туру були обрані поєднані варіанти 2 і 3, оскільки так була набута максимальна повнота даних в цій ситуації. Мною був виконаний збір векторних даних із інформацією про об'єкти досліджуваної території. Для цього проекту я використовував відкриті дані OpenStreetMap, оскільки вони повністю задовольняють його потребам.

Збір даних було виконано із таких джерел:

Таблиця джерел даних.

Таблиця 3

Джерело	Дані
OpenStreetMap	shp-файли будівель
	shp-файли дорожньої мережі
Інтернет ресурси	Інформація про точки інтересу
	Готові 3d моделі

Shp-файли будівель та дорожньої мережі були отримані через OpenStreetMap. Інформація про точки інтересу - історичні пам'ятки, архітектурні споруди, тощо була отримана із різноманітних інтернет ресурсів, так як і готові деталізовані 3d моделі точок інтересу. Одним із таких ресурсів для отримання інформації про пам'ятки є інтернет ресурс IGotoWorld Ukraine [30] для отримання 3d моделей: генерування за допомогою ПЗ Esri CityEngine, інтернет ресурс free3d [31], SketchFab [32], 3d Warehouse [33].

Процес автоматичного генерування 3d моделей міста Києва починається із використання ПЗ Esri CityEngine і, зокрема, функції Get Map Data. Інструмент Get Map Data дозволяє виділити потрібну ділянку на двовимірній супутниковій карті та отримати з неї такі дані як: модель місцевості із побудованою картою висот, дані OpenStreetMap (shp-файли будинків, дорожньої мережі, тощо). Після успішного завантаження цих даних, вони вирівнюються за даними про висоти і додаються до новоствореної сцени CityEngine.

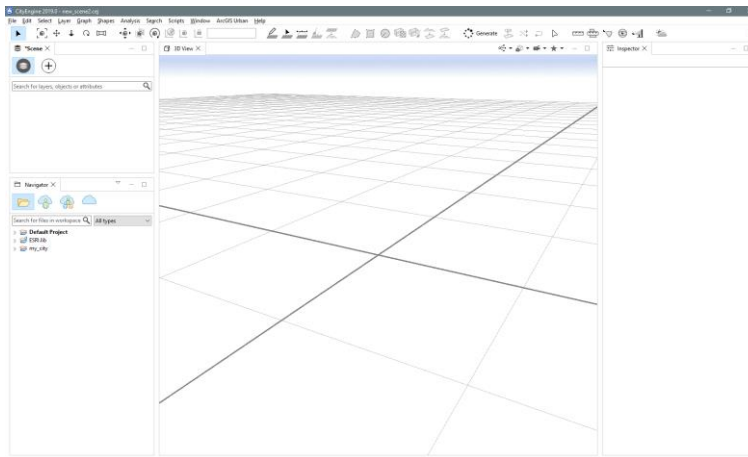


Рис.3.1.1. Нова сцена CityENGINE

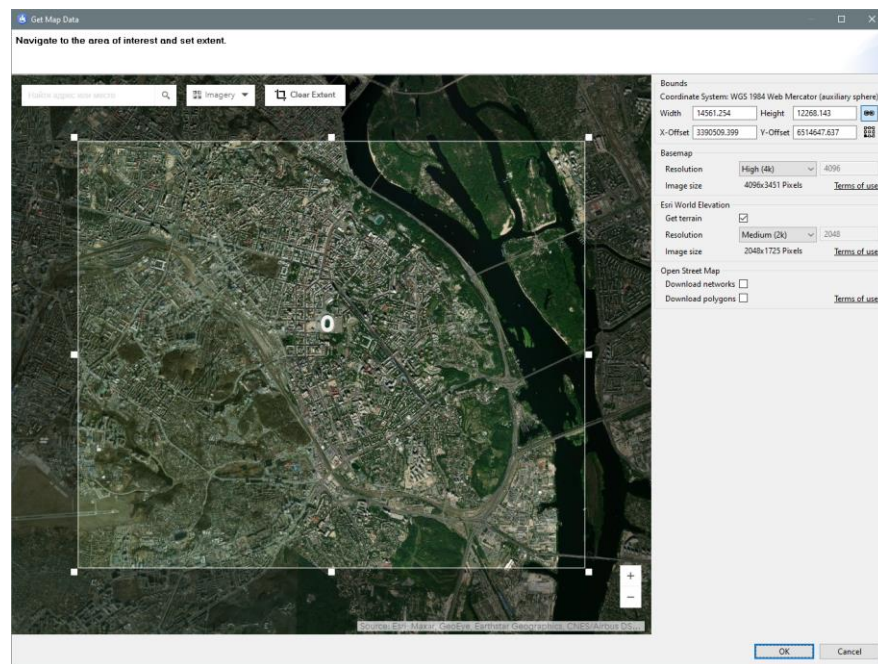


Рис.3.1.2. Процес вибору ділянки для автоматичної побудови

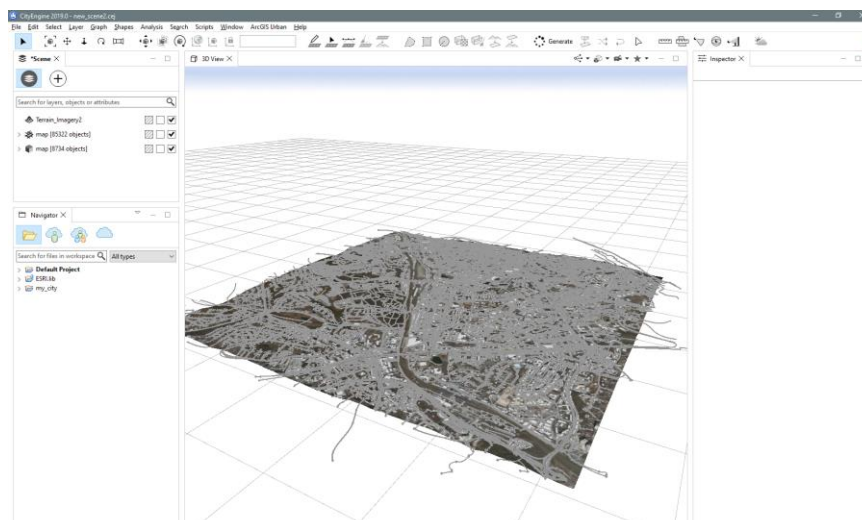


Рис.3.1.3. Завантажені дані

Досліджуваною територією є центральна частина міста Києва - Печерський район та частини Шевченківського, Подільського, Солом'янського та Голосіївського районів.

Підготовка отриманих даних в Esri CityEngine

Підготовка даних виступає важливим етапом у створенні 3d туру. При якісно підготовлених даних, результат буде набагато відрізнятись, від такого же результату, але який використовує не фільтровані дані. Сервіс OpenStreetMap є вбудованим в CityEngine, так як і знімки земної поверхні від Maxar та GeoEye.

Мною було створено БГД, в якій зберігаються дані, отримані в результаті використання OpenStreetMap (рис.3.1.1.).



Рис.3.1.4. Створена БГД та заповнена таблиця атрибутів

Оскільки досліджувана територія не включає весь Київ, тому важливо було видалити shp-файли, які не будуть використовуватись.

Досліджувана територія на сході обмежена річкою Дніпро, на півдні бульваром Дружби Народів, на заході залізничною мережею міста Києва, на півночі вулицями Подола та рельсом Шевченківського району.

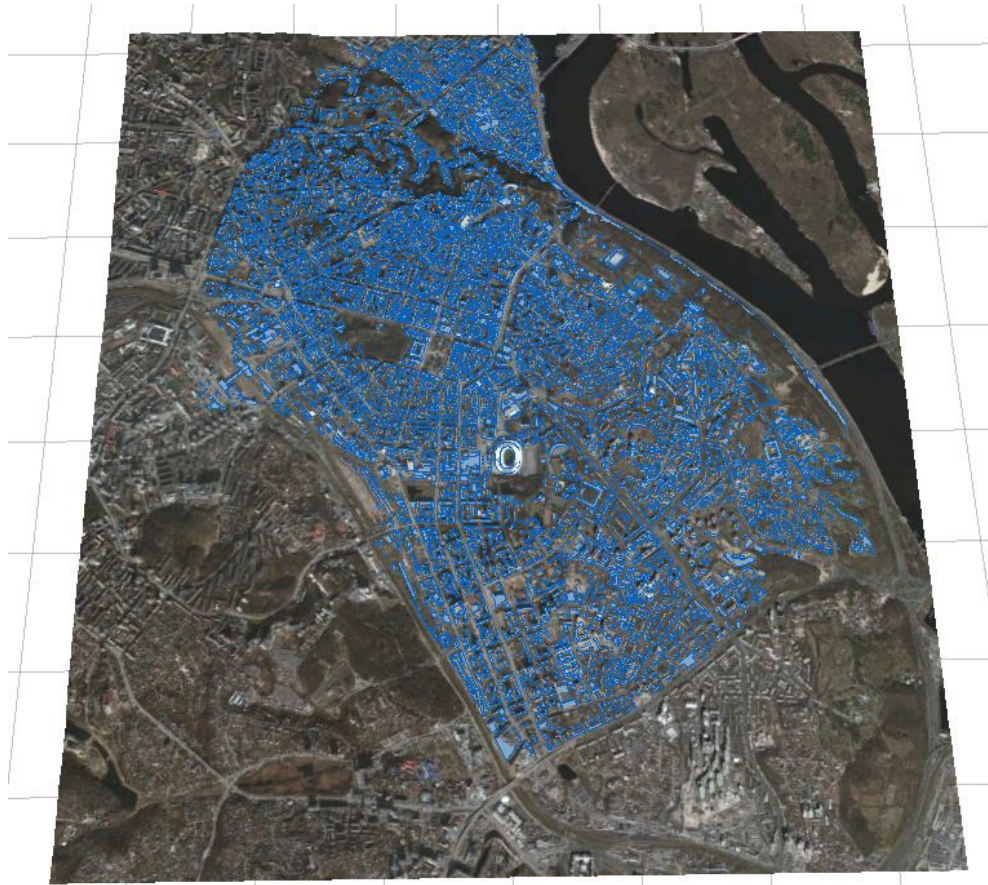


Рис.3.1.5. Відфільтровані shp-файли

Наступним етапом є використання відфільтрованих shp-файлів будівель та дорожньої мережі для автоматичної побудови 3d моделей будівель. Для цього виділяються усі shp-файли та використовується інструмент Generate. На основі shp-файлів та карти висот отримується доволі точна 3d копія міста з підкладкою із супутникових знімків, накладених на карту висот, для якомога точнішого повторення реального рельєфу.

Як було зазначено вище, та як ми можемо побачити на рис.3.1.6. територія парку імені Тараса Шевченка, та прилеглої території була побудована вдало, оскільки реальна забудова не має дуже складних форм і є доволі простими, хоч і історичними будівлями.



Рис.3.1.6. Приклад вдало згенерованих 3d моделей

Нажаль, оскільки ПЗ Esri CityEngine використовує безкоштовні дані з OpenStreetMap, то не всі будівлі, особливо із складною конструкцією і формами, можуть згенеруватись самостійно із достатньою якістю. Яскравим прикладом такої будівлі є НСК «Олімпійський», який має складну форму і комплексні інженерні конструкції. При редагуванні віртуального міста Києва я старався виправляти неправильно побудовані будівлі, які мали вплив на візуальну складову, але на сцені одночасно існує більше 7500 об'єктів, і на виправлення та доведення до ідеалу кожного з них було би витрачено багато часу. Проте при побудові комерційних 3d віртуальних турів такі роботи є більш виправданими.

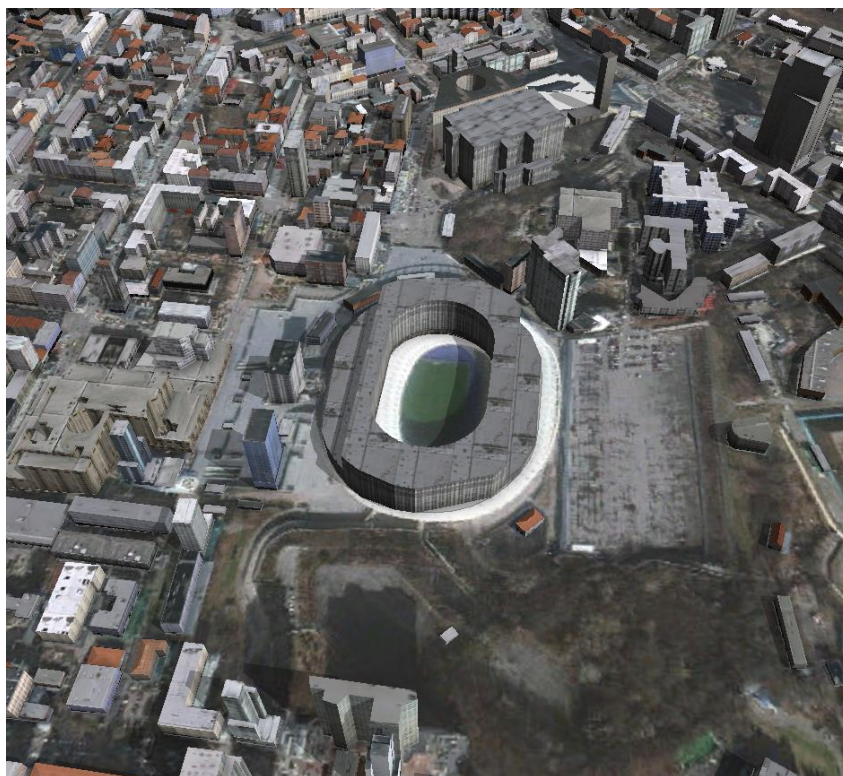


Рис.3.1.7. Приклад невдало згенерованої будівлі

У випадку будівлі із прикладу - НСК «Олімпійський», мною була використана готова 3d модель, яка є набагато більш схожою, ніж автоматично згенерована. Готові безкоштовні 3d моделі можна завантажити з веб-сайту free3d, SketchFab, 3d Warehouse. Найпопулярнішими форматами моделей є:

- FBX - пропрієтарний недокументований формат, який використовується для забезпечення сумісності різноманітних програм тривимірної графіки [34].

- OBJ - формат файлу опису геометрії, вперше створений в Wavefront Technologies для їхнього анімаційного пакету Advanced Visualizer. Це відкритий файловий формат, який взяли були інші розробники 3d редакторів за стандарт [35].

- glTF - стандартний формат файлу для тривимірних сцен і моделей. Може бути автономним або посилатись на зовнішні текстурні ресурси. Формат підтримує геометрію моделей, зовнішній вигляд, анімацію та ієрархію графіка сцени [36].

- SKP - формат тривимірних моделей, які були сформовані в ПЗ SketchUp [37]. Для заміни моделей мною були видалені старі моделі точок інтересу, та замість них поставлені готові моделі. Так як згенеровані мною моделі в Esri CityEngine мають прив'язку по координатам, а готові не мають, то вони були трансформовані та поставлені на їх місце вручну.

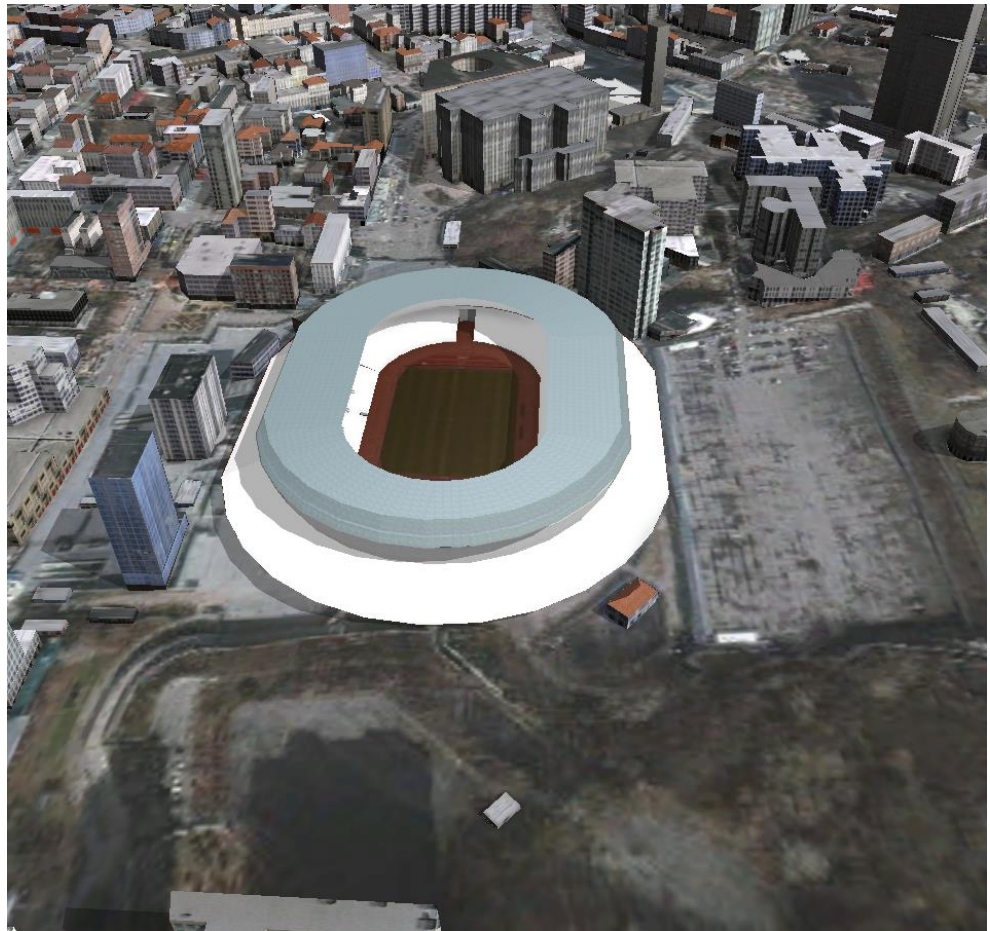


Рис.3.1.8. Замінена модель

Оскільки деякі дані були завантажені у БГД віртуального туру, наступним етапом є їх перенесення у середовище ПЗ Esri CityEngine. Для цього дані спочатку конвертуються у БГД формату Esri (.gdb) через підключення за допомогою інструменту Database Connection і експортування.

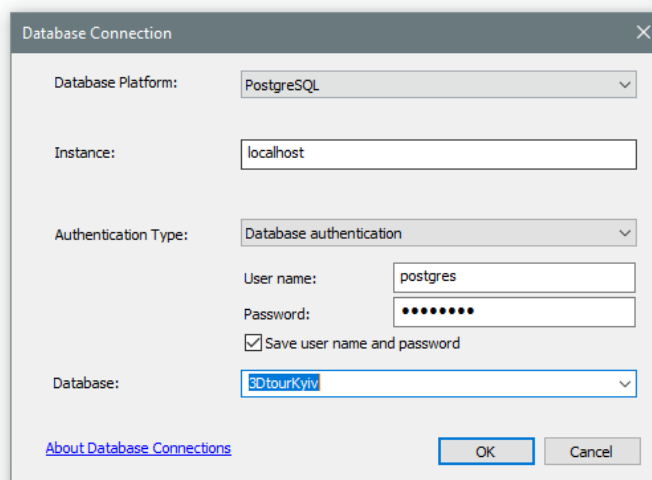


Рис.3.1.9. Процес конвертації БГД 3dTourKyiv із PostgreSQL у середовище Esri

Наступним етапом є імпортування БГД 3dTourKyiv.gdb у ПЗ Esri CityEngine. При імпортуванні вибираються потрібні класи. Якщо нові дані були відфільтровані перед імпортом із БГД, то етап підготовки даних можна вважати завершеним, якщо ні - повторюємо пункти про фільтрацію даних.

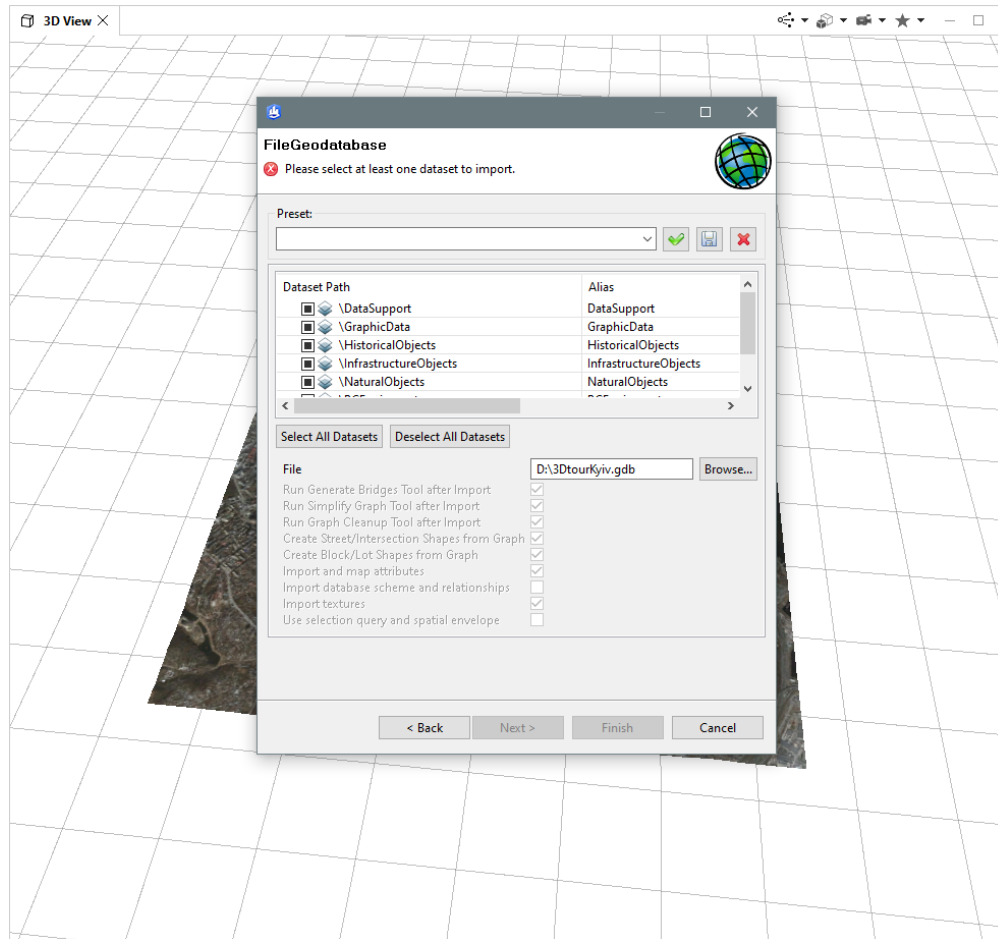


Рис.3.1.10. Процес імпорту даних із БГД 3dTourKyiv.gdb

Останнім кроком при використанні ПЗ Esri CityEngine було експортування 3d моделей в формат, який підходить для використання в ПЗ Unreal Engine - FBX.

Процес експорту тривимірних моделей можливий завдяки інструменту Export Models (рис.3.1.10.). Експорт може здійснюватись у багато форматів, але, як вже було зазначено вище - мною був використаний Autodesk FBX. У вікні налаштувань можливо вибрати шлях зберігання файлу, його ім'я, яку геометрію буде нести файл, тощо.

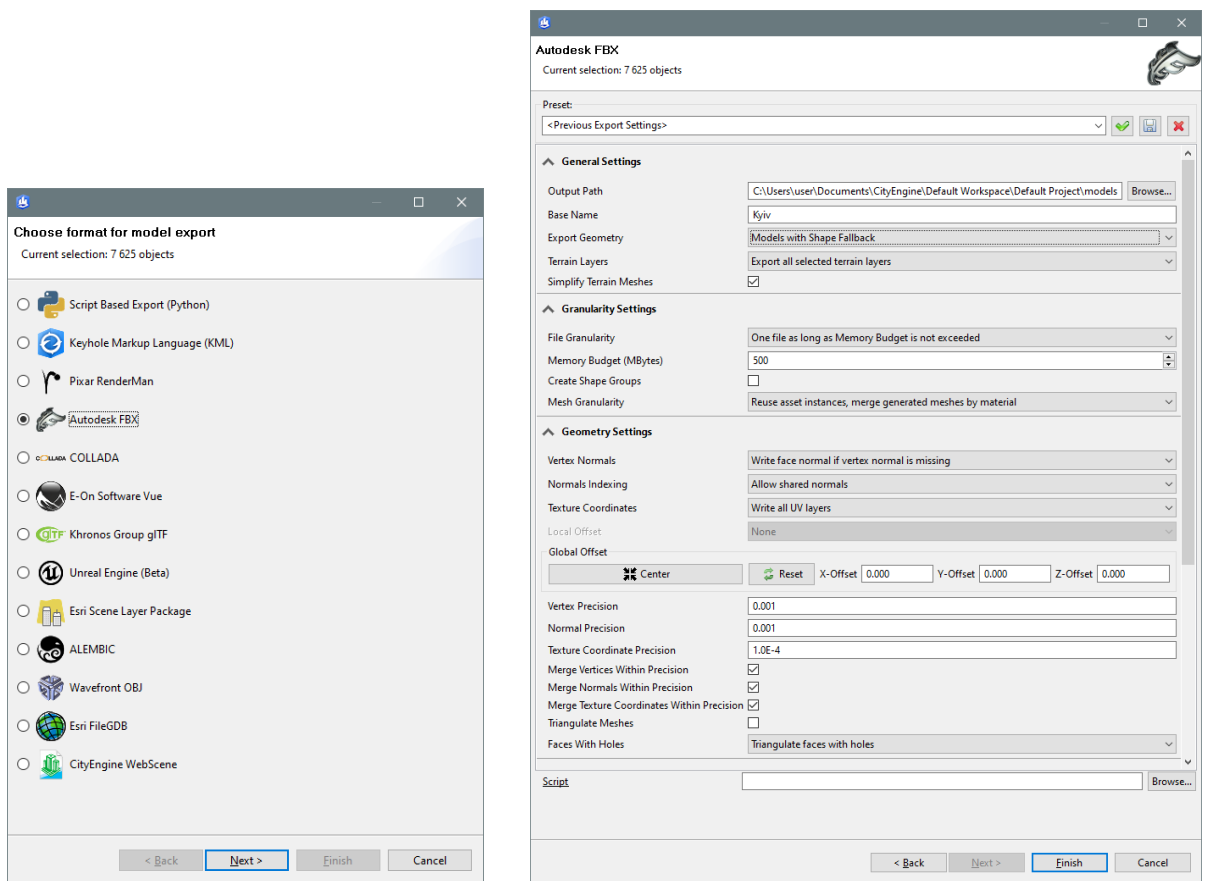


Рис.3.1.11. Процес використання інструменту Export Models

3.2. Створення віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій в середовищі CityEngine та Unreal Engine

Для безпосереднього створення 3d віртуального туру мною був використаний графічний рушій Unreal Engine 4, який частіше всього використовується незалежними користувачами для відеопрезентацій, рендеру 3d логотипів, моделей, різноманітних інтерактивних турів та комп'ютерних ігор [38]. Перевагою рушія Unreal Engine над іншими аналогами є:

- високий рівень якості візуалізації;
- простота використання, навіть без навичок програмування;
- підходить для багатьох задач, багатофункціональний;
- є безкоштовним для некомерційного використання [39].

Першим етапом при використанні Unreal Engine є процес створення нового проекту та імпорту в нього даних, отриманих та оброблених в ПЗ Esri CityEngine (рис.3.2.1.).

Для створення нового проекту потрібно вибрати категорію проекту - оскільки рушій використовується для вирішення багатьох задач. Мною була обрана категорія "Film, Television and Live Events" (Фільми, телебачення та події в прямому ефірі), оскільки віртуальний тур ближче за все до цієї категорії. Після успішного створення проекту, можна побачити набір інструментів та "Blueprints" (креслення, плани, схеми) - вони були додані автоматично і є інструментами, які скоріше за все будуть використовуватись в обраній категорії.

Система Visual Scripting Blueprint - це повна система сценаріїв для виконання певних задач, яка використовує інтерфейс на основі вузлів для створення елементів процесу із Unreal Engine. Як і в багатьох скриптованих мовах, вони використовуються для об'єктно-орієнтованих класів або об'єктів у механізмі [40].

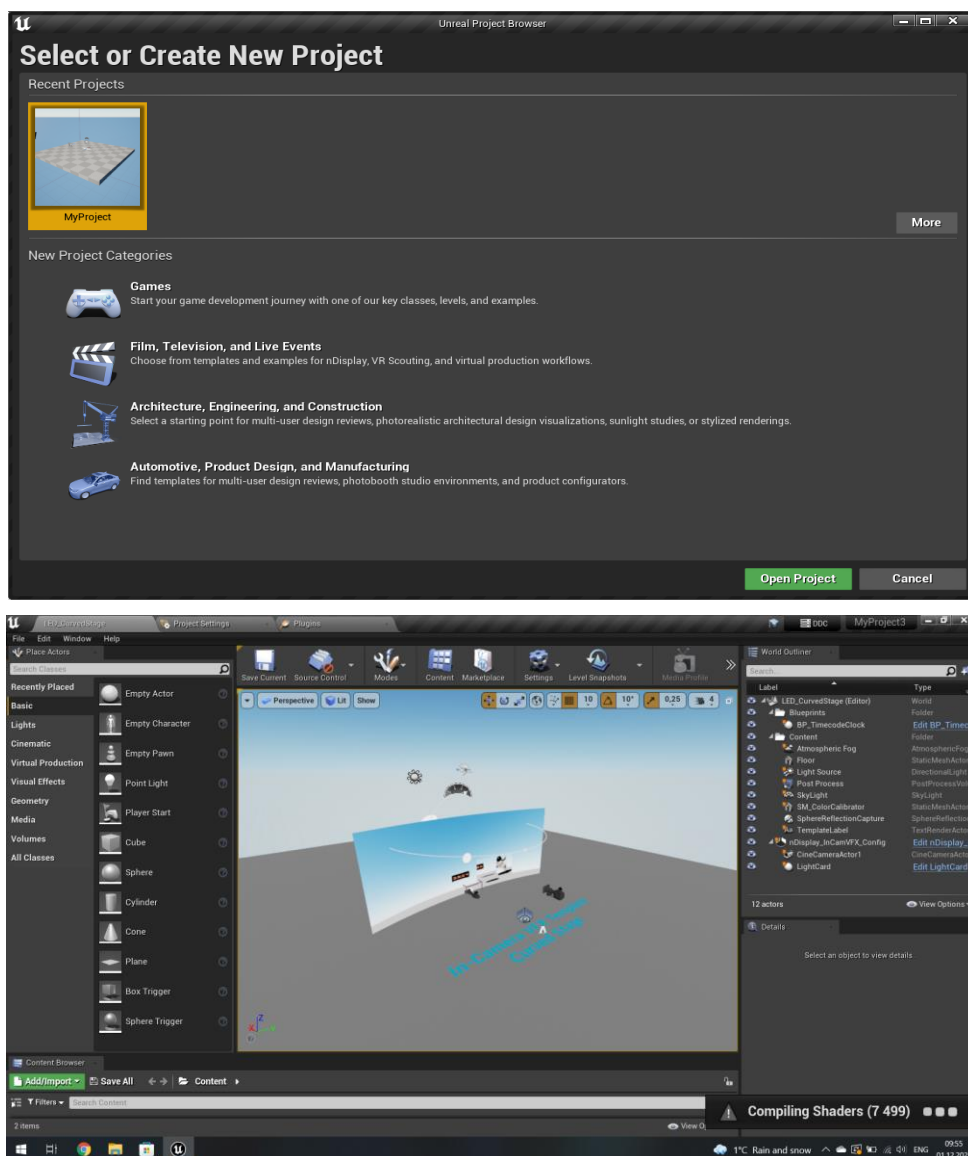


Рис.3.2.1. Процес створення нового проекту

У вікні навігатора (World Outliner), в правому верхньому кутку можна побачити різноманітні автоматично додані інструменти, до них входить:

- Blueprint BP_TimescodeClock - скрипт, який виконує функцію таймера;
- Atmospheric Fog - ефект розсіювання світла в атмосфері планети [41];
- Floor - 3d модель-основа на якій знаходяться усі об'єкти;
- Light source - джерело світла;
- Post Process - постобробка, ефекти розмиття, ambient occlusion, відображення тонів, тощо [42];
- SkyLight - інструмент, який фіксує віддалені частини сцени та застосовує їх як світло. Тобто вигляд неба та його освітлення збігається [43];
- SM_ColorCalibrator - калібрування кольорів сцени [44];
- SphereReflectionCapture - метод захоплення відбиття. Виглядає як велика сфера, що покриває сцену [45];
- TemplateLabel - шаблонний ярлик;
- In-Camera VFX - технологія зйомки ефектів в реальному часі. Технологія заснована на поєднанні світлодіодного освітлення, відстеження камери та візуалізації в реальному часі [46];
- Actor - будь-який об'єкт, який можна розмістити в сцені, камера, статична сітка, тощо [47];
- CineCameraActor - актор із додатковими параметрами, які відтворюють поведінку кінокамери в реальному світі. Дає можливість регулювати налаштування плівки, об'єктиву та фокуса [48];
- LightCard - "карта світла", більше всього схоже на матеріал-текстуру, тільки для світла.

Після створення нового проекту, виконується імпорт FBX файлу до нього. Це здійснюється за допомогою інструменту Add/Import, або простим перетягуванням потрібного файлу до вікна каталогу в ПЗ Unreal Engine. У вікні імпорту можна налаштувати параметри, з якими буде імпортуватись файл моделей та його метадані.

В даному вікні знаходяться налаштування від Mesh (полігональна сітка, з якої будуються моделі) до вибору матеріалів та трансформації координат моделей.



Рис.3.2.2. Процес імпорту FBX файлу у Unreal Engine

Після успішного імпорту, усі новододані файли можна буде побачити в вікні каталогу (рис.3.2.3.). Оскільки для переносу моделей із Eri CityEngine у Unreal Engine мною було використано файл FBX, який несе в собі дані про моделі, матеріали (текстури), то в каталозі ми можемо їх побачити. Моделі відображаються як моделі, а матеріали як сфера, із натягнутою на неї текстурою-матеріалом.

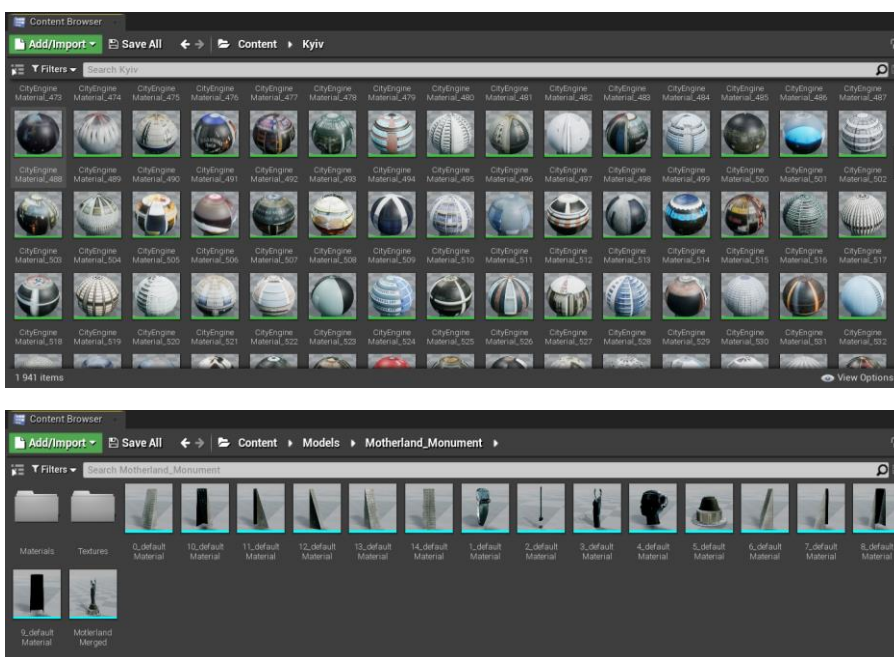


Рис.3.2.3. Каталог із новододаними файлами

Наступним кроком є перенесення даних із каталогу у Viewer (вьювер даних - основне вікно роботи із 3d моделями), для цього достатньо просто обрати потрібні моделі і матеріали, та перенести їх із каталогу до вьювера. Якщо імпорт і перенесення пройшло успішно, повинні з'явитись текстуровані 3d моделі - окрім моделей будівель, також буде модель місцевості з текстурою супутникового знімку (рис.3.2.4.).

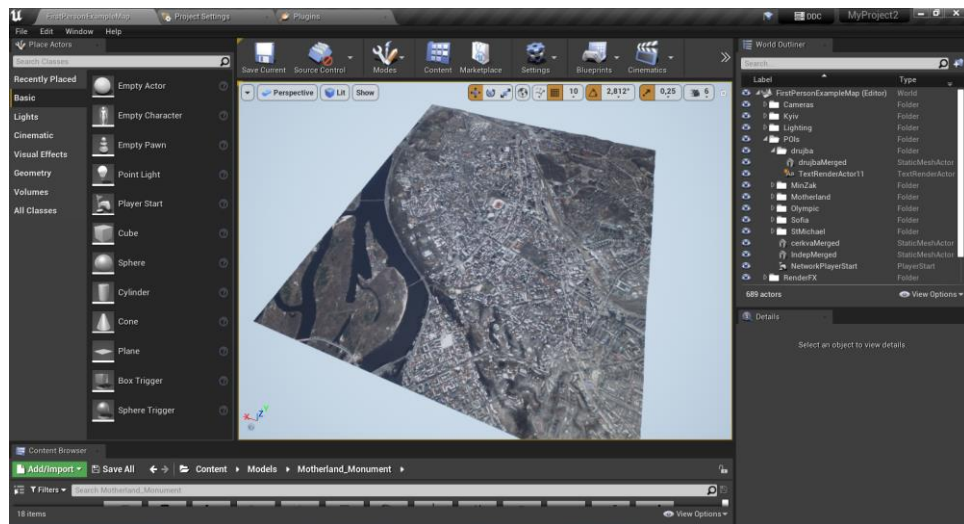


Рис.3.2.4. Результат 3d моделювання у Unreal Engine

Далі, оскільки Unreal Engine - це ПЗ для створення візуальних матеріалів, потрібно "побудувати світло" - процес розрахунку динамічного освітлення для нових об'єктів.

Цей процес виконується завдяки інструменту Build Lighting (рис.3.2.5.).

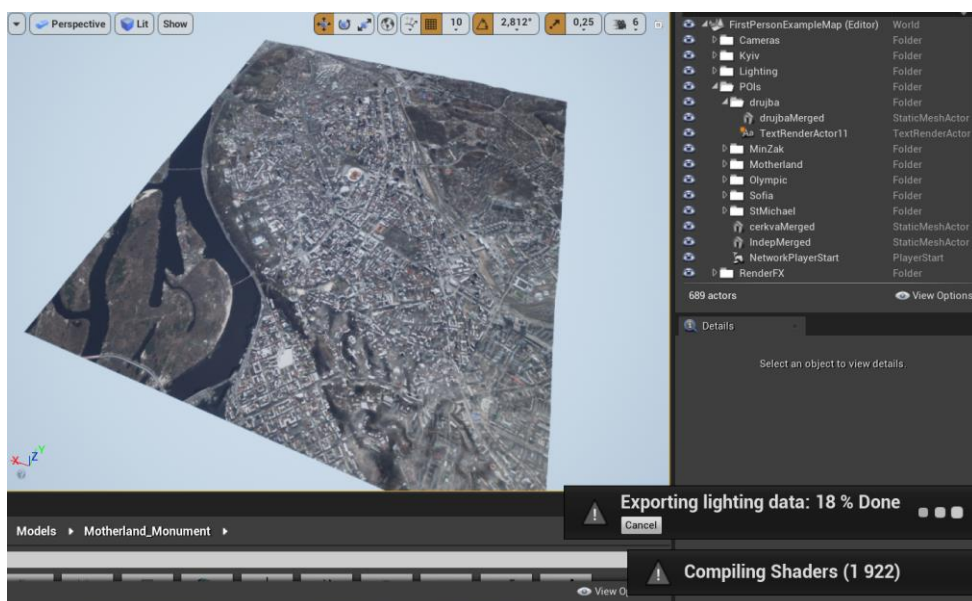


Рис.3.2.5. Використання інструменту Build Lighting

Наступним кроком є візуальна перевірка моделей - чи є вони коректними, чи експорт-імпорт були успішними для усіх моделей та матеріалів. Після перевірки проект готовий до безпосереднього створення 3d віртуального туру.

Далі для створення "Фотокарток" точок інтересу виставляється інструмент CineCameraActor. Якщо на камеру використати інструмент Pilot "назва камери", то ми бачимо попередній перегляд того, як буде виглядати кадр (рис.3.2.6.). Крім того є можливість гнучко налаштовувати усі об'єкти та інструменти, у випадку камери - зміна лінз та плівки на яку проходить "зйомка".

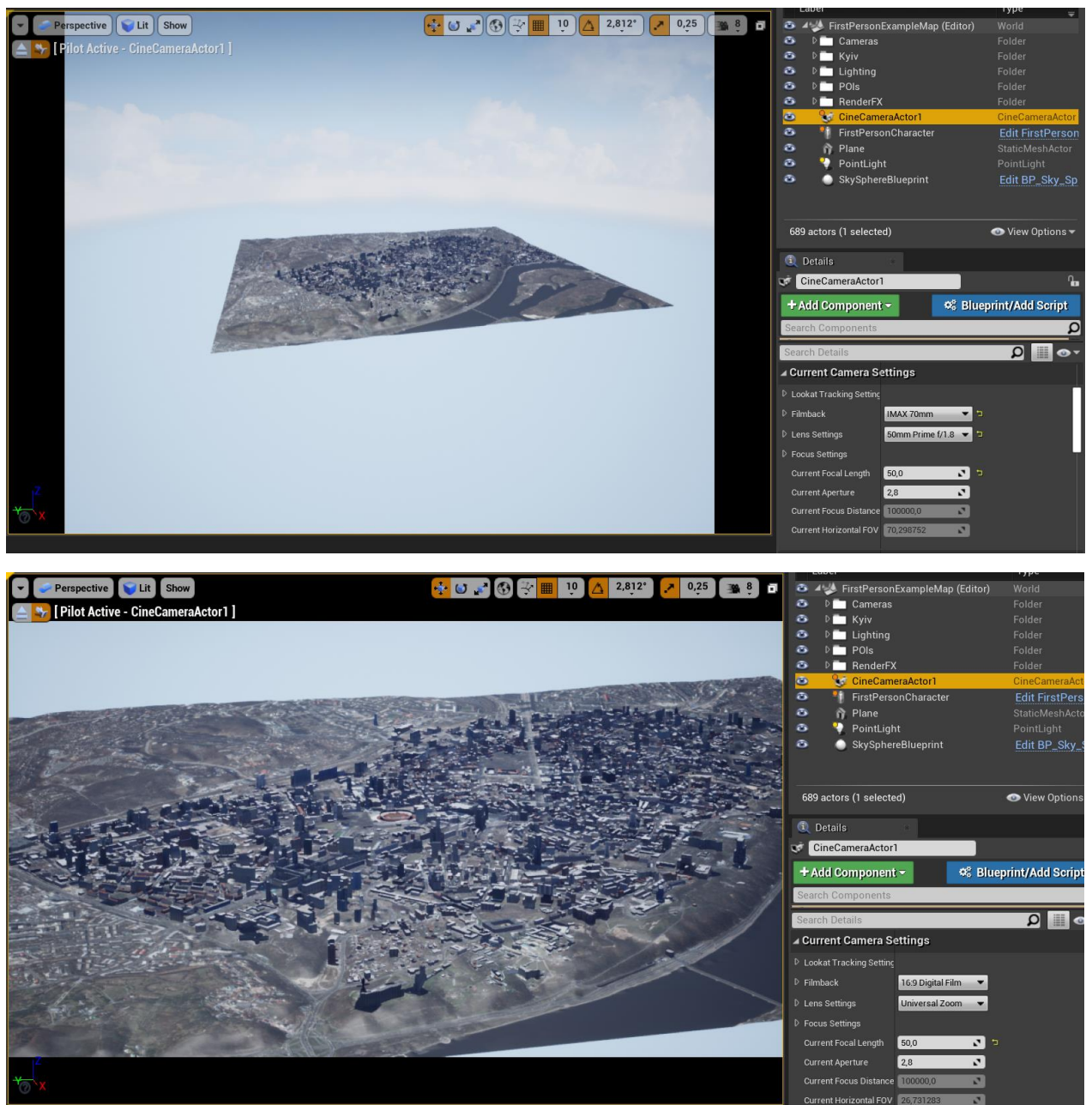


Рис.3.2.6. Приклад роботи інструменту Pilot при різних налаштуваннях

Після позиціювання та налаштування потрібних нам камер біля точок інтересу за допомогою вищезазначеного інструменту Pilot, можна перейти до нанесення тексту на "Фотокартки". Оскільки у ПЗ Unreal Engine все що знаходиться на сцені є тривимірним об'єктом, то текст також є таким об'єктом, який можна рухати (рис.3.2.7.)

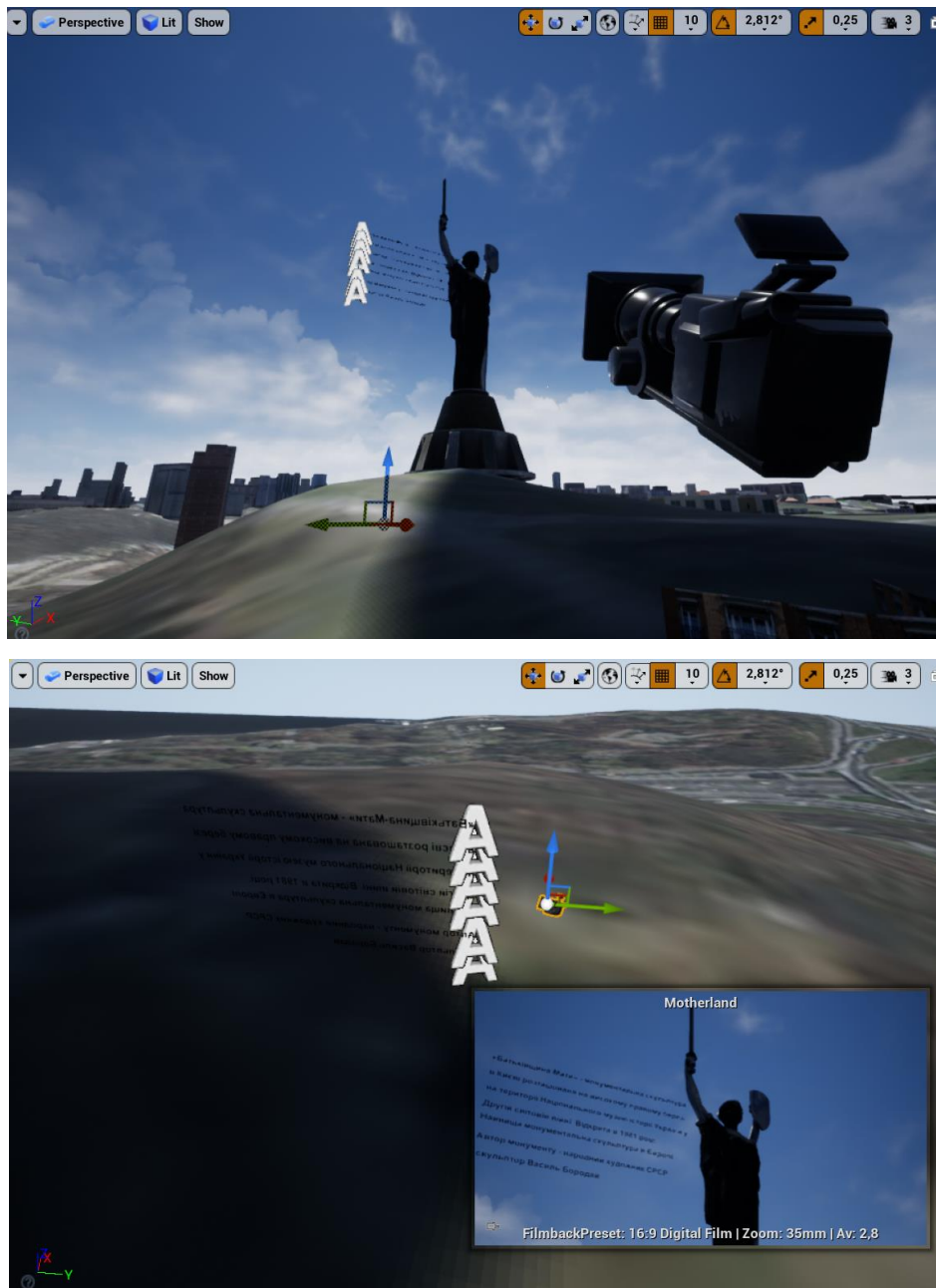


Рис.3.2.7. Приклад вигляду об'єкта-тексту в середовищі Unreal Engine

Наступним кроком, після успішного налаштування камер є можливість зробити знімок за допомогою інструменту High Resolution Screenshot (рис.3.2.8.). Так мною були зроблені знімки для усіх 6 точок інтересу:

- МЗС України (додаток А);

- Батьківщина-Мати (додаток Б);
- Софійський собор (додаток В);
- Михайлівський Золотоверхий монастир (додаток Г);
- НСК "Олімпійський" (додаток Г);
- будинок "Дружба", Хрещатик 25 (додаток Д).

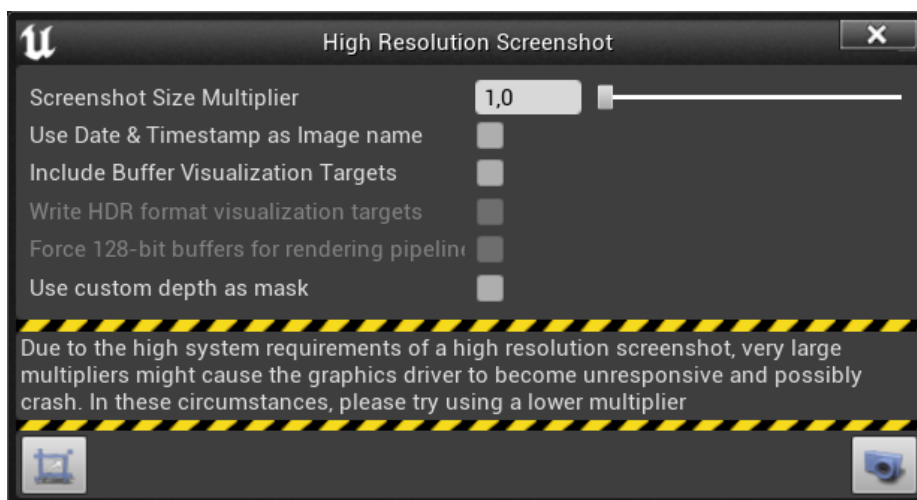


Рис.3.2.8. Вікно інструменту High Resolution Screenshot

Далі йде процес створення самого 3d віртуального туру. Як і було зазначено вище, Unreal Engine - багатоцільовий рушій. Тому мною були використані інструменти для запису відео-матеріалів та їх планування. Для цього в даному ПЗ є інструменти Sequencer та Take Recorder (рис.3.2.9.).

Sequencer - це кінематографічний набір інструментів Unreal Engine, який дозволяє безпосередньо маніпулювати акторами, камерами, властивостями та іншими активами з часом [49]. Take Recorder - дозволяє записувати анімацію процесу, живі "виступи" та інші джерела безпосередньо в Unreal Engine. Записуючи і керуючи записами в Sequencer, ви можете досягти дуже ітераційного робочого процесу у своєму віртуальному виробництві [50].

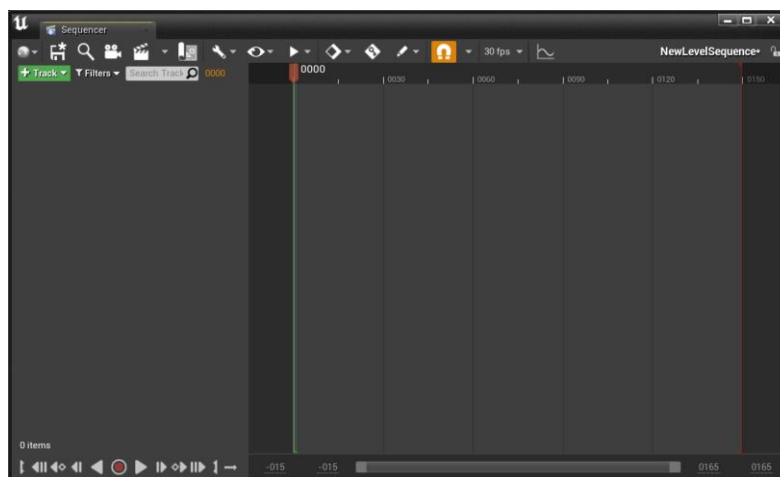


Рис.3.2.9. Робоче вікно інструменту Sequencer

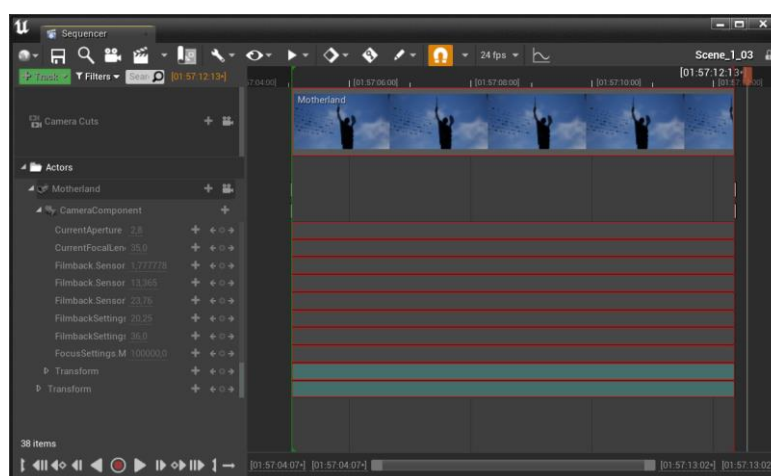


Рис.3.2.10. Робоче вікно інструменту Take Recorder

Запис відео фрагментів було проведено як за допомогою інструмента Take Recorder так і за допомогою Sequencer. Відео фрагменти в даному випадку - частини відео, записані за допомогою Unreal Engine із яких в подальшому було створено приклад 3d віртуального туру по центральній частині міста Києва.

Створення відео-матеріалу 3d віртуального туру здійснювалось в ПЗ Adobe Premiere Pro (рис.3.2.11.).

Adobe Premiere Pro - професійна програма нелінійного відеомонтажу компанії Adobe Systems.

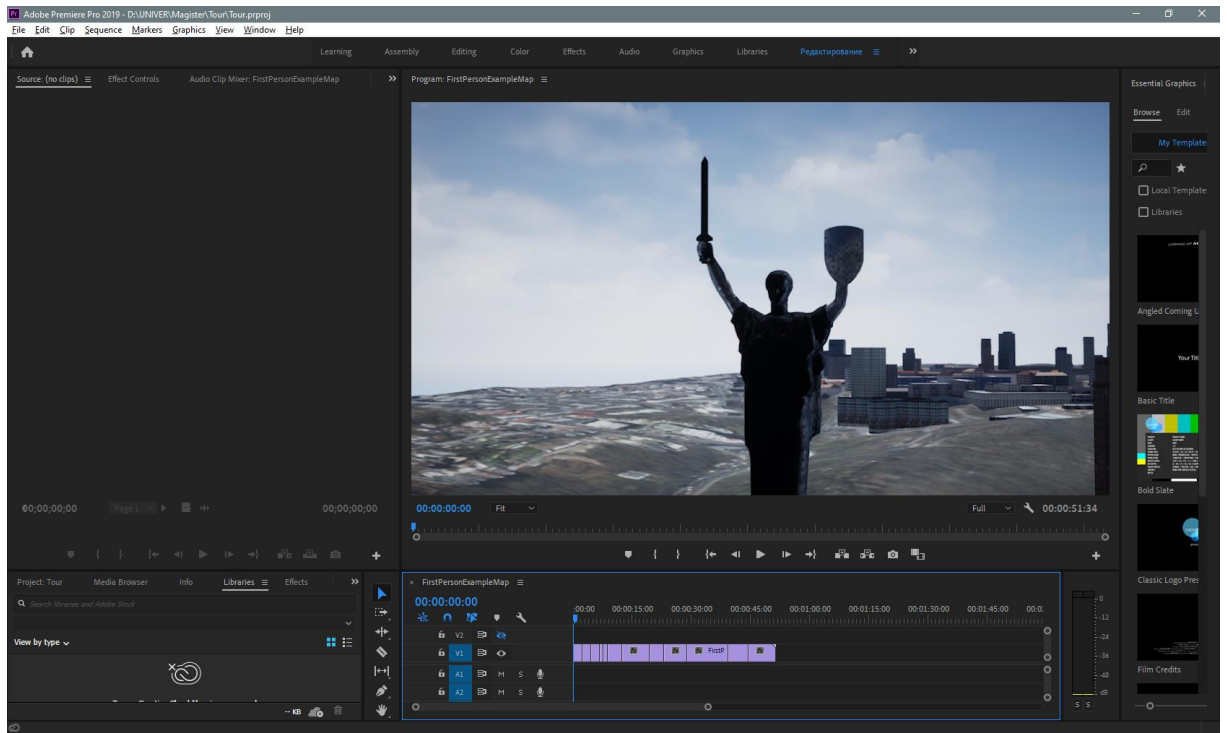


Рис.3.2.11. Процес створення відео-матеріалу

Після закінчення роботи в ПЗ Adobe Premiere Pro готові відео-матеріали експортуються в найпопулярніші формати відео, в даному випадку - .mp4.

Висновок до Розділу 3:

В результаті виконаної роботи було отримано такі файли як:

- Вищезазначені «фотокартки» - зображення точок інтересу, зроблених на віртуальну камеру (додатки А-Д);
- Відео-матеріали віртуального 3d туру по місту Києву.

Ці результати показують що за допомогою ГІС-технологій можна утворити віртуальний 3d тур. Але, нажаль не тільки із використанням тільки ГІС середовища, оскільки воно не дає інструментів для створення самого віртуального туру. У випадку із Esri CityEngine це ПЗ має багато переваг із точки зору ГІС аналізу і є одним із небагатьох інструментів, які дозволяють проводити аналіз в 3d.

В ідеалі, якість візуалізації туру могла бути набагато кращою. Такого результату можливо було досягти при використанні платних моделей міста і точок інтересу, або із великою командою професійних користувачів Unreal Engine.

Висновки

Методика використання ГІС технологій для 3d моделювання в туризмі дає змогу віртуальним туроператорам створювати віртуальні тури набагато швидше, ніж без використання ГІС технологій.

3d тури допомагають в різних сферах - від реклами туристичних подорожей в реальному світі до людей, які мають обмежені можливості. Головною задачею 3d моделювання в туристичній діяльності є не тільки розважальний характер використання, а і продукт, який буде приносити користь.

За допомогою інструментів в ПЗ Esri CityEngine мною було створене віртуальне місто Київ, набагато простіше, ніж робити це вручну - створюючи модель кожної будівлі окремо.

В процесі вирішення поставленої задачі було:

- охарактеризовано об'єктно-предметну сферу віртуального туризму. В ході характеристики були класифіковані об'єкти віртуального туризму, розглянуто нормативно-правове забезпечення транспортної інфраструктури та завдання і приклади використання ГІС у вирішенні схожих проблем, розрахований кошторис проекту;
- визначено методичні засади визначення використання ГІС технологій для 3d моделювання в туризмі. Описані і побудовані структурна, концептуальна, логічна моделі БГД та технологічна схема 3d моделювання в туризмі;
- розроблена методика використання ГІС технологій для 3d моделювання в туризмі на прикладі міста Києва;
- побудований 3d віртуальний тур по центральній частині міста Києва.

Використана література

1. The Design and Implementation of Mount Lu 3d Virtual Tourism System / Wei Yue, Chaoyang Fang / 7th International Conference on Manufacturing Science and Engineering (ICMSE 2017)
2. The Use of Virtual Reality to Promote Sustainable Tourism: A Case Study of Wooden Churches Historical Monuments from Romania / Remote Sensing / Tudor Caciora, Grigore Vasile Herman, Alexandru Ilies, Stefan Baias, Dorina Camelia Ilies, Ioana Josan and Nicolaie Hodor / 2021
3. "ПРОДУКТИ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТУРИСТИЧНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ДЕСТИНАЦІЇ (НА ПРИКЛАДІ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)" / В.Б. Лепетюк / КНУБА, Київ 2020
4. Тривимірний простір Електронний ресурс "Вікіпедія" URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Тривимірний_простір
5. Virtual walks Електронний ресурс "Вікіпедія" URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_tour#Virtual_walks
6. УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ підготовки магістрів галузі знань 07 «Управління та адміністрування» спеціальності 073 «Менеджмент» спеціалізації: «Менеджмент і бізнесадміністрування», «Менеджмент міжнародних проектів», «Менеджмент інновацій», «Логістика». Навчальний посібник / Л.Є. Довгань, Г.А. Мохонько, І.П. Малик / Навчальний посібник / НТУ "КПІ ім. Сікорського", Київ 2017
7. Інвестиції. Інвестиційний аналіз / Борисова О. В. / Київ 2017
8. Лекція 5, тема 5 "Структуризація проекту" Електронний ресурс "Національний університет Острозька Академія" URL: https://www.oa.edu.ua/download/Lektsija_5.PDF
9. Трикутник обмежень проекту Електронний ресурс "Студопедія" URL: https://studopedia.com.ua/1_19130_trikutnik-obmezhen-proektu.html
10. 3d моделирование в ГИС "Карта2011" Електронний ресурс "GisInfo" URL: <https://gisinfo.ru/item/104.htm>

11. What is 3d GIS and what are its uses? Електронний ресурс "Geospatial World"
URL: <https://www.geospatialworld.net/blogs/what-is-3d-gis-and-what-are-its-uses/>
12. Modelling for 3d GIS: Spatial analysis and visualization through the web / Sitka Zaltanova, Klaus Tempfli / International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B4, Amsterdam 2000.
13. The Application of GIS 3d Modeling and Analysis Technology in Real Estate Mass Appraisal - Taking landscape and sunlight factors as the example / H. Zhang, Y. Li, B. Liu, C. Liu / March 2014
14. Нормативне правове забезпечення Електронний ресурс "Цілісність сектору безпеки" URL: <https://securitysectorintegrity.com/uk/стандарти-i-настанови/нормативно-правове-забезпечення/>
15. Про туризм: Закон України від 16.10.2020 ВВР, 2020, № 46, ст.295 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/324/95-вр#Text>
16. Про страхування: Закон України від 24.11.2021 ВВР, 2021, № 37, ст. 317 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/85/96-вр#Text>
17. Про музеї та музейну справу: Закон України від 25.09.2020 ВВР, 2020, № 50, ст.463 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/249/95-вр#Text>
18. Організація туристичної діяльності в Україні / Кифяк В.Ф. - Чернівці: Книжки-ХХІ. 2003. - 300с.
19. Фінансування, кошторис і бюджет проекту Електронний ресурс "Pidru4niki" URL: https://pidru4niki.com/19200421/menedzhment/finansuvannya_koshtoris_byudzheth_proektu
20. Модели организации баз данных Електронний ресурс "Сайт Валерия Семенова" URL: <https://vshot.ru/it-ebook/b20.html>
21. Теорія баз даних Електронний ресурс "Навчальний портал ТГУ" URL: http://edu.tltsu.ru/sites/sites_content/site216/html/media67139/theor_bd.pdf
22. Проектування бази даних Електронний ресурс "Вікіпедія" URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Проектування_бази_даних

23. Концептуальна модель інформаційної системи аналізу теплозабезпечення / Ю.В. Парфененко, В.В. Шендрік, С.І. Краснікова / СДУ, Суми, 2021
24. Віртуальний туризм Електронний ресурс "Вікіпедія" URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Віртуальний_туризм
25. Логічна модель даних Електронний ресурс "Вікіпедія" URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Логічна_модель_даних
26. Створення логічної моделі Електронний ресурс "ITteach" URL: <https://itteach.ru/bpwin/sozdanie-logicheskoy-modeli>
27. Презентація "Бази даних" Електронний ресурс "ppt-online" URL: <https://ppt-online.org/110095>
28. Технологіческая карта Електронний ресурс "Вікіпедія" URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Технологическая_карта
29. Технологіческая схема Електронний ресурс "Станки Експерт" URL: <https://stankiexpert.ru/tehnologii/tehnologicheskaya-skHEMA.html>
30. 47 місць, які варто відвідати в Києві Електронний ресурс "IGotoWorld" URL: https://ua.igotoworld.com/ua/article/1030_mesta-kotorye-stoit-posetit-v-kieve.htm
31. Електронний ресурс "Free3d" URL: <https://free3d.com>
32. Електронний ресурс "Sketchfab" URL: <https://sketchfab.com/search?type=models>
33. Електронний ресурс "3d Warehouse" URL: <https://3dwarehouse.sketchup.com/?hl=ru>
34. FBX Електронний ресурс "Вікіпедія" URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/FBX>
35. Obj Електронний ресурс "Вікіпедія" URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Obj>
36. gITF Електронний ресурс "Вікіпедія" URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/GITF>
37. SKP Електронний ресурс "FilesReview" URL: <https://filesreview.com/ru/info/skp>
38. Unreal Engine Електронний ресурс "Вікіпедія" URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine

39. Unreal Engine Review: Pros, Cons, and Suitability Электронный ресурс "NewGenApps" URL: <https://www.newgenapps.com/blogs/unreal-engine-review-pros-cons-and-suitability/>

40. Blueprint Visual Scripting Электронный ресурс "Unreal Engine Documentation" URL: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/ProgrammingAndScripting/Blueprints/>

41. Atmospheric Fog Электронный ресурс "Unreal Engine Documentation" URL: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/BuildingWorlds/FogEffects/AtmosphericFog/>

42. Post Process Effects Электронный ресурс "Unreal Engine Documentation" URL: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/RenderingAndGraphics/PostProcessEffects/>

43. Sky Light Электронный ресурс "Unreal Engine Documentation" URL: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/BuildingWorlds/LightingAndShadows/LightTypes/SkyLight/>

44. Color calibration Электронный ресурс "Unreal Engine Documentation" URL: <https://docs.unrealengine.com/4.27/enUS/WorkingWithMedia/IntegratingMedia/InCameraVFX/InCameraVFXCameraCalibration/>

45. Sphere Reflection Capture Actor Электронный ресурс "Unreal Engine Documentation" URL: https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/Resources/ContentExamples/Reflections/1_4/

46. In-Camera VFX Электронный ресурс "Unreal Engine Documentation" URL: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/WorkingWithMedia/IntegratingMedia/InCameraVFX/>

47. Actors Электронный ресурс "Unreal Engine Documentation" URL: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/Basics/Actors/>

48. Cine Camera Actors Электронный ресурс "Unreal Engine Documentation" URL: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/AnimatingObjects/Sequencer/Cameras/CineCameraActors/>

49. Sequencer Электронный ресурс "Unreal Engine Documentation" URL: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/AnimatingObjects/Sequencer/QuickStart/>

50. Take Recorder Електронний ресурс "Unreal Engine Documentation" URL: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/AnimatingObjects/Sequencer/Overview/TRReferenceGuide/>

51. Возможности трехмерного ГИС-моделирования размещения средств организации дорожного движения на транспортных развязках. / Савченко К.А., Котиков Ю.Г.// ArcReview № 3 (62) 2012.

52. Design methodology for 360° immersive video applications: the case study of a cultural heritage virtual tour / Lemonia Argyriou, Daphne Economou, Vassiliki Bouki / Personal and Ubiquitous Computing, 2020

53. Ничвид М. Р., Шейдик А. А. "Міжнародний досвід в сфері 3d кадастру". Збірник наукових праць географічного факультету. Ужгородський національний університет - 2016.

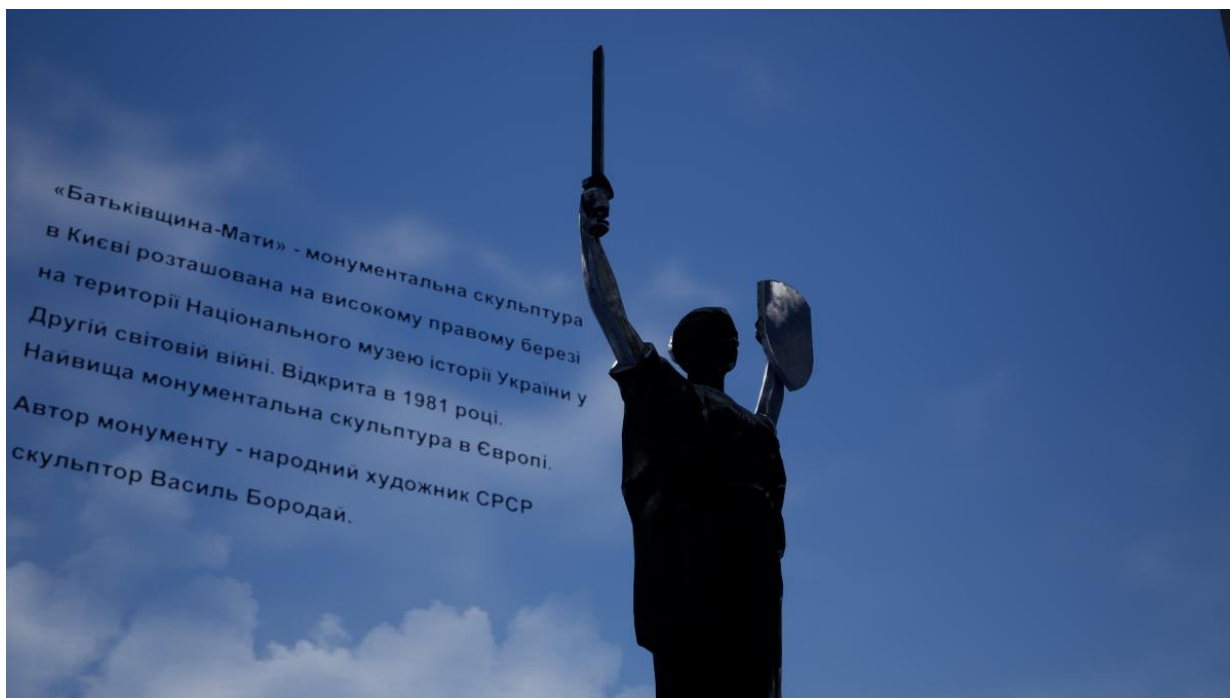
ДОДАТКИ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА			
Виконав		Третяк В.М.			Використання ГІС-технологій для 3d моделювання в туризмі (на прикладі міста Києва)	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.							63	66
Керівник		Лепетюк В.Б.				КНУБА, група ПІСТ-61 63		
Зав. каф.		Карпінський Ю.О.						

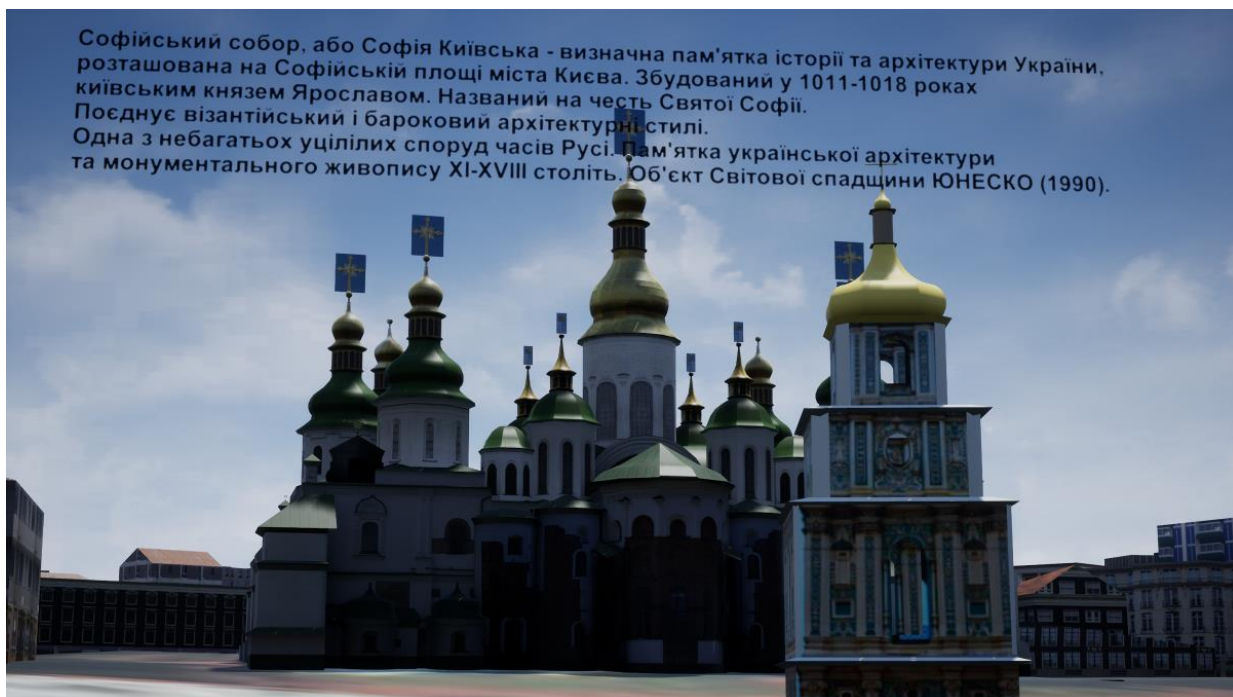
Додаток А. Інформація про МЗС України



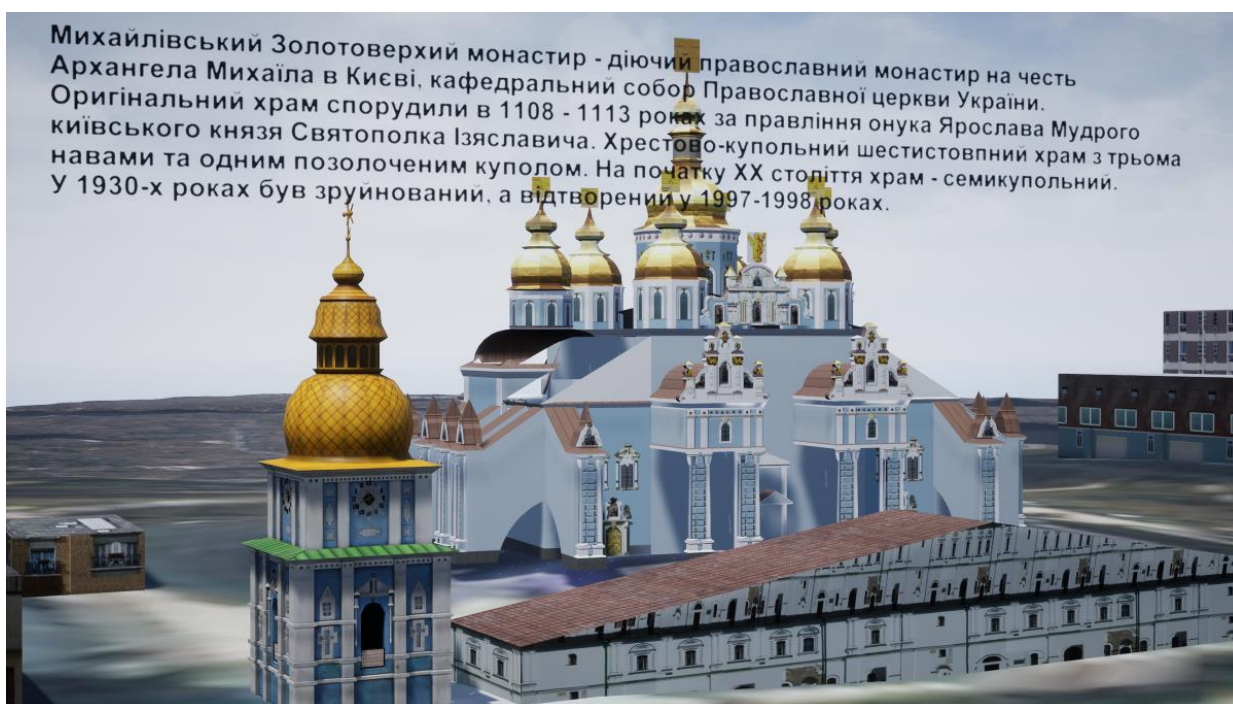
Додаток Б. Інформація про "Батьківщину-Мати"



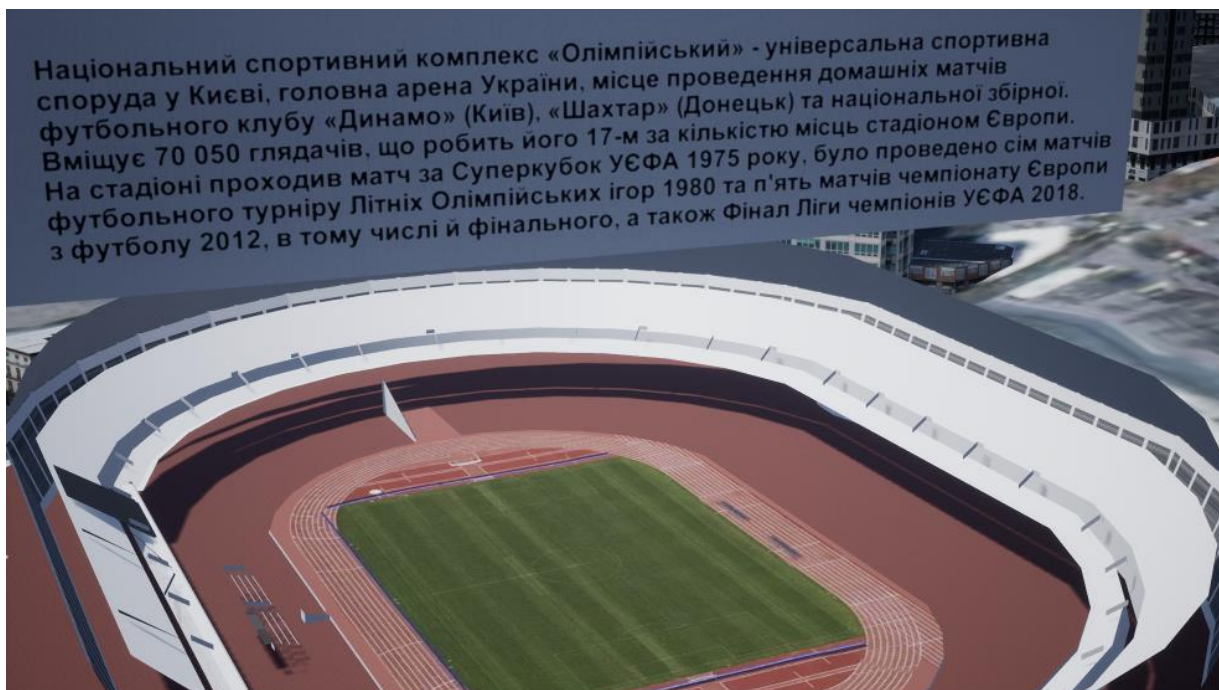
Додаток В. Інформація про Софійський собор



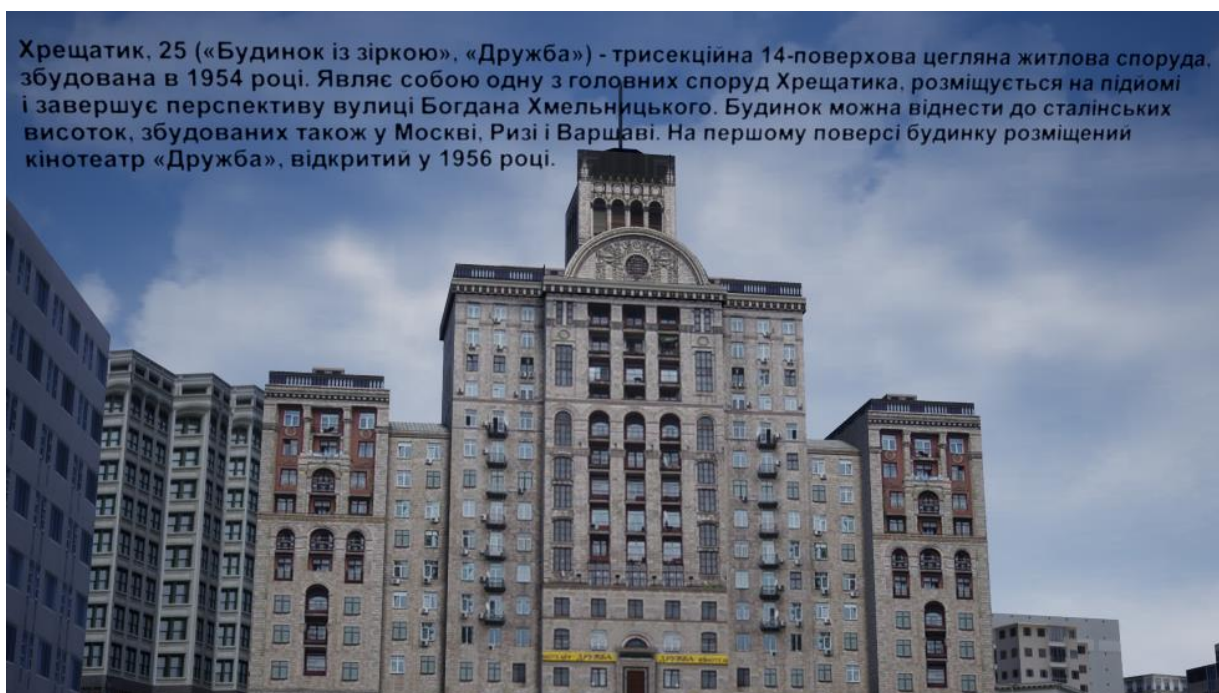
Додаток Г. Інформація про Михайлівський Золотоверхий монастир



Додаток Г. Інформація про НСК "Олімпійський"



Додаток Д. Інформація про будинок "Дружба" (Хрещатик 25)



КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Факультет геоінформаційних систем і управління територіями
Кафедра геоінформатики та фотограмметрії

Атестаційна випускна робота
на здобуття освітнього ступеня магістра
на тему:

Використання ГІС-технологій для 3d моделювання в туризмі (на прикладі міста Києва)

Виконав студент групи ГІСТ-61
193 «Геодезія та землеустрій»
Геоінформаційні системи і технології
Третяк В.М.
Керівник: к.г.н. Лепетюк В.Б.

Київ - 2021

Мета та завдання дипломної роботи

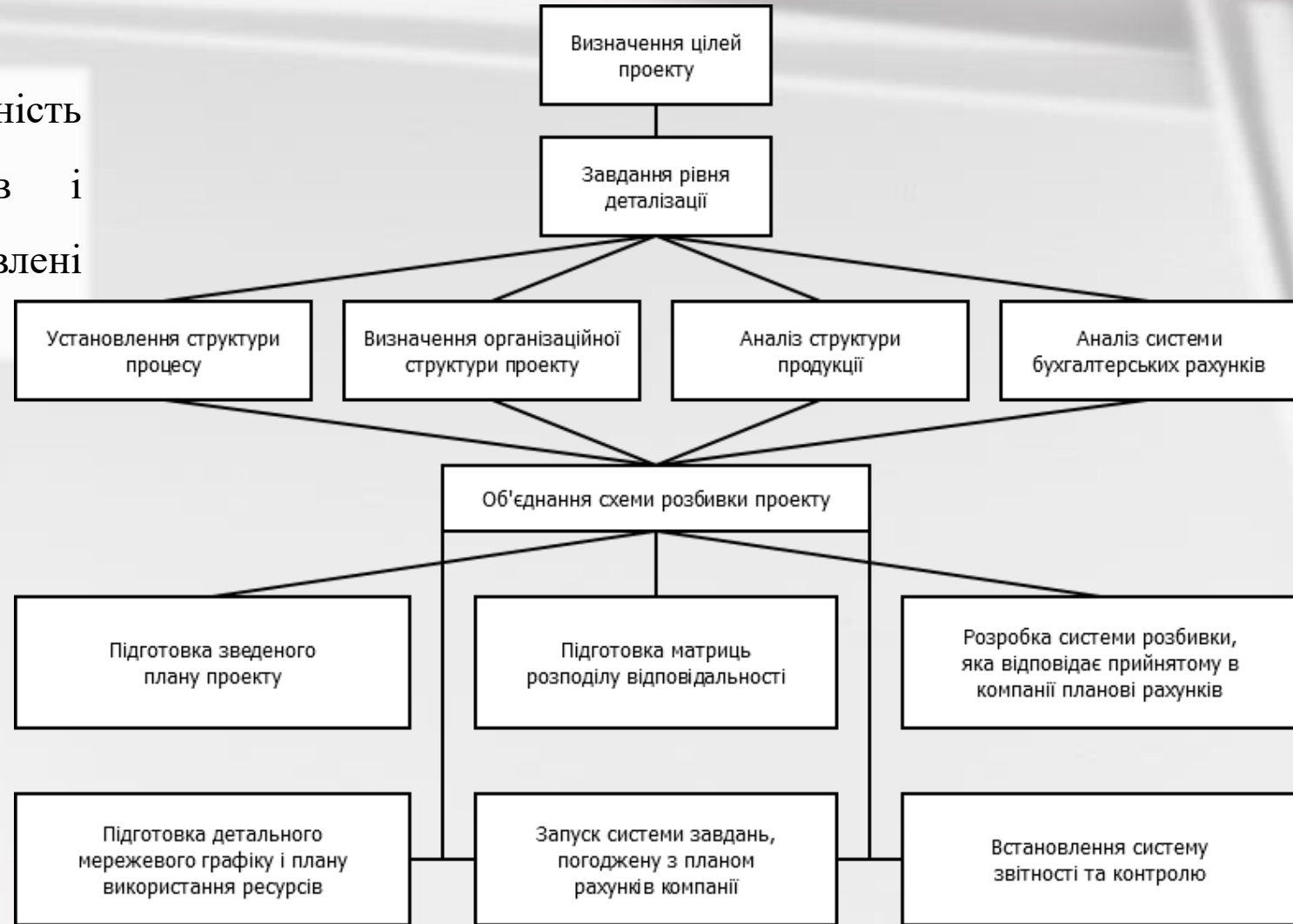
Метою дипломної роботи є розробка методики формування туристичних маршрутів/турів/екскурсій із використанням ГІС-технологій і 3d моделювання.

ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ:

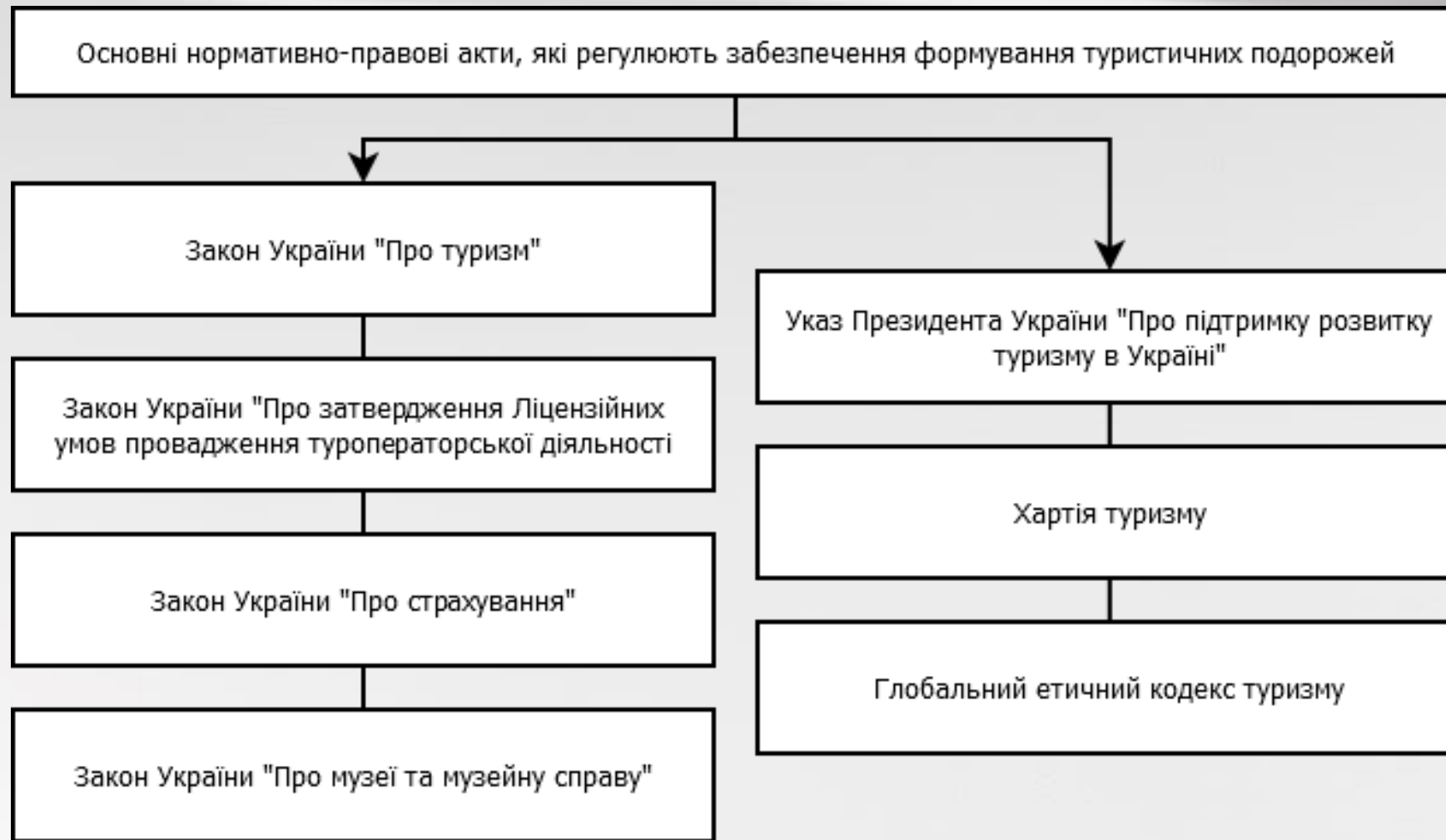
- Дослідження та аналіз нормативної бази і методології забезпечення віртуального туризму;
- Розроблення логічної і концептуальної моделі БД і безпосередньо самої БД;
- Створення 3d віртуального туру за допомогою ГІС-технологій.

Структура етапів планування проекту

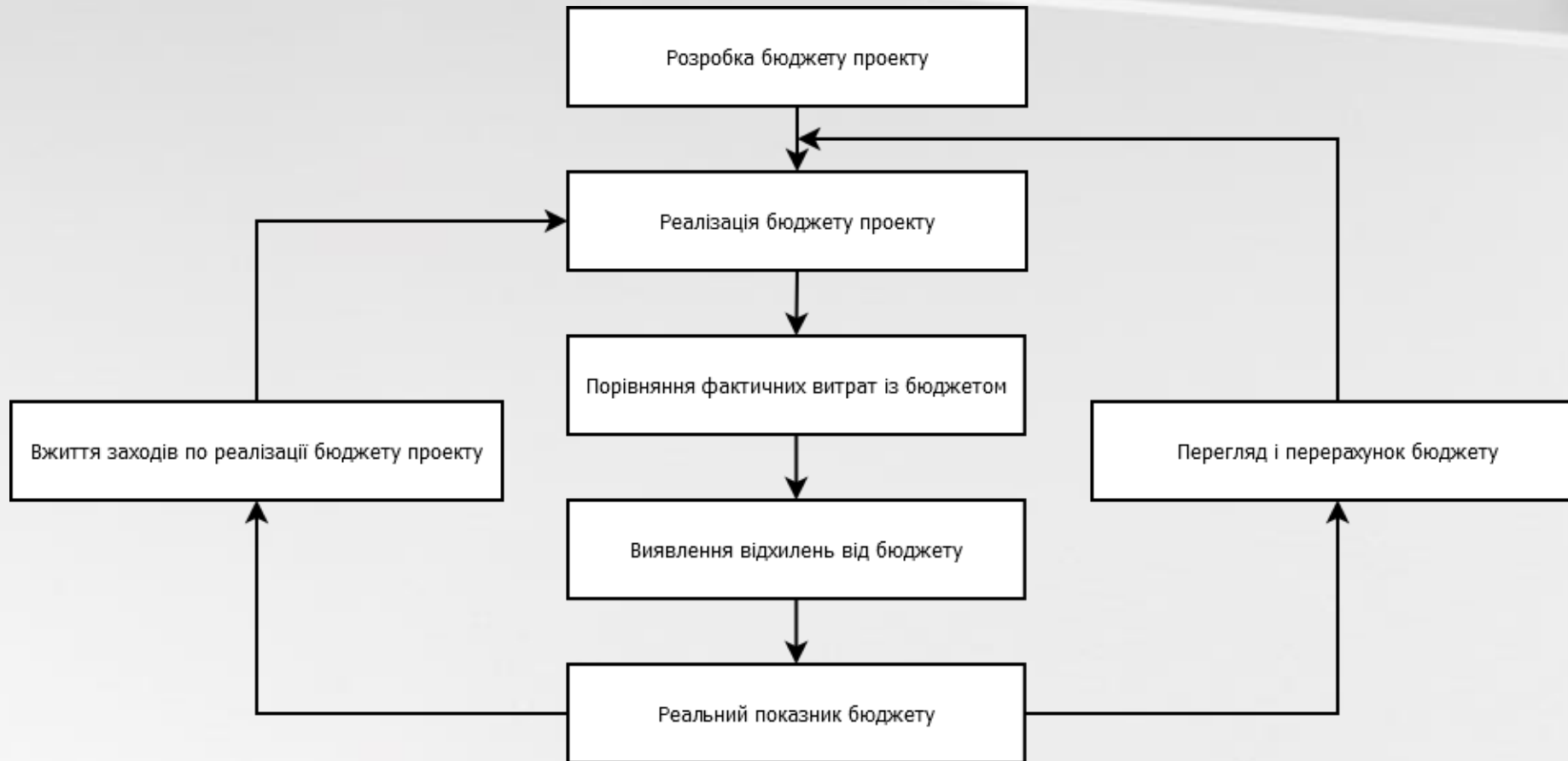
Структура проекту - це сукупність взаємопов'язаних елементів і процесів проекту, які представлені з різним ступенем деталізації.



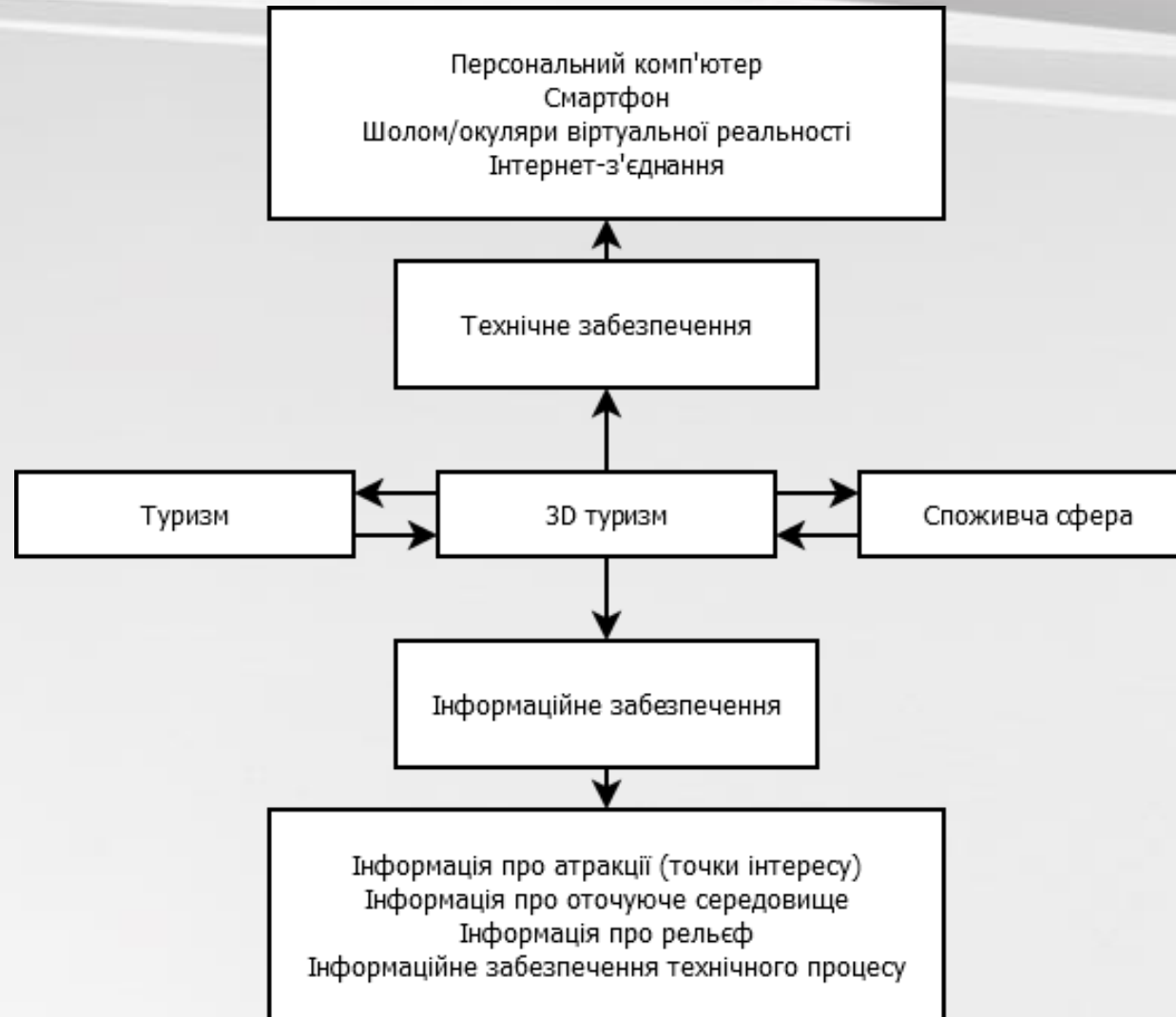
Нормативно-правове забезпечення формування туристичних подорожей



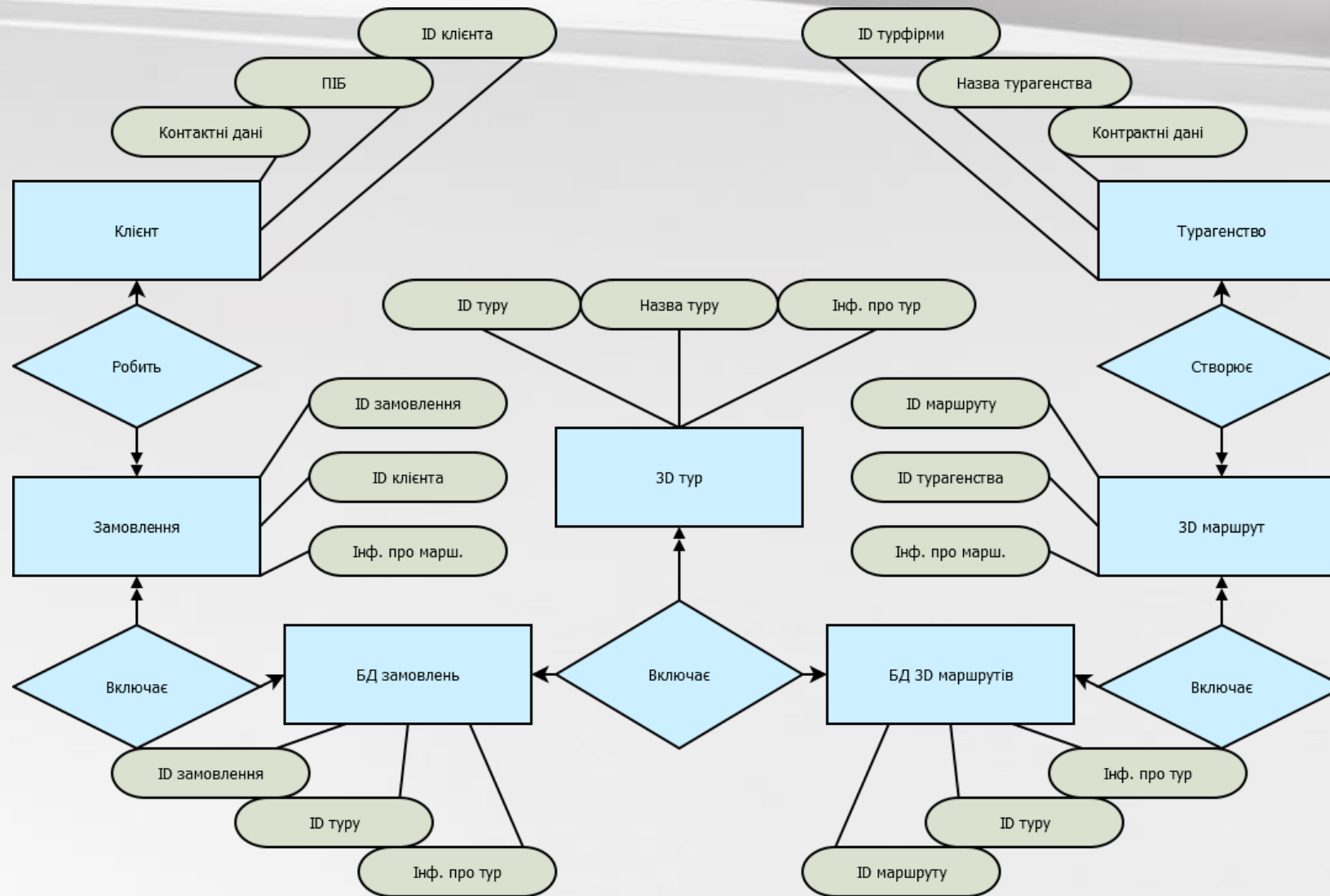
Організація бюджетного контролю проекту



Структурна модель БГД 3d туру як туристичного продукту

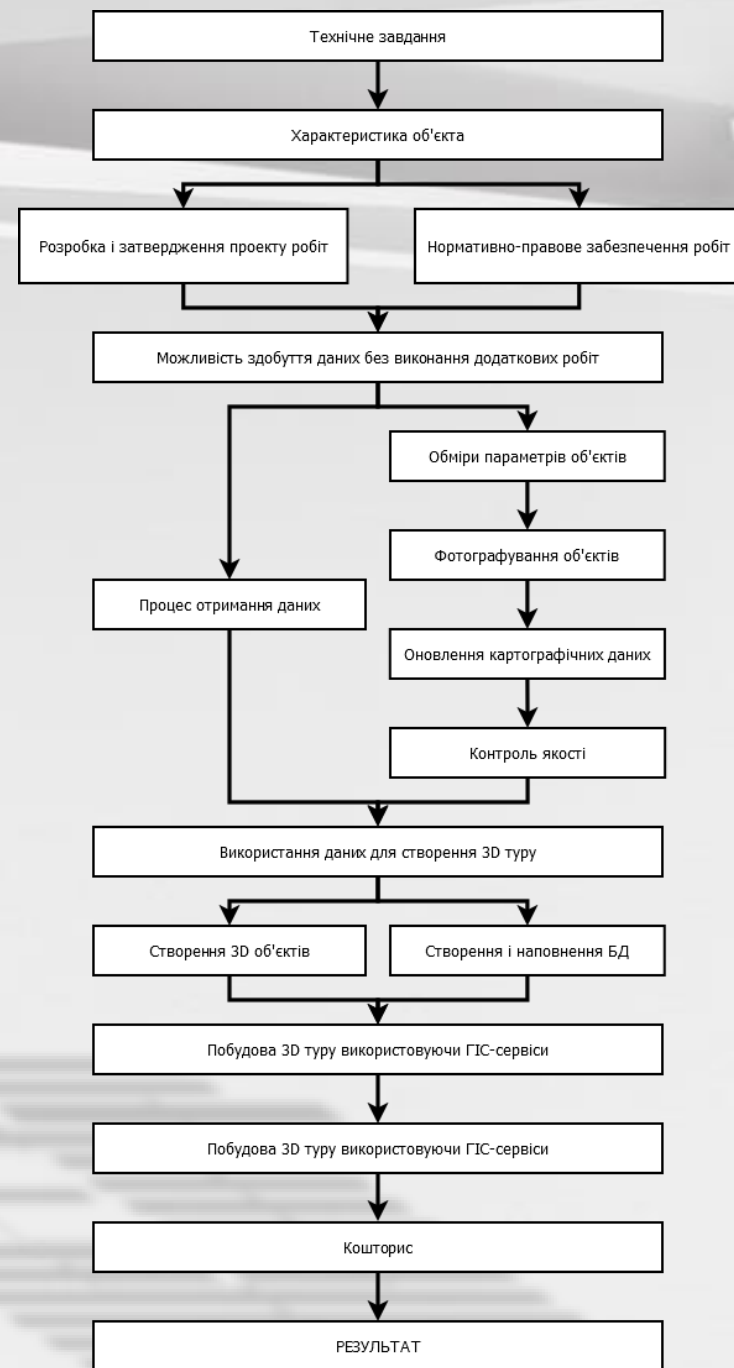


Концептуальна модель 3D туру



Технологічна схема побудови віртуального 3d туру за допомогою ГІС-технологій

Технологічна карта - стандартизований документ, який містить необхідну інформацію, інструкції для персоналу, який виконує технологічні процеси та технічне обслуговування об'єкта. Технологічна карта створюється частіше всього для окремих об'єктів. В одній окремій технологічній карті іноді враховуються різні моделі об'єктів.



Отримання і підготовка даних

Джерело	Дані
OpenStreetMap	shp-файли будівель
	shp-файли дорожньої мережі
Інтернет ресурси	Інформація про точки інтересу
	Готові 3d моделі

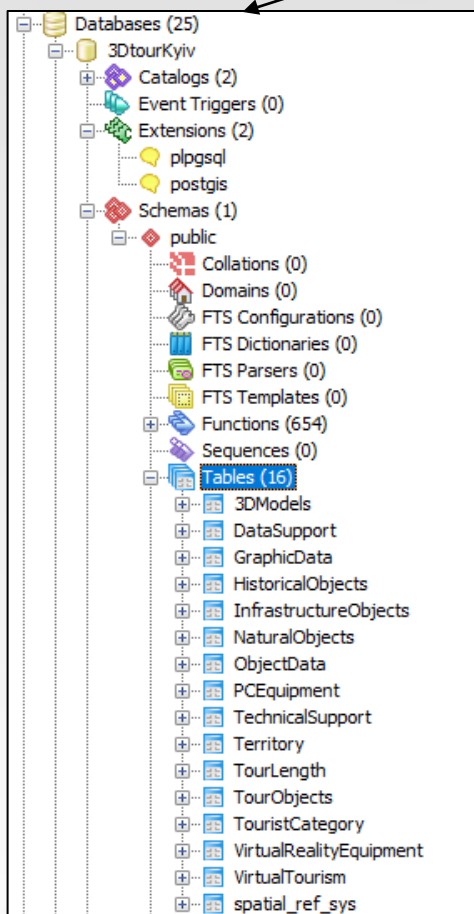
Для побудови 3d віртуального туру потрібно мати основу, на якій базується тур. У випадку використання ESRI CityEngine повинні бути вихідні дані, на основі яких будується частина віртуального міста Києва. Такими даними виступає перш за все ортофотоплан досліджуваної частини Києва, shp-файли будівель та інших об'єктів створених людиною та транспортна мережа.

Для побудови 3d туру були обрані поєднані варіанти отримання ортофотоплана і готових shp-файлів із БГД та послідуоча побудова 3d моделей на основі отриманих даних і використання

автоматичної побудови 3d моделей завдяки функціоналу CityEngine на основі ортофотоплану та shp-файлів отриманих із OpenStreetMap, оскільки так була набута максимальна повнота даних в цій ситуації. Мною був виконаний збір векторних даних із інформацією про об'єкти досліджуваної території. Для цього проекту я використовував відкриті дані OpenStreetMap, оскільки вони повністю задовольняють його потребам.

Отримання і підготовка даних

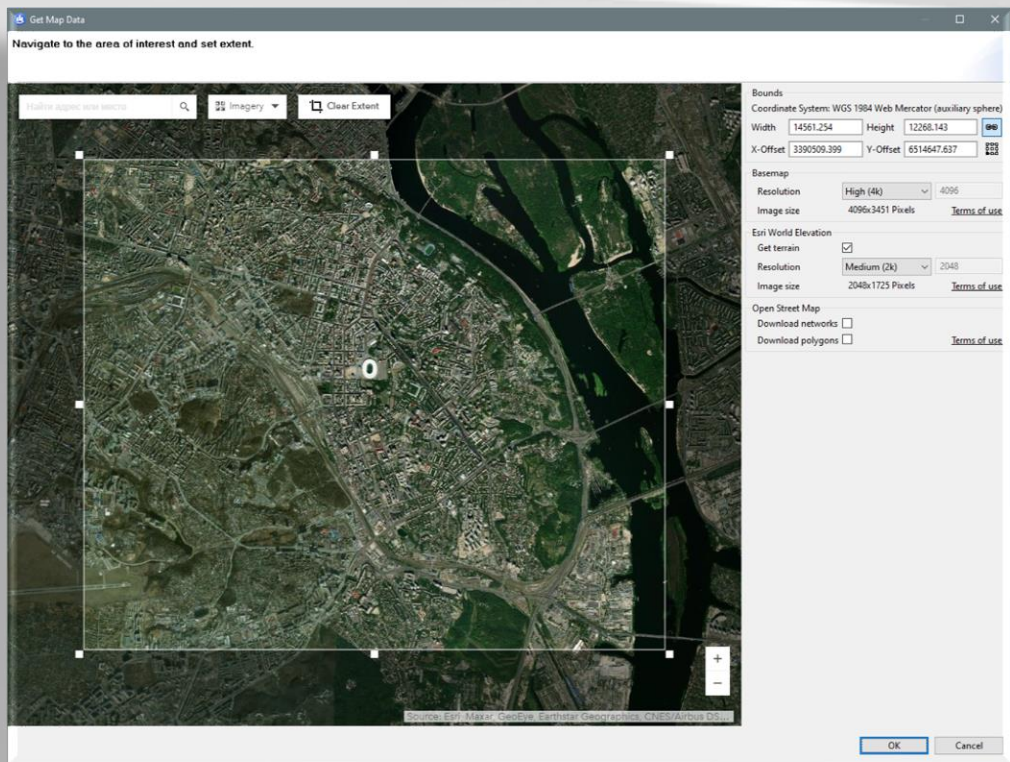
Створена БГД та заповнена таблиця атрибутів



gid [PK] serial	id bigint	name_ukr character varying(81)	geom geometry(Point,3857)	type character varying(16)	address character varying(16)	excursions character varying(16)
1	1	Міністерство закордонних справ України	0101000020110F0000426724892FBE3940C61DC62962C44840	Визначна будівля	Михайлівська площа	N
2	2	Ватківщина-Мати	0101000020110F00007B9C2ED43CA1394018C53FCD18C64840	Пам'ятник	Вуль Лаврська, 27	N
3	3	Софійський собор	0101000020110F00009EF1DFEA24A23940E18FDA1A3EC74840	Пам'ятник	Вул. Володимирська	N
4	4	Михайлівський Золотоверхий монастир	0101000020110F00006BDC91ADFB9B3940219BD4DB03C74840	Пам'ятник	Вул. Трьохсвятител	N
5	5	НСК "Олімпійський"	0101000020110F0000F53B85510E993940C5F5A88ED0C64840	Визначна будівля	Вул. Велика Василь	N
6	6	Будинок "Дружба"	0101000020110F0000426724892FBE3940C61DC62962C44840	Визначна будівля	Вул. Хрещатик, 25	N
*						

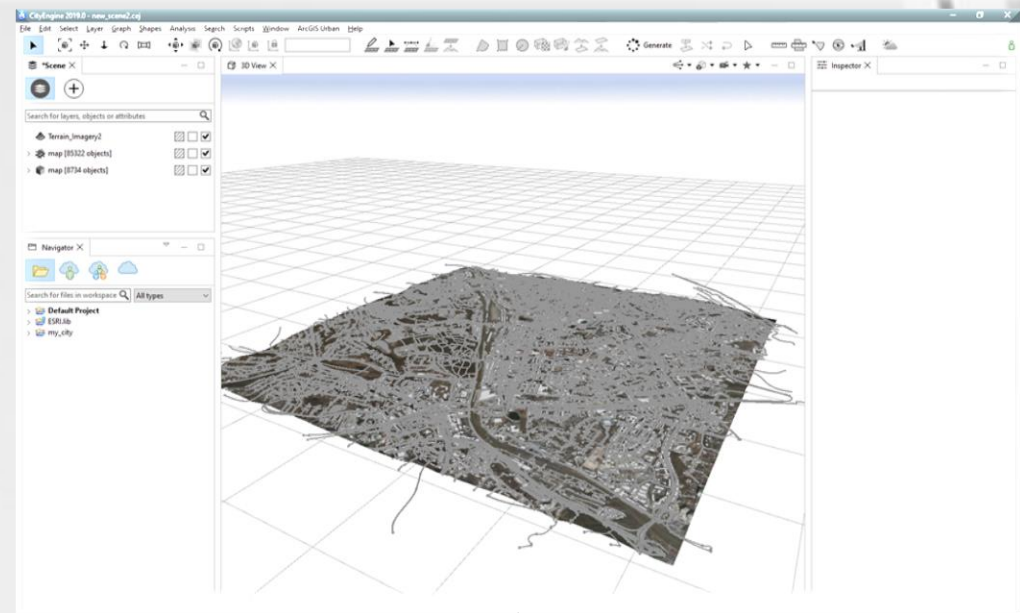
Приклад заповненої таблиці атрибутів

Отримання і підготовка даних



Процес вибору ділянки для автоматичної побудови

Процес автоматичного генерування 3d моделей міста Києва починається із використання ПЗ Esri CityEngine і, зокрема, функції Get Map Data. Інструмент Get Map Data дозволяє виділити потрібну ділянку на двовимірній супутниковій карті та отримати з неї такі дані як: модель місцевості із побудованою картою висот, дані OpenStreetMap (shp-файли будинків, дорожньої мережі, тощо). Після успішного завантаження цих даних, вони вирівнюються за даними про висоти і додаються до новоствореної сцени CityEngine.



Завантажені дані

Підготовка отриманих даних в Esri CityEngine

Досліджувана територія на сході обмежена річкою Дніпро, на півдні бульваром Дружби Народів, на заході залізничною мережею міста Києва, на півночі вулицями Подолу та рельєфом Шевченківського району.



Підготовка отриманих даних в Esri CityEngine



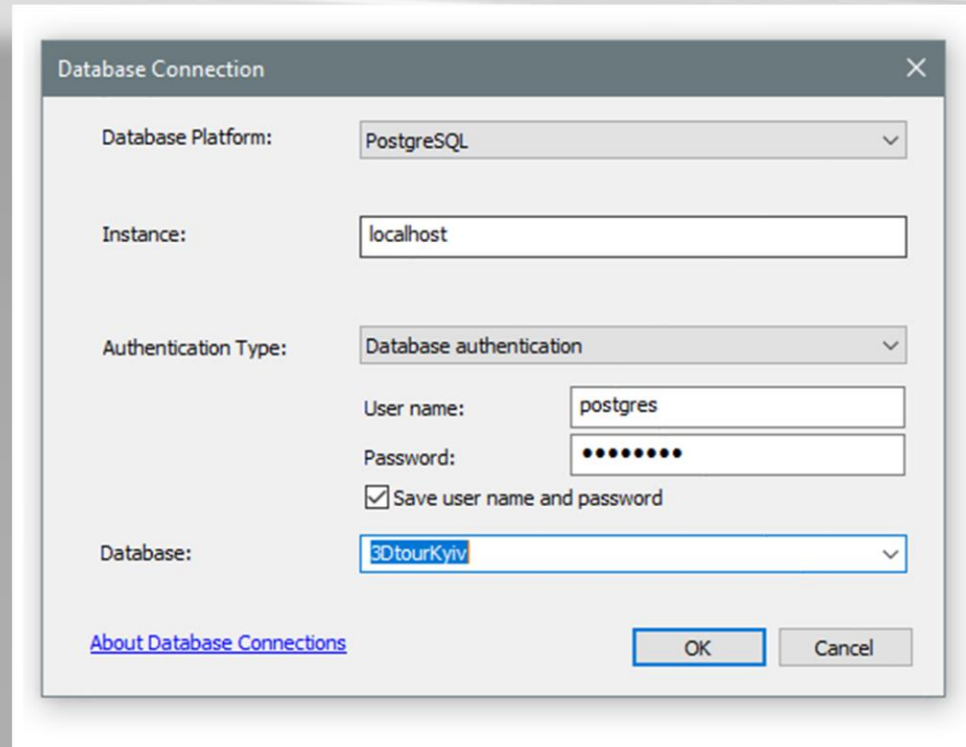
Приклад вдало згенерованих 3d моделей

Приклад невдало згенерованої будівлі

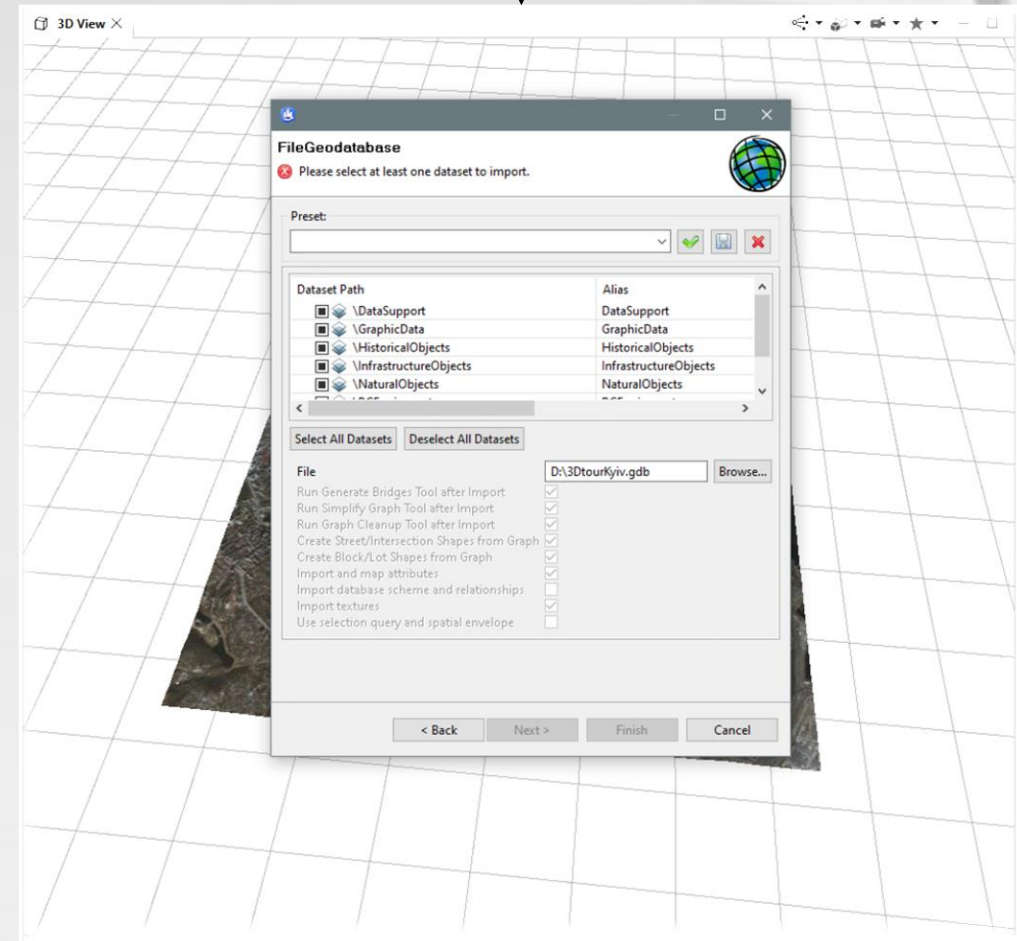


Підготовка отриманих даних в Esri CityEngine

Процес імпорту даних із БГД 3dTourKyiv.gdb



Процес конвертації БГД 3dTourKyiv із PostgreSQL у середовище Esri

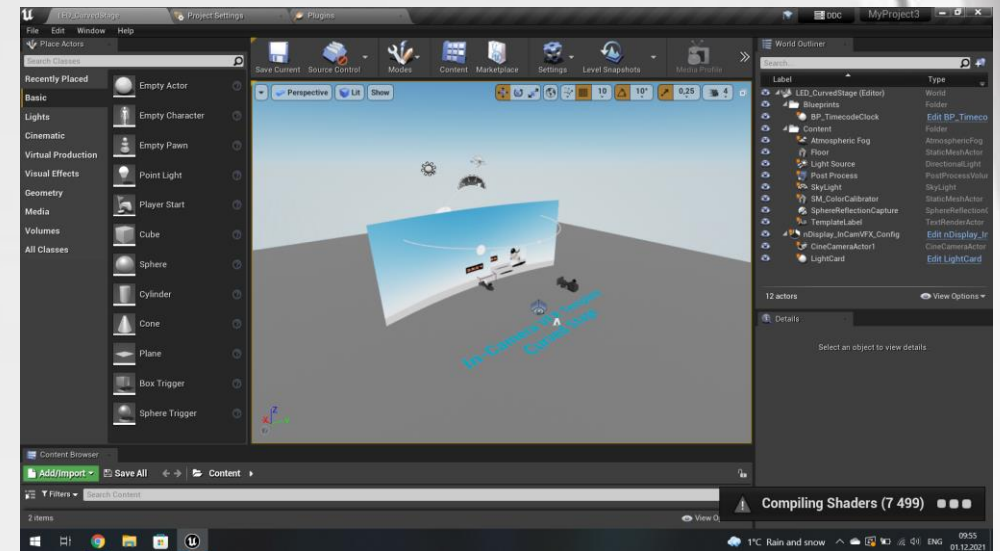
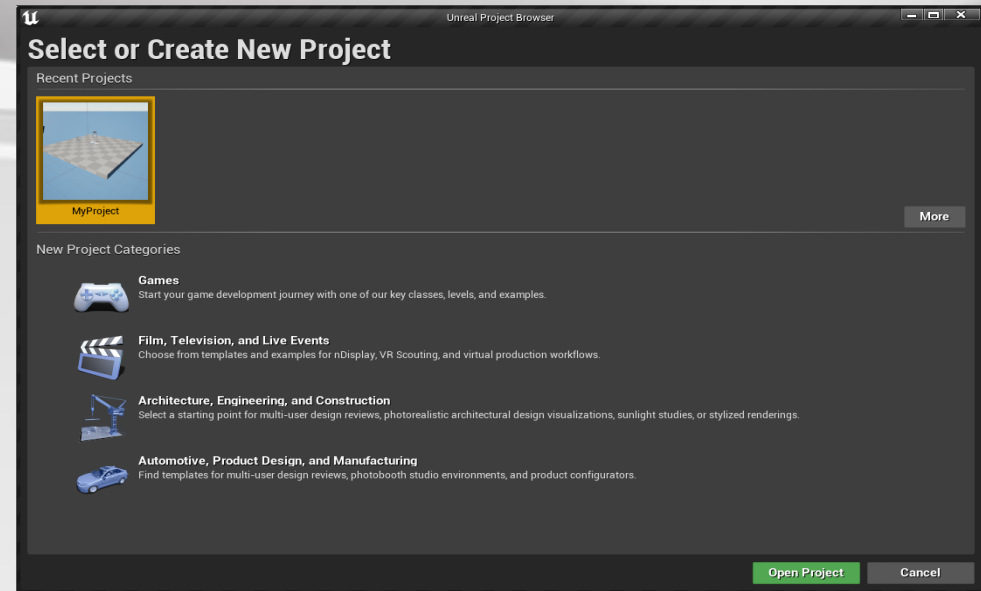


Створення віртуального 3D туру

Для безпосереднього створення 3d віртуального туру мною був використаний графічний рушій Unreal Engine 4, який частіше всього використовується незалежними користувачами для відеопрезентацій, рендеру 3d логотипів, моделей, різноманітних інтерактивних турів та комп'ютерних ігор.

Перевагою рушія Unreal Engine над іншими аналогами є:

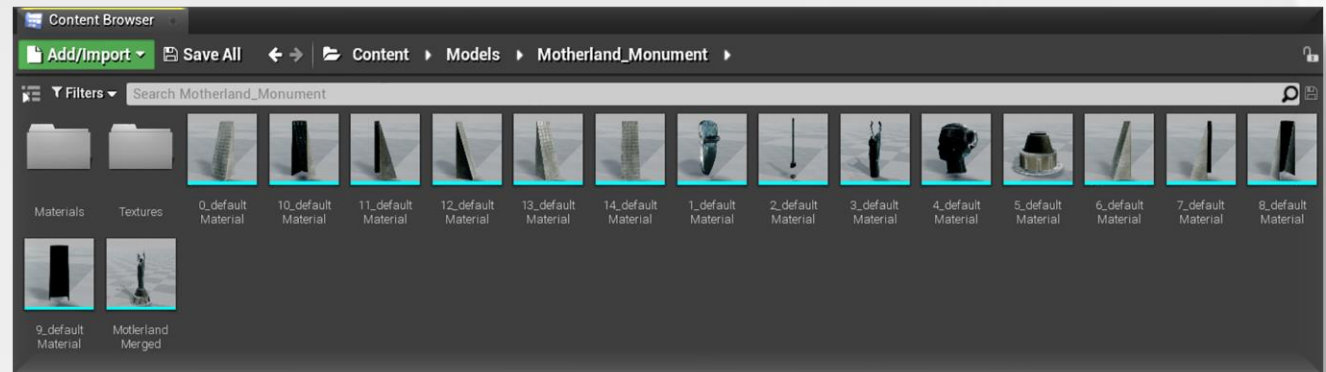
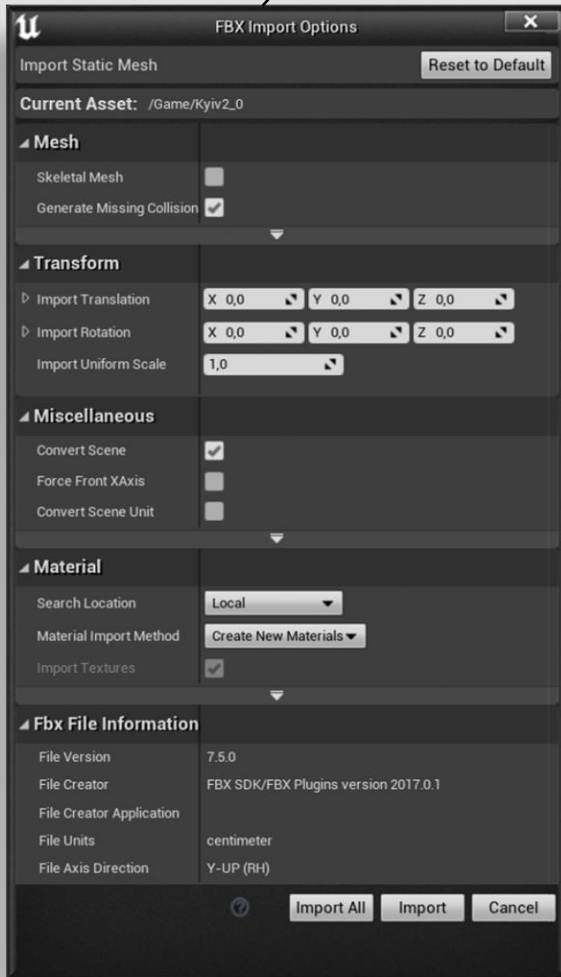
- високий рівень якості візуалізації;
- простота використання, навіть без навичок програмування;
- підходить для багатьох задач, багатофункціональний;
- є безкоштовним для некомерційного використання.



Процес створення нового проекту

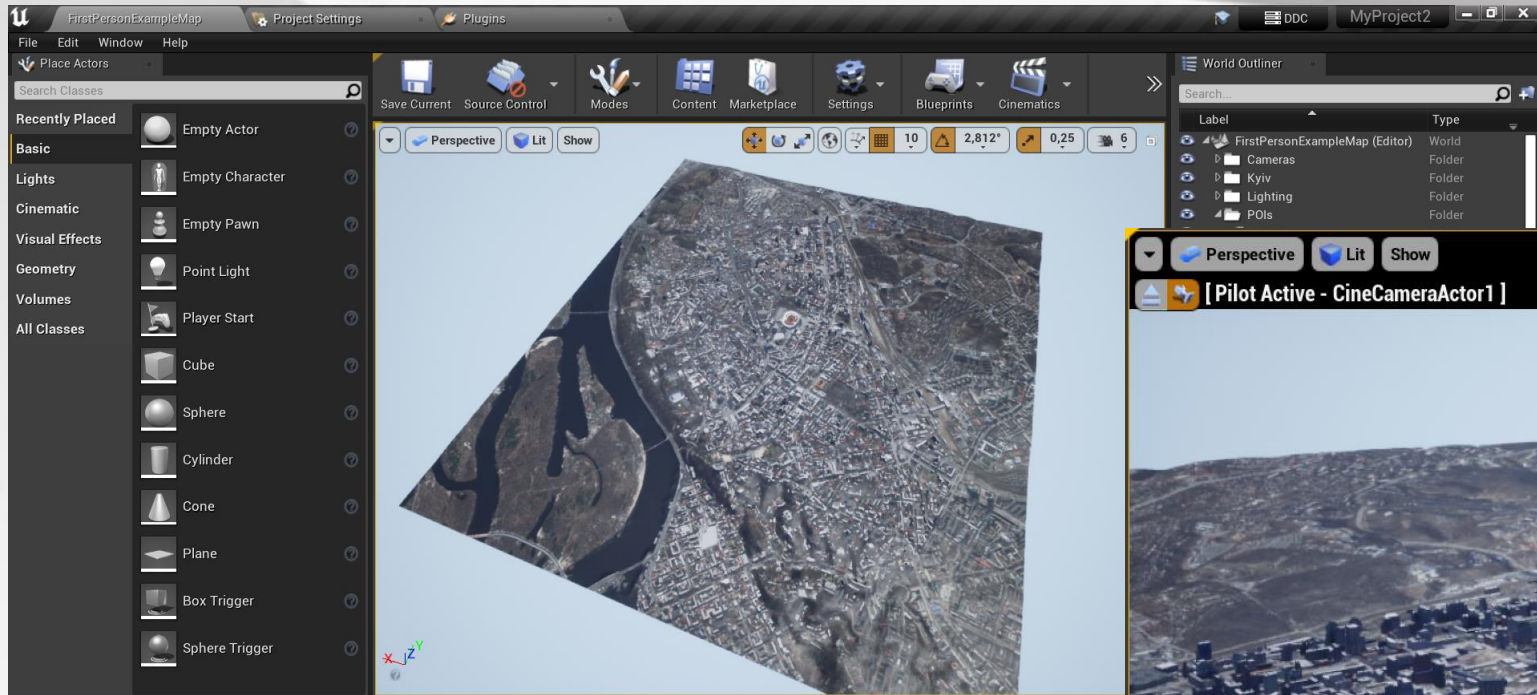
Створення віртуального 3D туру

Процес імпорту FBX файлу у Unreal Engine



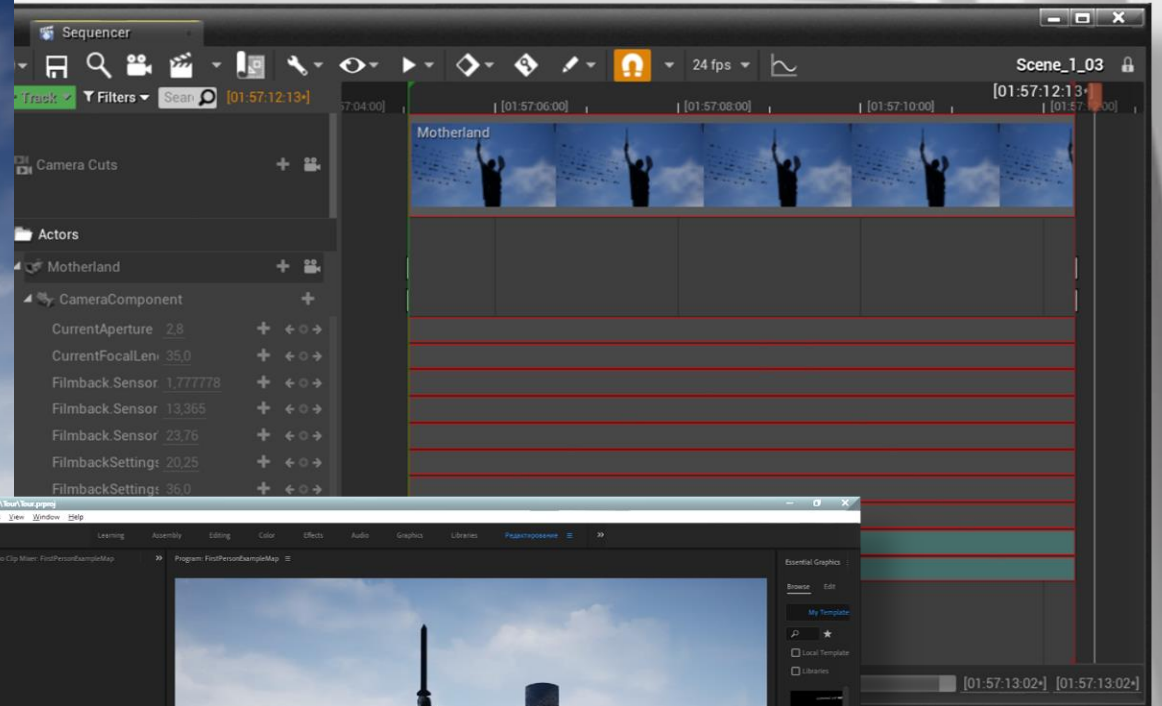
Каталог із новоюдоаними файлами

Створення віртуального 3D туру

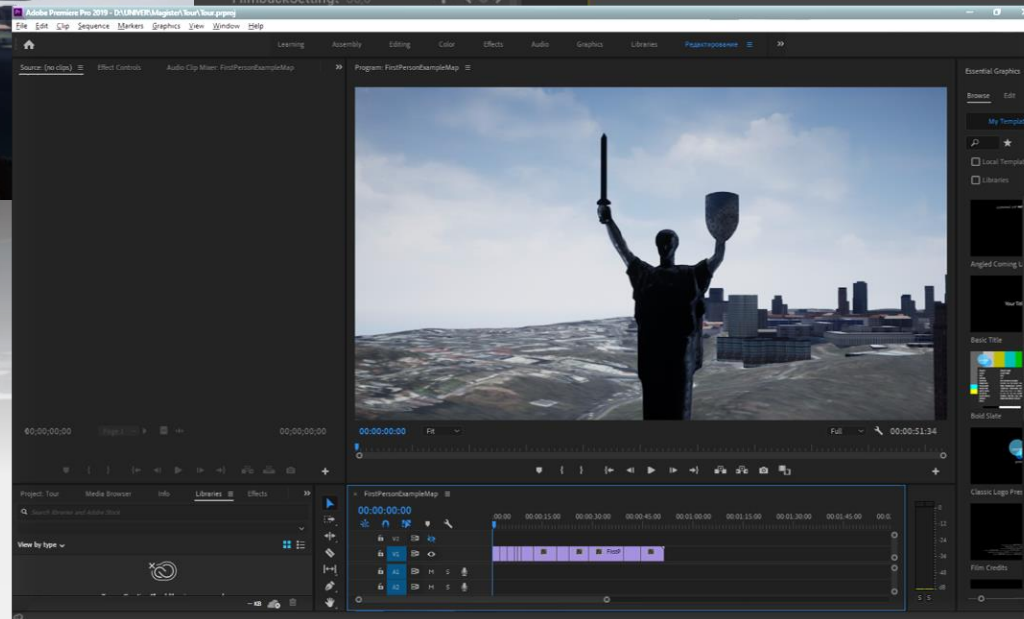


Результат 3d моделювання у Unreal Engine

Створення віртуального 3D туру

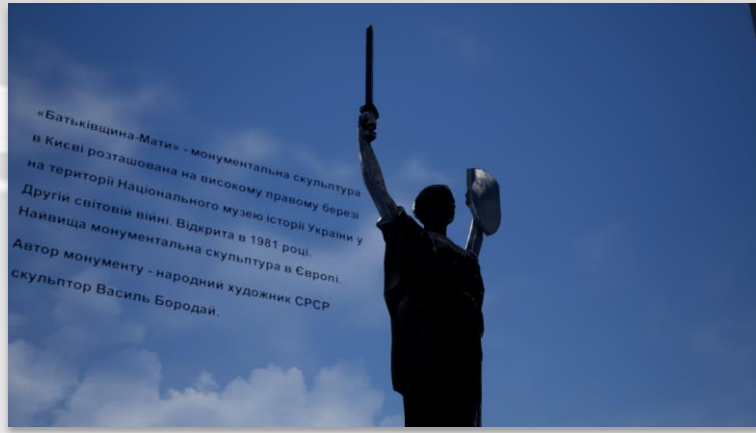


Процес створення відео-матеріалу

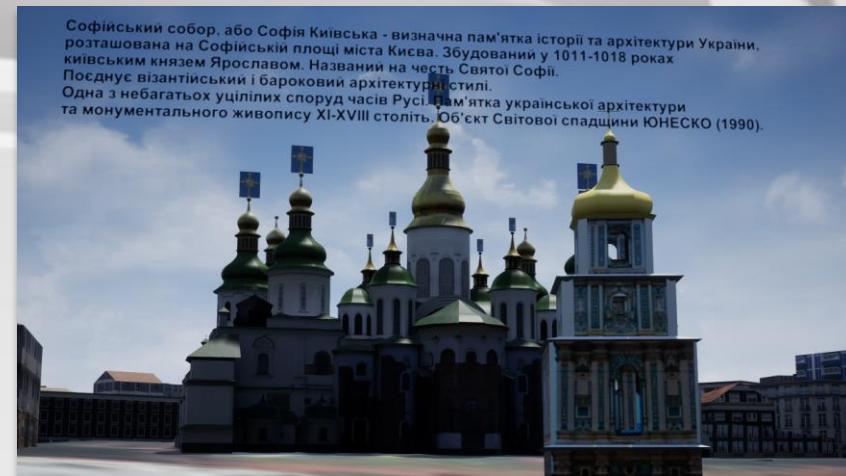




Міністерство закордонних справ України (МЗС України) - навчолї влади, діяльність якого спрямовується і координується Кабінетом Міністрів України. МЗС України є головним органом у системі центральних органів виконавчої влади у формуванні та забезпеченні реалізації державної політики у сфері зовнішніх відносин України.
3 4 березня 2020 року міністром закордонних справ України є Кулеба Дмитро Іванович.



«Батьківщина-Мати» - монументальна скульптура в Києві розташована на високому правому березі на території Національного музею історії України у Другій світовій війні. Відкрита в 1981 році.
Найвища монументальна скульптура в Європі.
Автор монументу - народний художник СРСР скульптор Василь Бородай.

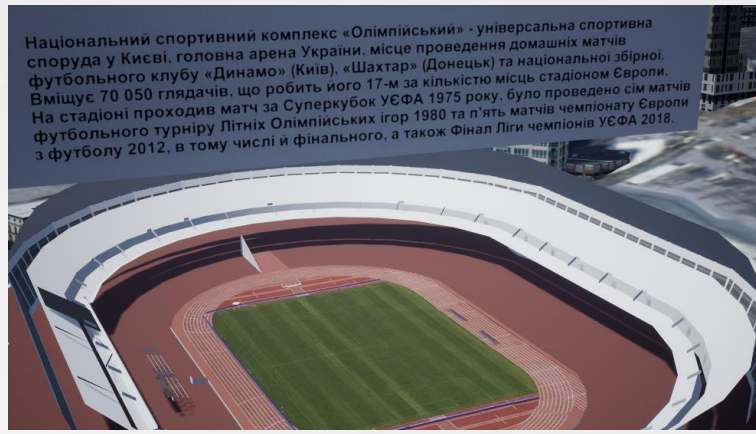


Софійський собор, або Софія Київська - визначна пам'ятка історії та архітектури України, розташована на Софійській площі міста Києва. Збудований у 1011-1018 роках київським князем Ярославом. Названий на честь Святої Софії.
Посидає візантійський і бароковий архітектурні стилі.
Одна з небагатьох уцілілих споруд часів Русі. Пам'ятка української архітектури та монументального живопису XI-XVIII століть. Об'єкт Світової спадщини ЮНЕСКО (1990).

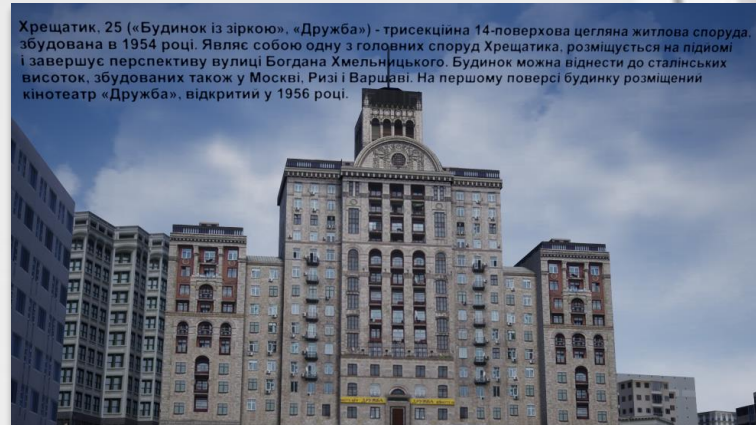
«Фотокартки» віртуального 3D туру



Михайлівський Золотоверхий монастир - діючий православний монастир на честь Архангела Михаїла в Києві, кафедральний собор Православної церкви України. Оригінальний храм спорудили в 1108 - 1113 роках за правління онука Ярослава Мудрого київського князя Святополка Ізяславича. Хрестово-купольний шестистовпний храм з трьома навами та одним позолоченим куполом. На початку XX століття храм - семикупольний. У 1930-х роках був зруйнований, а відтворений у 1997-1998 роках.



Національний спортивний комплекс «Олімпійський» - універсальна спортивна споруда у Києві, головна арена України, місце проведення домашніх матчів футбольного клубу «Динамо» (Київ), «Шахтар» (Донецьк) та національної збірної. Вміщує 70 050 глядачів, що робить його 17-м за кількістю місць стадіоном Європи. На стадіоні проходив матч за Суперкубок УЄФА 1975 року, було проведено сім матчів футбольного турніру Літніх Олімпійських ігор 1980 та п'ять матчів чемпіонату Європи з футболу 2012, в тому числі і фінального, а також Фінал Ліги чемпіонів УЄФА 2018.



Хрещатик, 25 («Будинок із зіркою», «Дружба») - трисекційна 14-поверхова цегляна житлова споруда, збудована в 1954 році. Являє собою одну з головних споруд Хрещатика, розміщується на підножжі і завершує перспективу вулиці Богдана Хмельницького. Будинок можна віднести до сталінських висоток, збудованих також у Москві, Ризі і Варшаві. На першому поверсі будинку розміщений кінотеатр «Дружба», відкритий у 1956 році.



ВИСНОВКИ

Методика використання ГІС технологій для 3d моделювання в туризмі дає змогу віртуальним туроператорам створювати віртуальні тури набагато швидше, ніж без використання ГІС технологій.

3d тури допомагають в різних сферах - від реклами туристичних подорожей в реальному світі до людей, які мають обмежені можливості. Головною задачею 3d моделювання в туристичній діяльності є не тільки розважальний характер використання, а і продукт, який буде приносити користь.

За допомогою інструментів в ПЗ Esri CityEngine мною було створене віртуальне місто Київ, набагато простіше, ніж робити це вручну - створюючи модель кожної будівлі окремо.

В процесі вирішення поставленої задачі було:

- охарактеризовано об'єктно-предметну сферу віртуального туризму. В ході характеристики були класифіковані об'єкти віртуального туризму, розглянуто нормативно-правове забезпечення транспортної інфраструктури та завдання і приклади використання ГІС у вирішенні схожих проблем, розрахований кошторис проекту;
- визначено методичні засади визначення використання ГІС технологій для 3d моделювання в туризмі. Описані і побудовані структурна, концептуальна, логічна моделі БГД та технологічна схема 3d моделювання в туризмі;
- розроблена методика використання ГІС технологій для 3d моделювання в туризмі на прикладі міста Києва;
- побудований 3d віртуальний тур по центральній частині міста Києва.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

Публікації автора:

- Третяк В.М., Лепетюк В.Б. Визначення транспортної доступності при формуванні туристичних маршрутів з допомогою QGIS та GRASS GIS.
- Третяк В.М. Моніторинг зелених насаджень на прикладі міста Києва за допомогою космічних знімків. Актуальні питання використання та охорони земельних ресурсів: матеріали Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції, Дубляни, 8 квітня 2021 р. Львів: ЛНАУ, 2021. С.
- Третяк В.М. Використання ГІС-технологій для визначення транспортної доступності при формуванні туристичних маршрутів. Матеріали Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» за 2020–2021 н.р.
- Vladislav Tretyak, Viktoriia Lepetiuk, Yuliia Maksymova. The use of GIS technologies to determine transport accessibility in tourism. Geo-spatial Information Science. (Очікує опублікування у 2022 р.)
- Третяк В.М., Тімохін В.О., Шебек Н.М. Проблема відновлення стратегічних досліджень містобудівного розвитку Києва. Міжнародний науково-технічний форум "Архітектура та Будівництво: нові тенденції і технології. Теорія та практика". Київ, 26-27 жовтня 2021.