

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет «Острозька академія»**  
**Навчально науковий інститут ІТ та бізнесу**  
**Кафедра інформаційних технологій та аналітики даних**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня магістра  
на тему: «Управління проєктом створення механік управління  
інтерактивного простору Національного університету "Острозька  
академія"»

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МУП-2  
другого (магістерського) рівня вищої освіти  
спеціальності 122 Комп'ютерні науки  
ОПП «Управління проєктами»  
*Белінський Олександр Олександрович*

**Керівник:** *Місай В.В., викладач, фахівець-практик  
кафедри ІТБ*

**Рецензент:** *кандидат технічних наук, доцент, доцент  
кафедри прикладної математики Донецького  
національного університету імені Василя Стуса*

*Загоруйко Любов Василівна*

**РОБОТА ДОПУЩЕНА ДО ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри інформаційних технологій та аналітики даних  
\_\_\_\_\_ (проф., д.е.н. Кривицька О.Р.)

Протокол № 5 від «04» грудня 2025 р.

Острог, 2025

**АНОТАЦІЯ**  
**кваліфікаційної роботи**  
**на здобуття освітнього ступеня магістра**

**Тема:** *Управління проєктом створення механік управління інтерактивного простору Національного університету "Острозька академія"*

**Автор:** *Белінський Олександр Олександрович*

**Науковий керівник:** *Місай В.В., викладач, фахівець-практик кафедри ІТБ*

*Захищена «.....»...*

*2025 року.*

**Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи:** *с.92, рис.22 , джерела.39*

**Ключові слова:** *управління проєктом; архітектурна візуалізація; Unreal Engine; навігація користувача; користувацький інтерфейс; інформаційні маркери; освітлення; Agile; Trello; тестування та оптимізація; командна робота; планування проєкту.*

**Короткий зміст праці:**

*Магістерська робота присвячена дослідженню та практичній розробці системи управління інтерактивним простором Національного університету «Острозька академія» на основі технологій архітектурної візуалізації та рушія Unreal Engine 5. У роботі проаналізовано сучасні підходи до управління ІТ-та ArchViz-проєктами, використання гнучких методологій, а також інструменти командної взаємодії та проєктного планування, зокрема Jira та Trello. Розглянуто можливості Unreal Engine 5, а також методи створення та оптимізації інтерактивних середовищ.*

*У практичній частині розроблено прототип інтерактивного простору університету, реалізовано механіки навігації користувача, систему переходів між локаціями, інформаційні маркери, денний і нічний режими освітлення, а також логіку взаємодії з об'єктами. Проведено тестування функціональності та оптимізації сцени, проаналізовано ефективність процесу управління проєктом. Отримані результати можуть бути використані для подальшого розвитку інтерактивних освітніх середовищ, створення VR-турів та впровадження Pixel Streaming для віддаленого доступу.*

---

**ANNOTATION**  
**of a qualification paper**  
**for a master's degree**

**Theme:** *Project Management of Developing Interaction Mechanics for the Interactive Environment of the National University “Ostroh Academy”*

**Author:** *Oleksandr Belinskyi*

**Scientific supervisor:** *Misai V.V., lecturer, specialist-practitioner at the ITB department*

**Defended «.....»... of 2025.**

**Explanatory note to the qualification work:** *p.92, pic.22, sources.39*

**Keywords:** *project management; architectural visualization; Unreal Engine; user navigation; user interface; informational markers; lighting; Agile; Trello; testing and optimization; teamwork; project planning.*

**Summary of the paper:**

*The master’s thesis is devoted to the research and practical development of a management system for an interactive 3D environment of the National University “Ostroh Academy” based on architectural visualization technologies and the Unreal Engine 5 framework. The study analyzes modern approaches to managing IT and ArchViz projects, the use of agile methodologies, as well as project management and team collaboration tools such as Jira and Trello. The capabilities of Unreal Engine 5, along with methods for creating and optimizing interactive environments, are examined.*

*In the practical part, a prototype of the university’s interactive space was developed, implementing user navigation mechanics, location transition systems, informational markers, day and night lighting modes, and object interaction logic. Functionality and performance testing of the scene was conducted, and the effectiveness of the project management process was evaluated. The obtained results can be applied to the further development of interactive educational environments, the creation of VR tours, and the implementation of Pixel Streaming for remote access.*

---

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	5
<b>РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ У СФЕРІ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ</b> .....	12
1.1. Поняття та особливості управління IT-проєктами .....	12
1.2. Сучасні підходи та методології управління проєктами (Waterfall, Agile, Scrum, Kanban) .....	14
Scrum як реалізація принципів Agile .....	17
1.3. Особливості управління проєктами в галузі VR/AR та ArchViz .....	20
1.4. Аналіз існуючих інтерактивних 3D-середовищ освітніх закладів .....	26
Висновки до розділу 1 .....	28
<b>РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ СТВОРЕННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ПРОСТОРУ НАУ "ОСТРОЗЬКА АКАДЕМІЯ"</b> .....	30
2.1. Характеристика об'єкта моделювання (територія, корпуси, аудиторії, гуртожитки) .....	30
2.2. Постановка цілей і завдань проєкту .....	32
2.3. Обґрунтування вибору технологій (Unreal Engine 5, ArchViz, Pixel Streaming тощо) .....	34
2.4. Аналіз ризиків та обмежень проєкту .....	39
2.5. Планування ресурсів: кадрових, технічних і часових .....	43
Висновки до розділу 2 .....	47
<b>РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ МЕХАНІК УПРАВЛІННЯ ІНТЕРАКТИВНИМ ПРОСТОРОМ</b> .....	49
3.1. Архітектура інтерактивної системи в Unreal Engine .....	49
3.2. Реалізація системи навігації користувача (рух між корпусами, позначення маршрутів) .....	51
3.3. Механіка відображення інформації про корпуси, гуртожитки та аудиторії .....	56
3.4. Система денного і нічного освітлення .....	60
3.5. Створення логіки взаємодії користувача з об'єктами (Blueprint Actor, UI-елементи) .....	65
3.6. Оптимізація продуктивності та тестування функціоналу .....	69
Висновки до розділу 3 .....	71
<b>РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ, РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОЄКТУ</b> .....	73
4.1. Структура управління проєктом і ролі учасників команди .....	73
4.2. Планування та координація завдань через Jira і Trello .....	74
4.3. Загальна структура реалізованого інтерактивного простору .....	76
4.4. Інтерактивні можливості та функціонал користувача .....	78
4.5. Практичне застосування інтерактивного простору для студентів і відвідувачів .....	81
4.6. Перспективи подальшого розвитку та масштабування проєкту .....	83
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	86
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	89

## Вступ

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується активним впровадженням інтерактивних систем, які поєднують засоби тривимірної візуалізації, моделювання середовищ і динамічної взаємодії користувача. Особливо швидко ці технології розвиваються у сфері освіти, де зростає потреба у створенні цифрових платформ для дистанційного ознайомлення з навчальними закладами, проведення віртуальних екскурсій і презентацій освітнього простору.

Університети, як осередки наукового та культурного життя, дедалі частіше використовують інструменти візуалізації та гейміфікації для підвищення зацікавленості абітурієнтів, популяризації навчальних програм і формування позитивного іміджу. Одним із найефективніших засобів для цього є створення інтерактивних 3D-просторів, які дають змогу користувачам відчувати присутність у реальному середовищі, ознайомитися з його структурою та логікою розміщення об'єктів.

Національний університет «Острозька академія» - це навчальний заклад із багатовіковою історією та сучасним підходом до освіти. В умовах цифрової трансформації університет активно впроваджує інноваційні засоби комунікації та представлення власної інфраструктури. Одним із таких напрямів стало створення інтерактивного простору Острозької академії, який дозволяє майбутнім студентам, викладачам і відвідувачам ознайомитися з територією закладу, навчальними корпусами, гуртожитками та аудиторіями без необхідності фізичної присутності.

Проєкт має не лише інформаційно-презентаційну, але й освітню функцію - він дає змогу інтегрувати віртуальні середовища у навчальний процес, демонструючи потенціал технологій **Unreal Engine 5** у поєднанні з сучасними підходами управління проєктами. Реалізація подібних проєктів вимагає ефективної організації робочих процесів, чіткої координації команди, контролю виконання завдань та забезпечення якості кінцевого продукту.

Саме тому тема управління проектом створення механік інтерактивного простору є надзвичайно актуальною, адже вона поєднує технічні, управлінські та інноваційні аспекти цифрового виробництва. З одного боку, вона розкриває специфіку застосування сучасних інструментів (Trello, Jira, Unreal Engine), а з іншого - формує методологічні підходи до реалізації проектів у сфері інтерактивних технологій.

Метою магістерської роботи є управління процесом розробки та впровадження механік управління інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія», який забезпечує зручну навігацію користувача у віртуальному середовищі, інформативність та адаптивність до потреб відвідувачів.

Для досягнення поставленої мети визначено такі **основні завдання дослідження**:

1. Проаналізувати теоретичні основи управління IT-проектами та методології організації командної роботи (Agile, Scrum, Kanban).
2. Розглянути особливості управління проектами у сфері VR/AR та ArchViz.
3. Провести аналіз об'єкта розробки - території та структури Національного університету «Острозька академія».
4. Розробити механіки управління інтерактивним простором, зокрема систему навігації, інформаційних міток та динамічного освітлення.
5. Організувати ефективну командну взаємодію за допомогою інструментів Jira і Trello.
6. Провести тестування та оцінку ефективності реалізованих рішень.
7. Визначити перспективи подальшого розвитку проекту - впровадження VR-режиму та Pixel Streaming для віддаленого доступу.

**Об'єктом дослідження** є процес управління проектом створення інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія».

**Предметом дослідження** виступають методи, засоби та механізми управління інтерактивними системами у віртуальному середовищі, зокрема розробка й

реалізація механік взаємодії користувача з простором, організація командної роботи та технічна інтеграція функціональних елементів у межах проєкту.

Таким чином, у центрі уваги даної роботи знаходиться не лише технічна реалізація інтерактивного середовища, а й система управління процесом його створення: планування завдань, розподіл ролей, вибір технологій, контроль виконання та тестування результатів. Важливою складовою є забезпечення логіки взаємодії користувача з простором, тобто створення таких механік, які б забезпечували інтуїтивне керування, зручну навігацію та інформаційну насиченість.

Оскільки проєкт передбачає комплексне використання сучасних цифрових технологій, його предметне поле охоплює суміжні аспекти з галузей інформаційних систем, управління проєктами, інтерактивного дизайну та віртуальної реальності. Це дає змогу розглядати роботу як міждисциплінарне дослідження, що поєднує управлінські та технічні елементи створення цифрового продукту.

У процесі виконання магістерської роботи використано комплекс наукових і практичних методів, які забезпечують досягнення поставленої мети та завдань.

1. **Аналіз і синтез наукових джерел** - для вивчення існуючих підходів до управління IT-проєктами, розробки інтерактивних середовищ та впровадження сучасних програмних засобів у сфері освіти.
2. **Порівняльний метод** - для оцінки ефективності різних методологій управління проєктами (Waterfall, Agile, Scrum, Kanban) у контексті VR/ArchViz розробок.
3. **Метод моделювання** - для створення логічної структури інтерактивного простору та побудови системи навігації користувача.
4. **Проєктний підхід** - як основа реалізації процесів планування, контролю та оцінки результатів команди.
5. **Експериментальний метод** - під час розробки та тестування механік у середовищі Unreal Engine 5.

6. **Інструментальний метод управління** - із застосуванням програм **Trello** та **Jira** для координації завдань, контролю дедлайнів та аналізу прогресу виконання.

7. **Метод системного аналізу** - для узагальнення результатів розробки та визначення напрямів подальшого вдосконалення інтерактивного простору.

Комплексне застосування зазначених методів дозволило дослідити процес управління проектом як цілісну систему, у якій поєднуються організаційні, технічні та комунікаційні аспекти. Вони забезпечують логічну послідовність дій від етапу планування до тестування реалізованих механік управління, що сприяє досягненню поставленої мети роботи.

Наукова новизна магістерської роботи полягає у розробленні та впровадженні підходу до управління проектом створення інтерактивного простору в контексті освітнього середовища, що поєднує сучасні методи управління ІТ-проектами з технологіями візуалізації у реальному часі. У межах дослідження сформовано методику побудови системи механік управління інтерактивним простором, яка ґрунтується на використанні функціональних можливостей рушія **Unreal Engine 5** і дозволяє реалізувати логіку взаємодії користувача з віртуальними об'єктами без потреби у складному програмуванні.

Відмінністю запропонованого підходу є орієнтація не лише на створення візуальної сцени, а насамперед на побудову інтерактивних механік - системи управління, навігації, інформаційних позначок та реакцій середовища на дії користувача. Таке рішення забезпечує гнучкість і розширюваність проекту, дозволяючи надалі інтегрувати технології **Pixel Streaming** та **VR-режиму** без повної перебудови структури.

Наукова новизна також полягає у використанні інструментів командного управління (Jira, Trello) як частини загальної системи менеджменту проекту з розробки інтерактивного середовища. Це дозволило не лише впорядкувати процес

виконання завдань, а й поєднати управлінську складову з технічною реалізацією, що відповідає сучасним підходам до організації ІТ-команд.

У результаті дослідження сформовано модель управління, яка може бути застосована не лише для створення подібних освітніх проєктів, а й у ширшому контексті - для реалізації архітектурних візуалізацій, музейних інтерактивних експозицій чи віртуальних презентацій закладів. Таким чином, робота робить внесок у розвиток напрямку цифрових інновацій в освіті та управління творчими проєктами.

Практичне значення магістерської роботи полягає у створенні діючого прототипу інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія», у якому реалізовано систему механік управління користувачем. Розроблений продукт дає змогу абітурієнтам, студентам і всім зацікавленим особам дистанційно ознайомлюватися з територією академії, її навчальними корпусами, гуртожитками, внутрішніми приміщеннями та маршрутами пересування між ними. Такий формат віртуальної взаємодії є особливо цінним для іноземних абітурієнтів або відвідувачів, які не мають змоги приїхати особисто.

Розроблена система механік управління у середовищі Unreal Engine 5 дозволяє користувачу вільно орієнтуватися у просторі, взаємодіяти з інформаційними мітками, перемикати режими освітлення (денний і нічний) та переглядати структуровану інформацію про об'єкти. Усе це створює ефект присутності та покращує якість ознайомлення з університетом.

Отримані результати мають практичну цінність і з точки зору **управління проєктом**, адже описані підходи до планування, розподілу ролей, контролю виконання та взаємодії в команді можуть бути застосовані у подальших навчальних і наукових ініціативах. Сформована система керування завданнями в Jira і Trello може бути використана як модель організації роботи студентських або дослідницьких команд, які займаються цифровими проєктами.

Крім того, розроблений інтерактивний простір може стати основою для подальшого вдосконалення, зокрема впровадження технологій віртуальної реальності (VR) і потокового доступу (Pixel Streaming), що дозволить розширити аудиторію користувачів та забезпечити ще вищий рівень занурення у цифрове середовище. Таким чином, результати магістерської роботи мають як безпосереднє прикладне значення, так і потенціал для подальших досліджень та розвитку у сфері освітніх технологій.

Магістерська робота має логічну структуру, яка відображає послідовність виконання дослідження, його теоретичну, методологічну та практичну складові. Робота складається зі вступу, трьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

Перший розділ присвячено аналізу теоретичних і методологічних засад управління ІТ-проектами, особливостям координації командної роботи при створенні інтерактивних середовищ, а також огляду сучасних технологій, що застосовуються у сфері архітектурної візуалізації та інтерактивних презентацій. У цьому розділі розглянуто основні принципи проєктного менеджменту, що використовуються в процесі розроблення віртуальних середовищ, і проведено аналіз програмних засобів, зокрема Unreal Engine 5, Jira та Trello, які забезпечують ефективну організацію процесу створення інтерактивних систем.

Другий розділ має прикладний характер і описує процес управління проєктом створення механік управління інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія». Тут детально розглянуто структуру команди, розподіл ролей, визначення цілей і підцілей, а також використання інструментів управління завданнями для забезпечення ефективної комунікації та контролю виконання. Окрема увага приділена плануванню етапів реалізації, опису технічного

середовища, логіці інтерактивних механік, а також особливостям адаптації системи під різні сценарії взаємодії користувача.

У третьому розділі представлено результати реалізації проєкту, проаналізовано ефективність розроблених механік управління, описано тестування інтерактивного простору та перспективи подальшого розвитку системи. Підкреслено можливість розширення функціоналу шляхом впровадження технологій віртуальної реальності, потокового доступу до візуалізації (Pixel Streaming), інтеграції нових інформаційних модулів і масштабування проєкту для інших навчальних закладів.

У висновках узагальнено результати дослідження, наведено основні наукові положення, сформульовано практичні рекомендації щодо управління подібними ІТ-проєктами, а також окреслено напрями подальших досліджень.

Загальний обсяг магістерської роботи становить близько 70 сторінок друкованого тексту, що включає таблиці, схеми, ілюстрації, фрагменти інтерфейсу інтерактивного простору та діаграми з Jira і Trello, які відображають процеси планування й контролю виконання завдань. Така структура забезпечує цілісність викладу матеріалу та логічний зв'язок між теоретичними положеннями і практичною реалізацією управлінського підходу до створення інтерактивного простору.

# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ У СФЕРІ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

### 1.1. Поняття та особливості управління ІТ-проєктами

Сучасне інформаційне суспільство характеризується стрімким розвитком цифрових технологій, що зумовлює необхідність ефективного управління процесами їх створення, впровадження та супроводу. Особливе місце у цьому контексті посідають інформаційні технології, які стали основою для функціонування більшості сфер людської діяльності - від освіти і науки до промисловості та державного управління. Саме тому поняття управління ІТ-проєктами набуває стратегічного значення, адже від ефективності організації процесів розробки залежить не лише успішність окремого продукту, а й конкурентоспроможність установи чи підприємства в цілому.

У загальному розумінні **ІТ-проєкт** - це комплекс взаємопов'язаних завдань, спрямованих на створення, модернізацію або впровадження інформаційних систем, програмного забезпечення чи цифрових продуктів. Його особливістю є висока динамічність середовища, в якому він реалізується, а також велика залежність результату від компетентності команди, чіткої організації процесів та гнучкості в управлінні змінами. На відміну від традиційних інженерних чи будівельних проєктів, ІТ-проєкти мають менший матеріальний, але значно вищий **інтелектуальний** компонент, адже головним ресурсом є знання, досвід і креативність учасників.

Управління ІТ-проєктами передбачає планування, організацію, координацію та контроль усіх етапів життєвого циклу продукту - від постановки цілей і формування вимог до розробки, тестування, впровадження та супроводу. Основним завданням менеджера проєкту є забезпечення балансу між трьома ключовими

параметрами - **часом, вартістю та якістю**, що утворюють так званий «трикутник управління проектом» (project management triangle). Порушення цього балансу призводить до ризиків перевитрати бюджету, зриву термінів або зниження якості кінцевого продукту.

Однією з особливостей управління ІТ-проектами є високий рівень невизначеності. Часто замовники не можуть чітко сформулювати свої потреби на початковому етапі, а технологічні можливості швидко змінюються. Тому важливу роль відіграють **ітераційні підходи**, які передбачають поступове уточнення вимог, постійне тестування та корекцію продукту відповідно до зворотного зв'язку від користувачів. Це дозволяє підвищити якість кінцевого результату й уникнути значних помилок у проектуванні.

Крім того, сучасні ІТ-проекти часто реалізуються у віддаленому або змішаному форматі, що створює нові виклики для організації командної роботи. Тому управління комунікаціями, розподіл ролей і завдань, використання цифрових інструментів для контролю процесів (таких як Jira, Trello, Asana, Notion тощо) стають невід'ємною частиною системи управління. Ефективний менеджер ІТ-проекту має володіти не лише технічними знаннями, а й навичками лідерства, мотивації, аналітики та стратегічного мислення.

Ще однією важливою рисою ІТ-проектів є їхня орієнтованість на інновації. Успішне управління неможливе без постійного аналізу нових технологічних тенденцій, оцінки можливостей впровадження сучасних засобів автоматизації, штучного інтелекту, систем моделювання, візуалізації та інтерактивної взаємодії. Це особливо актуально у сфері розробки інтерактивних 3D-просторів, де технологічні рішення (наприклад, рушій Unreal Engine 5) постійно оновлюються, пропонуючи нові можливості для оптимізації процесів.

Таким чином, управління ІТ-проектами можна розглядати як комплексну діяльність, спрямовану на досягнення визначених результатів у рамках обмежених ресурсів, з урахуванням швидкої змінності технологій і високих вимог до якості.

Успішність проєкту значною мірою залежить від здатності команди швидко адаптуватися до нових умов, ефективно комунікувати, раціонально розподіляти ресурси та дотримуватися узгоджених методологічних принципів.

В контексті створення інтерактивних середовищ управління ІТ-проєктом набуває ще більшої складності, адже тут поєднуються креативна, технічна та управлінська складові. Менеджер має забезпечити гармонійне поєднання естетики, функціональності й технологічної ефективності продукту, координуючи роботу дизайнерів, розробників, аналітиків і тестувальників. Саме це формує основу для успішного розвитку сучасних цифрових освітніх і візуалізаційних проєктів, таких як інтерактивний простір Національного університету «Острозька академія».

## **1.2. Сучасні підходи та методології управління проєктами (Waterfall, Agile, Scrum, Kanban)**

Управління проєктами в ІТ-сфері є складним процесом, який потребує чіткої організації, планування, контролю й координації дій усіх учасників. Від правильно обраної методології управління залежить не лише ефективність команди, а й кінцева якість програмного продукту, строки реалізації та задоволеність замовника. За останні десятиліття у світі сформувався широкий спектр підходів до управління проєктами, серед яких найбільш поширеними є Waterfall, Agile, Scrum та Kanban. Кожна з цих методологій має свої переваги, недоліки та сфери застосування, що визначаються характером продукту, складністю проєкту, розміром команди та динамікою змін вимог.

### **Класична модель Waterfall (каскадна модель)**

Одним із перших підходів до управління ІТ-проєктами була каскадна модель (Waterfall), що виникла у 1970-х роках і тривалий час залишалася домінуючою у сфері розробки програмного забезпечення. Її сутність полягає в послідовному виконанні етапів проєкту - від аналізу вимог до розробки, тестування,

впровадження та супроводу. Кожен етап починається лише після повного завершення попереднього, що створює чітку лінійну структуру процесу.

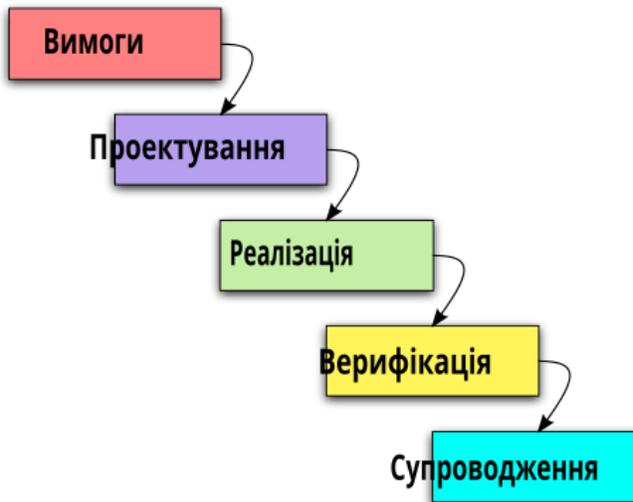


Рис. 1.1 Структура каскадної моделі (Waterfall) розробки проєкту

Джерело: [створено автором]

Основна перевага каскадної моделі полягає у її передбачуваності: усі етапи заздалегідь визначені, а результати кожного з них ретельно документуються. Це дає змогу легко контролювати хід виконання проєкту, оцінювати ризики та дотримуватися встановленого бюджету. Такий підхід добре працює в умовах, коли вимоги до продукту є стабільними, а зміни під час розробки - мінімальними, наприклад, у державних проєктах, банківських системах або корпоративних рішеннях із чітко визначеною специфікацією.

Втім, головним недоліком Waterfall є негнучкість. Якщо в процесі розробки виникає потреба у зміні вимог, це може призвести до значних затримок, додаткових витрат і навіть повного перероблення частини проєкту. Крім того, тестування продукту відбувається лише на завершальному етапі, тому виявлення помилок або недоліків може бути запізним. У сучасних умовах, коли технології та потреби користувачів змінюються надзвичайно швидко, каскадна модель дедалі частіше

поступається місцем гнучким методологіям, що дозволяють швидше реагувати на зміни.

Agile - гнучкий підхід до управління проєктами.

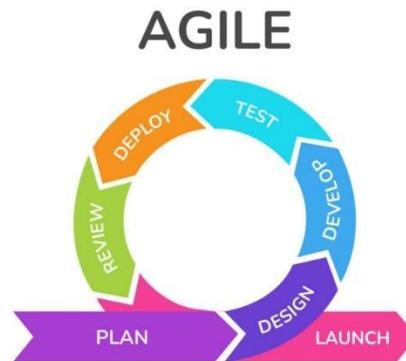


Рис. 1.2 Структура гнучкої методології Agile та основні етапи її реалізації в процесі розробки

Джерело: [створено автором]

Альтернативою традиційним жорстким моделям став Agile (гнучкий підхід), який сформувався на початку 2000-х років. У 2001 році було оприлюднено Маніфест Agile (Agile Manifesto), у якому сформульовано чотири базові цінності:

1. люди та взаємодія важливіші за процеси й інструменти;
2. працюючий продукт важливіший за вичерпну документацію;
3. співпраця із замовником важливіша за контрактні переговори;
4. готовність до змін важливіша за дотримання початкового плану.

Agile - це не одна методика, а філософія управління, яка ставить у центр процесу команду розробників і замовника, а також передбачає постійну адаптацію до нових вимог і умов. Основна ідея полягає в тому, щоб розробка велась короткими ітераціями (спринтами), кожна з яких завершується створенням робочої версії продукту. Завдяки цьому замовник отримує можливість регулярно оцінювати проміжні результати й впливати на подальший розвиток продукту.

Переваги Agile очевидні: швидка реакція на зміни, тісна комунікація з клієнтом, висока мотивація команди, постійне вдосконалення продукту. Проте цей підхід вимагає високого рівня самодисципліни, прозорості комунікації й довіри між усіма учасниками. Також він не завжди підходить для великих проєктів із фіксованими строками або жорсткими юридичними зобов'язаннями.

### Scrum як реалізація принципів Agile

Однією з найпоширеніших методологій, що реалізує принципи Agile, є **Scrum** - гнучкий підхід до управління проєктами, який орієнтований на ітераційний розвиток продукту через короткі цикли роботи, відомі як спринти. Ця методологія була запропонована Кеном Швабером і Джеффом Сазерлендом у 1990-х роках і відтоді набула широкого застосування в ІТ-індустрії, зокрема у сферах розробки програмного забезпечення, геймдеву, мультимедійних і VR-проєктів.

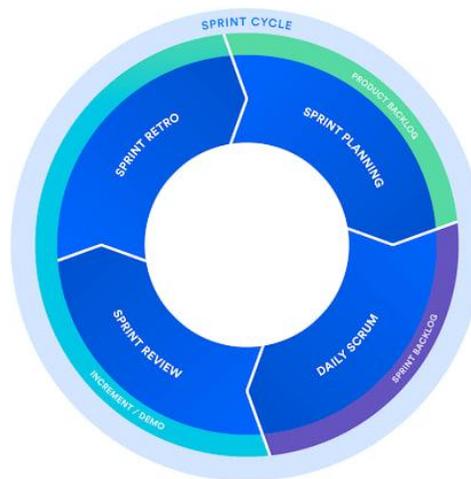


Рис. 1.3 Методологія Agile та її ключові принципи, що застосовуються під час управління проєктом

Джерело: [створено автором]

**Основна ідея Scrum** полягає в тому, що складні проєкти неможливо повністю спланувати наперед, тому їх доцільно розбивати на послідовні, короткі етапи. Кожен спринт триває, як правило, від одного до чотирьох тижнів і

завершується створенням готового до демонстрації результату - інкременту продукту. Такий підхід дозволяє постійно перевіряти прогрес, отримувати зворотний зв'язок від замовника чи користувача та вносити корективи ще до завершення всього проєкту.

Система Scrum передбачає чітке розмежування **ролей у команді**, кожна з яких виконує специфічну функцію. Ключовими є три ролі:

- **Product Owner (власник продукту)** - відповідає за бачення продукту, формує пріоритети та управляє беклогом (списком завдань і функцій).
- **Scrum Master** - слідкує за дотриманням принципів Scrum, усуває перешкоди в роботі команди та сприяє ефективній взаємодії.
- **Development Team (команда розробників)** - безпосередньо виконує завдання, визначені у беклозі спринту, й відповідає за створення інкременту продукту.

Однією з ключових переваг Scrum є **прозорість процесів**. Усі учасники команди завжди мають уявлення про поточний стан проєкту завдяки регулярним зустрічам: щоденним стендапам, плануванню спринту, перегляду результатів і ретроспективі. Така відкритість допомагає швидко виявляти проблеми, коригувати цілі та приймати колективні рішення.

Scrum робить акцент не лише на технічному виконанні, а й на **людському факторі** - мотивації, командній взаємодії, взаємній підтримці. Команда є самостійною і має повноваження самостійно визначати способи досягнення поставлених цілей, що підвищує рівень відповідальності та залученості кожного учасника.

Для управління завданнями в Scrum зазвичай використовують **візуальні інструменти**, такі як Scrum-дошка або Kanban-дошка, які дозволяють відстежувати статус кожного завдання: «To Do», «In Progress», «Done». У цифрових середовищах, таких як **Jira** або **Trello**, ці інструменти інтегруються з системами аналітики, що дає

змогу аналізувати продуктивність команди, тривалість спринтів, рівень завантаження учасників і швидкість розробки.

Scrum є особливо ефективним у проєктах, де кінцевий продукт постійно еволюціонує або потребує активної взаємодії з користувачем. Це повною мірою стосується **інтерактивних 3D-просторів**, зокрема архітектурних і навчальних середовищ, де під час розроблення важливо враховувати враження, зручність і логіку взаємодії користувача. У таких проєктах спринти можуть бути присвячені, наприклад, налаштуванню освітлення, створенню системи навігації, реалізації інтерфейсу або оптимізації інтерактивних елементів.

Управління проєктом створення інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія» значною мірою базувалося на принципах Scrum. Команда використовувала **Jira та Trello** для постановки завдань, визначення пріоритетів і контролю виконання. Такий підхід дозволив забезпечити прозорість процесу розробки, чітко розподілити обов'язки та швидко реагувати на зміни або нові вимоги. Кожен етап мав свій спринт, результатом якого було впровадження певного функціоналу - системи переміщення користувача, інтерактивних позначок, режимів освітлення або інформаційних панелей.

Scrum-методологія довела свою ефективність завдяки можливості **поєднання гнучкості та контролю**. На відміну від традиційної каскадної моделі, де всі етапи суворо послідовні, Scrum дає змогу постійно удосконалювати продукт без зупинки основного процесу розробки. Це забезпечує не лише економію часу, а й підвищення якості кінцевого результату.

Важливою перевагою Scrum у контексті освітніх і візуалізаційних проєктів є можливість **залучення різних груп користувачів** на ранніх етапах розроблення. Наприклад, у випадку з інтерактивним простором університету до тестування проміжних версій можна було залучати студентів, викладачів чи абітурієнтів, отримуючи цінний зворотний зв'язок. Це дозволяло оптимізувати логіку навігації, інтерфейс і структуру середовища відповідно до реальних потреб користувачів.

Таким чином, Scrum є ефективним інструментом реалізації принципів Agile у практичній площині. Його використання сприяє підвищенню продуктивності, якості комунікації та рівня задоволеності клієнтів, а також створює сприятливі умови для творчого підходу до вирішення завдань. Для команд, що працюють у сфері інтерактивних технологій, ця методологія є однією з найдоцільніших, оскільки забезпечує динамічний розвиток продукту, адаптацію до технологічних змін і безперервне вдосконалення процесів.

### 1.3. Особливості управління проєктами в галузі VR/AR та ArchViz

Сфера віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності, а також архітектурної візуалізації (ArchViz) стрімко розвивається і поступово переходить із експериментальної площини у практичну - освітню, культурну, промислову, туристичну та наукову. Ключовою особливістю цих напрямів є поєднання **творчої, технічної та інженерної складових**, що створює унікальні виклики для управління проєктами. На відміну від традиційних IT-проєктів, де кінцевий продукт має здебільшого функціональний характер, VR/AR- і ArchViz-проєкти мають яскраво виражену **емоційно-візуальну та інтерактивну** складову, яка безпосередньо впливає на користувацьке сприйняття.



Рис. 1.4 AR та VR технології

Джерело: [створено автором]

Проєкти в галузі VR/AR та ArchViz об'єднують фахівців із різних дисциплін - 3D-моделерів, дизайнерів середовищ, програмістів, сценаристів, звукоінженерів,

а також менеджерів, які мають координувати роботу таких різнопланових команд. Це визначає необхідність **міждисциплінарного підходу** до управління, який передбачає поєднання принципів ІТ-менеджменту з методами організації творчих процесів. Керівник проєкту повинен розуміти як технічні аспекти (рушії, рендеринг, оптимізацію), так і художні принципи (композиція, освітлення, колір, емоційний вплив).

Особливу роль відіграє **етап передпроєктного аналізу**, адже саме він визначає подальшу логіку реалізації. Для VR/AR-проєктів важливо сформулювати не лише технічне завдання, а й **сценарій користувацької взаємодії** - як користувач буде пересуватися у просторі, на які об'єкти звертатиме увагу, які елементи будуть активними або інтерактивними. У сфері ArchViz цей етап також включає вивчення архітектурних планів, фото- та відеоматеріалів, особливостей локацій, погодних умов і навіть культурного контексту.

Управління VR/AR-проєктами має свою специфіку щодо **планування ресурсів**. На відміну від класичних програмних проєктів, тут критично важливими є апаратні обмеження - продуктивність графічних процесорів, обсяг оперативної пам'яті, швидкість передачі даних тощо. Менеджер має враховувати технічні вимоги рушія (наприклад, Unreal Engine 5), параметри оптимізації моделей, текстур і освітлення, щоб кінцевий продукт працював стабільно на різних пристроях. У випадку використання VR-шоломів або стрімінгових рішень (Pixel Streaming) необхідно додатково оцінювати затримки зображення, якість інтернет-з'єднання та адаптивність до різних роздільностей.

Ще однією важливою особливістю є **висока залежність від зворотного зв'язку користувачів**. У VR/AR середовищах користувач стає активним учасником, тому будь-які недоліки в навігації, управлінні чи фізиці взаємодії одразу помітні. Саме тому у процесі управління проєктом значна увага приділяється **тестуванню сценаріїв взаємодії**, виявленню неочікуваних поведінкових ситуацій та швидкому реагуванню на них. Такий підхід тісно пов'язаний із гнучкими

методологіями, зокрема Scrum або Kanban, які дозволяють працювати ітераційно - поступово вдосконалюючи продукт після кожного циклу тестування.

У VR/AR та ArchViz-проектах часто використовується **прототипування** - створення спрощених версій середовищ або сцен, які дозволяють перевірити основні механіки ще до повномасштабної розробки. Це допомагає уникнути зайвих витрат часу та ресурсів. Прототипування тісно пов'язане з управлінським підходом «fail fast» - виявляти помилки на ранніх етапах, щоб швидко їх виправляти. Менеджер, який координує такий процес, повинен створити сприятливе середовище для експериментів, заохочувати ідеї команди та при цьому забезпечувати загальну структурованість і контроль.

Значну роль у VR/AR-проектах відіграє **візуальне планування та комунікація**. Традиційні текстові завдання не завжди ефективні для команд, які працюють з 3D-контентом, тому часто використовуються **візуальні дошки завдань** (Trello, Jira, Miro), скрінборди, референс-групи, де кожен учасник може бачити проміжні результати та вносити пропозиції. Це підвищує рівень колективної участі й допомагає зберігати єдине бачення продукту.

Управління VR/AR-проектом також вимагає уваги до **часових обмежень**, адже багато етапів залежать один від одного - наприклад, створення механіки руху користувача можливе лише після завершення моделювання або навпаки, тестування освітлення потребує готової сцени. Менеджер повинен уміти вибудувати **гнучкий, але логічний графік робіт**, який враховує ці взаємозалежності. Для цього ефективно застосовується методика «критичного шляху» (Critical Path Method), що допомагає визначити найважливіші завдання, затримка яких може вплинути на терміни всього проекту.

Прикладом такого типу проектів є **інтерактивний простір Національного університету “Острозька академія”**, який розробляється з метою ознайомлення абітурієнтів, студентів та відвідувачів із територією, навчальними корпусами, гуртожитками та інфраструктурою університету. На відміну від традиційних

візуалізацій чи відеопрезентацій, цей проєкт орієнтований на **активну взаємодію користувача** із цифровим середовищем, що вимагає створення гнучкої системи механік управління та логіки навігації.

Управління таким проєктом має свої характерні особливості. Передусім, це **поєднання творчого та інженерного підходів**. Команда, яка працює над інтерактивним простором, має одночасно враховувати візуальні, інформаційні та функціональні аспекти продукту. Якщо у звичайному IT-проєкті метою є створення програмного забезпечення, то в ArchViz і VR середовищах кінцевим результатом є **досвід користувача** - те, як він сприймає простір, наскільки легко орієнтується, які емоції викликає візуальне оточення.

У випадку “Острозької академії” ключовим завданням команди було створити **інтерактивне середовище, у якому користувач може самостійно досліджувати територію університету**, пересуватися між корпусами, відвідувати аудиторії, ознайомлюватися з позначеними об’єктами, маршрутами й інформаційними точками. Це вимагає не лише якісної 3D-візуалізації, а насамперед розроблення **механік управління** - тобто тих логічних зв’язків, які забезпечують можливість взаємодії з простором. Саме ця частина стала основним напрямом дослідження та практичної реалізації в межах магістерської роботи.

З управлінської точки зору, проєкт мав бути побудований таким чином, щоб забезпечити **послідовне виконання завдань, чітку координацію між учасниками** та можливість швидкого тестування нових функцій. Для цього були обрані інструменти **Jira** та **Trello**, які дозволили структурувати процес розробки, створити зручну систему постановки завдань і контролю їх виконання. Використання цих платформ забезпечило прозорість комунікації всередині команди, особливо у випадках, коли робота виконувалася у віддаленому або гібридному форматі.

Кожен етап розроблення мав свою **чітку мету та критерії завершеності**. Спочатку проводився аналіз території університету, визначалися основні локації та

маршрути пересування між ними. Далі було розроблено систему маркерів і позначок, які виконують роль інтерактивних елементів - користувач може натиснути на них, щоб отримати коротку інформацію про певний об'єкт чи перейти до іншої ділянки. Особливу увагу було приділено створенню **режимів освітлення (денного та нічного)**, які змінюють атмосферу простору і водночас демонструють технічні можливості рушія Unreal Engine 5.

Процес управління цим проектом також включав **планування подальшого розвитку системи**, адже інтерактивний простір було задумано як динамічний продукт, який із часом можна розширювати. Серед майбутніх напрямів розвитку визначено впровадження технологій **Pixel Streaming** для потокової трансляції середовища у браузері, а також **VR-режиму**, який дозволить користувачам повністю занурюватися у віртуальний простір університету. Тому управління проектом здійснювалося з урахуванням **масштабованості рішень**, що дозволяє без суттєвих змін інтегрувати нові модулі та сценарії взаємодії.

Ще однією особливістю управління було те, що **основне фінансування проекту здійснювалося через грантову підтримку**, завдяки якій було придбано необхідне технічне обладнання, зокрема два ноутбуки для роботи з Unreal Engine 5. Це зумовило необхідність раціонального використання ресурсів і точного планування етапів розробки без перевитрати бюджету.

Важливу роль відіграла **освітня складова** проекту. Створення інтерактивного простору має не лише демонстраційне, а й навчальне значення, адже дозволяє студентам університету ознайомитися з принципами роботи з Unreal Engine, зрозуміти процес управління IT-проектом і навіть долучитися до його подальшого розвитку. Таким чином, управління проектом "Інтерактивний простір Національного університету "Острозька академія"" можна розглядати як **приклад поєднання навчального, дослідницького та практичного компонентів** у межах сучасних цифрових технологій.

Цей підхід демонструє, що ефективне управління ArchViz-проєктом полягає не лише у технічному координуванні процесів, а й у **побудові команди, яка розуміє цінність продукту з точки зору користувача**. Адже кінцевою метою є не просто створення інтерактивного середовища, а формування у відвідувача відчуття присутності, інтересу та залученості до простору академії.

Такий підхід дозволяє перетворити звичайний архітектурний проєкт на потужний інструмент взаємодії між закладом освіти та його аудиторією. У випадку нашого ArchViz-проєкту для Національного університету «Острозька академія» основною метою стало створення не просто тривимірної моделі кампусу, а цілісного інтерактивного середовища, у якому кожен користувач може вільно пересуватись територією, ознайомлюватися з аудиторіями, лабораторіями та історичними будівлями, що формують унікальну атмосферу університету.

Розробка такого середовища вимагає поєднання технічних, дизайнерських і педагогічних підходів. Команда має одночасно дбати про оптимізацію графіки, достовірність архітектурних деталей, а також про інтерпретацію простору з точки зору зручності сприйняття. Це означає, що кожен елемент - від текстур і освітлення до розташування інформаційних панелей - підпорядковується одній меті: зробити простір зрозумілим, естетично привабливим і навчально корисним.

Використання технологій Unreal Engine 5 дозволяє досягти максимальної реалістичності й водночас забезпечити інтерактивність, що є ключовою для навчальних VR- і ArchViz-проєктів. Завдяки системі Lumen, Nanite та можливості створювати динамічні сцени у реальному часі, студенти та гості академії можуть не лише бачити, а й відчувати атмосферу університету. Особливу роль відіграє і функціональність віртуальної навігації - користувачі можуть переходити між корпусами, відвідувати різні факультети, знаходити інформацію про кафедри, викладачів або події, що робить цей проєкт не лише презентаційним, а й освітнім інструментом.

Крім того, проєкт виконує важливу репрезентативну функцію. Він допомагає університету позиціонувати себе як сучасний, технологічно прогресивний освітній заклад, який упроваджує цифрові інновації у взаємодію зі студентами та партнерами. Для абітурієнтів така віртуальна екскурсія може стати першим знайомством із кампусом, викликавши інтерес і позитивні емоції ще до фактичного візиту.

Таким чином, створення ArchViz-проєкту для Острозької академії є прикладом того, як сучасні технології 3D-візуалізації та ігрові рушії можуть бути інтегровані у сферу освіти для досягнення цілей, що виходять за межі звичайної демонстрації простору. Це - поєднання мистецтва, науки та педагогіки, що формує нову культуру цифрової взаємодії між закладом і його аудиторією.

#### **1.4. Аналіз існуючих інтерактивних 3D-середовищ освітніх закладів**

Розвиток цифрових технологій спричинив активне впровадження інтерактивних рішень у сферу освіти. Віртуальні тури, 3D-моделі та інтерактивні платформи дозволяють навчальним закладам не лише демонструвати свою інфраструктуру, а й створювати новий рівень комунікації зі студентами, абітурієнтами та партнерами. Особливої популярності такі рішення набули після пандемії COVID-19, коли дистанційна взаємодія стала необхідністю, а віртуальні середовища - ефективним інструментом для залучення та орієнтації нових студентів.

Серед найвідоміших прикладів інтерактивних 3D-середовищ можна назвати віртуальні тури провідних університетів світу, таких як Harvard University, Stanford University та University of Cambridge. Ці заклади пропонують користувачам можливість у реальному часі ознайомитися з кампусом, відвідати лекційні зали, бібліотеки та лабораторії у форматі інтерактивної подорожі. Такі рішення часто базуються на технологіях **Unreal Engine** або **Unity**, що забезпечують високий

рівень графічної якості, підтримку VR і можливість інтерактивної взаємодії з об'єктами. Водночас більшість з них мають переважно демонстраційний характер і обмежені у функціоналі взаємодії з користувачем.



Рис. 1.5 Ігрові рушії

Джерело: [створено автором]

В Україні подібні проекти тільки починають активно розвиватися. Деякі університети вже створюють власні 3D-тури для ознайомлення абітурієнтів із навчальними корпусами та гуртожитками. Наприклад, Національний технічний університет України “КПІ ім. Ігоря Сікорського” має інтерактивну карту з 3D-моделями корпусів і короткими описами їх призначення. Львівська політехніка пропонує віртуальні тури окремими будівлями з можливістю перегляду аудиторій і лабораторій у форматі панорамних зображень. Проте більшість таких систем є статичними та не передбачають активної взаємодії користувача із середовищем.

Водночас сучасні тенденції розвитку інтерактивних технологій в освіті свідчать про поступовий перехід від звичайних віртуальних турів до **повноцінних інтерактивних 3D-просторів**, у яких користувач може не лише пересуватися, а й отримувати контекстну інформацію, взаємодіяти з об'єктами, брати участь у навчальних сценаріях або симуляціях. Такі рішення базуються на принципах **ArchViz** - архітектурної візуалізації, яка поєднує реалістичність візуального середовища з функціональністю інтерактивного управління.

Аналіз існуючих рішень показує, що більшість освітніх 3D-проектів мають низку обмежень: недостатню оптимізацію для різних пристроїв, відсутність зручної

навігації між локаціями, брак інтеграції з інформаційними системами університету. Крім того, у багатьох випадках відсутні **механіки управління**, які б забезпечували природну взаємодію користувача з простором - наприклад, можливість орієнтації за допомогою маркерів, маршрутів чи інтерфейсних підказок. Це створює потребу у створенні нових підходів до проектування інтерактивних освітніх середовищ, де головний акцент робиться не лише на візуальній якості, а й на **зручності використання, логіці пересування та інтерактивній навігації**.

У цьому контексті актуальним є приклад проекту **інтерактивного простору Національного університету “Острозька академія”**, у якому основна увага приділена саме створенню системи управління та механік взаємодії користувача з 3D-середовищем. Проект спрямований на ознайомлення абітурієнтів, студентів і відвідувачів із територією академії, її корпусами, гуртожитками та інфраструктурою. На відміну від більшості аналогів, у ньому реалізовано динамічне освітлення (денний і нічний режим), маршрути пересування між локаціями та інформаційні позначки, що робить простір не лише візуально привабливим, а й функціонально корисним.

Таким чином, аналіз існуючих інтерактивних середовищ дозволяє зробити висновок, що більшість проектів перебувають на стадії демонстраційної візуалізації, тоді як перспективним напрямом є створення **повноцінних інтерактивних систем** з механіками управління та елементами ігрової взаємодії. Саме такий підхід лежить в основі проекту інтерактивного простору Острозької академії, який поєднує технологічні рішення, архітектурну візуалізацію та управлінські методи реалізації ІТ-проектів.

## **Висновки до розділу 1**

У першому розділі було розглянуто теоретичні основи управління проектами у сфері інтерактивних технологій, а також особливості їх застосування в контексті

VR, AR та ArchViz-рішень. Аналіз показав, що управління IT-проєктами має низку специфічних характеристик, зумовлених швидким розвитком технологій, необхідністю гнучкого планування, високою залежністю від команди розробників та важливістю ефективної комунікації між учасниками.

Було проаналізовано сучасні підходи до управління проєктами - Waterfall, Agile, Scrum та Kanban. Визначено, що найбільш ефективними для реалізації інтерактивних візуалізаційних проєктів є гнучкі методології, зокрема Scrum, які забезпечують адаптивність до змін і дозволяють поступово удосконалювати продукт відповідно до вимог користувачів. У контексті ArchViz-розробок Scrum підхід допомагає координувати взаємодію між програмістами, дизайнерами, 3D-спеціалістами та управлінцями, що особливо важливо для проєктів із динамічним технічним складом.

Окрему увагу приділено аналізу існуючих інтерактивних 3D-середовищ у сфері освіти. Дослідження продемонструвало, що більшість таких проєктів зосереджуються переважно на візуальній презентації простору, тоді як механіки управління, навігаційна логіка та інтерактивна взаємодія залишаються недостатньо розвиненими. Це створює передумови для розвитку нових підходів, у яких інтерактивність стає основною складовою користувацького досвіду.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що успішне управління інтерактивними ArchViz-проєктами потребує поєднання гнучких управлінських методів, ефективної командної взаємодії, технічної компетентності та орієнтації на кінцевого користувача. Саме ці принципи покладено в основу проєкту **створення механік управління інтерактивного простору Національного університету “Острозька академія”**, який виступає прикладом сучасного підходу до розробки освітніх візуалізаційних рішень.

## РОЗДІЛ 2

### АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ СТВОРЕННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ПРОСТОРУ НАУ "ОСТРОЗЬКА АКАДЕМІЯ"

#### 2.1. Характеристика об'єкта моделювання (територія, корпуси, аудиторії, гуртожитки)

Об'єктом моделювання у межах даного проєкту є територія та інфраструктура **Національного університету "Острозька академія"** - одного з провідних освітніх закладів України, що має давню історію та сучасну матеріально-технічну базу. До складу університету входять основний корпус, декілька навчальних корпусів, адміністративні будівлі, бібліотека, гуртожитки, а також прилегла територія з алеями, внутрішніми дворами, парковими зонами та маршрутами сполучення між об'єктами.

Метою розробки стало створення **інтерактивного 3D-простору**, який дозволяє користувачам ознайомитися з архітектурною структурою академії, її навчальними та житловими приміщеннями, а також отримати базову інформацію про кожен об'єкт. Такий формат особливо корисний для абітурієнтів та гостей закладу, які не мають змоги особисто відвідати академію, але хочуть краще зрозуміти її просторову організацію.

У процесі проєктування було враховано **логіку пересування користувача**: у сцені передбачено навігаційні маршрути між корпусами, інформаційні підказки, позначки назв корпусів і гуртожитків. Користувач може орієнтуватися на карті академії, переходити між локаціями та вивчати простір з різних ракурсів. Особливу увагу приділено **денному та нічному освітленню**, що дає змогу показати територію в різних часових умовах та створює більш реалістичне враження від перегляду.

Основними елементами інтерактивного простору стали:

- **Головний та Новоакадемічний корпус** - центральні локації, що виступають орієнтиром для користувача;
- **Бібліотека та культурні об'єкти** - як інформаційні точки, що підкреслюють освітньо-культурну місію університету;
- **Гуртожитки** - зручні орієнтири для побудови маршрутів пересування студентів;
- **Територія академії** - із детальною системою освітлення, розміткою доріжок

і зелених зон.

Проект створено з урахуванням технічної оптимізації для **широкого кола користувачів**. Для цього застосовується **Pixel Streaming**, що дозволяє запускати інтерактивну сцену без встановлення додаткових програм - безпосередньо у веббраузері. Це рішення забезпечує доступність проекту на різних пристроях, включно з ноутбуками середнього рівня продуктивності, що особливо важливо для поширення серед потенційних абітурієнтів.

З управлінського боку важливим завданням було **організувати ефективну командну взаємодію**. Для координації процесів розробки використовувалися **Jira** та **Trello**, які дозволили структурувати робочі етапи, розподілити завдання між учасниками команди, контролювати виконання спринтів і вчасно вносити зміни до плану роботи. Завдяки цьому вдалося підтримувати стабільну комунікацію між членами команди та дотримуватись узгоджених термінів.

Таким чином, об'єктом даного проекту є **інтерактивний тривимірний простір Національного університету "Острозька академія"**, що відтворює його архітектуру, територію та інфраструктуру. Цей простір поєднує точність візуалізації з інформативністю і зручністю навігації, забезпечуючи користувачеві можливість глибше ознайомитися з академією, її середовищем і логікою розташування основних об'єктів.

## 2.2. Постановка цілей і завдань проєкту

Проєкт створення інтерактивного простору Національного університету “Острозька академія” має на меті розробку ефективних механік управління 3D-середовищем, які забезпечують інтуїтивну, зручну та пізнавальну взаємодію користувача з моделлю території академії. На відміну від традиційних архітектурних візуалізацій, основна ідея цього проєкту полягає не лише у демонстрації архітектурних об’єктів, а у створенні системи, де користувач може самостійно орієнтуватися, переміщатися між корпусами, отримувати інформацію про об’єкти та взаємодіяти зі структурними елементами середовища.

Ціль проєкту полягає у **підвищенні рівня інформованості та залученості абітурієнтів і студентів** через створення інтерактивної карти університету, яка об’єднує елементи візуалізації, навігації та інформаційної підтримки. Завдяки цьому користувач отримує не просто статичний 3D-тур, а динамічну систему з елементами керування, підказками та логічними зв’язками між об’єктами.

Кінцевий результат має стати **цифровим інструментом ознайомлення з академією**, доступним із будь-якого пристрою, що має доступ до мережі Інтернет. Такий підхід сприяє підвищенню відкритості університету, покращенню його репрезентації для потенційних вступників, а також може бути використаний як елемент внутрішньої навігаційної системи для студентів і викладачів.

Основні завдання проєкту можна узагальнити наступним чином. По-перше, це **розробка логіки інтерактивної взаємодії користувача із середовищем**. Йдеться про створення системи управління, що дозволяє плавно переміщатися територією, змінювати кути огляду, переходити між об’єктами та отримувати інформацію через підказки або інформаційні маркери. Такий підхід вимагає ретельного опрацювання механіки руху камери, налаштування системи контролю швидкості, плавності пересування та логіки переходів між зонами.

По-друге, необхідно було **забезпечити логічну структуру навігації**, яка допоможе користувачу орієнтуватися у просторі академії. Для цього передбачено систему позначень корпусів і гуртожитків, інтерактивні маршрути пересування та зручні переходи між ними. Оскільки головною метою є ознайомлення користувачів із простором академії, було важливо, щоб пересування у 3D-середовищі відбувалося інтуїтивно - без складних інтерфейсів або додаткових інструкцій.

Третім завданням є **оптимізація сцени для плавної роботи та зручного доступу через вебінтерфейс**. У проєкті застосовано технологію **Pixel Streaming**, яка дозволяє транслювати сцену користувачам без необхідності встановлення Unreal Engine або спеціальних програм. Це робить проєкт універсальним і доступним, навіть для тих, хто користується ноутбуками середнього рівня продуктивності.

Важливою частиною управління проєктом стало **налагодження процесів командної роботи**. Оскільки проєкт реалізовувався в навчально-дослідному середовищі, до нього були залучені студенти, викладачі та спеціалісти з різних напрямів - програмування, дизайну, менеджменту, інформаційних технологій. Для ефективної координації застосовувалися **системи Jira та Trello**, які допомогли структурувати етапи виконання, розподілити обов'язки, фіксувати завдання і результати кожного спринту. Це дало змогу підтримувати чітку послідовність робіт, швидко реагувати на зміни й узгоджувати рішення в режимі реального часу.

Ще одним важливим аспектом є **створення динамічних візуальних умов**. У межах проєкту реалізовано зміну часу доби (денне та нічне освітлення), що не лише підвищує реалістичність середовища, а й дає змогу користувачу побачити академію в різних візуальних контекстах. Така деталь додає інтерактивності, естетичної привабливості та глибини сприйняття простору.

З огляду на поставлені цілі, проєкт має не лише демонстраційне, а й **практичне значення**. Він може бути використаний для промоції університету, як інтерактивний супровід у віртуальних днях відкритих дверей або як допоміжний

інструмент орієнтації для студентів-першокурсників. Окрім того, розроблені в процесі цього проєкту механіки управління можуть стати основою для подальшого розширення функціоналу, наприклад - інтеграції з освітніми платформами або створення VR-версії для повного занурення в середовище.

Таким чином, **основна мета проєкту** полягає у створенні інтерактивного середовища, яке поєднує архітектурну точність, інформативність і зручність управління. А **завдання проєкту** охоплюють проектування логіки користувацької взаємодії, створення навігаційних маршрутів, оптимізацію продуктивності, координацію командної роботи та впровадження сучасних інструментів управління процесом розробки.

Реалізація цих завдань дозволить сформувати не просто цифрову копію академії, а повноцінний інтерактивний продукт, який підсилює імідж університету як інноваційного закладу, відкритого до впровадження нових технологій у навчальний процес та комунікацію з майбутніми студентами.

### **2.3. Обґрунтування вибору технологій (Unreal Engine 5, ArchViz, Pixel Streaming тощо)**

Для реалізації проєкту інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія» було обрано комплекс сучасних технологій, що поєднують високий рівень візуалізації, функціональну гнучкість та можливості масштабування. Основна платформа розробки - **Unreal Engine 5**, який на сьогодні є одним із найпотужніших рушіїв для створення інтерактивних 3D-середовищ, архітектурних візуалізацій (ArchViz) і навчальних симуляцій.

Вибір саме цієї технології зумовлений кількома ключовими факторами: високою якістю графіки, гнучкою системою управління сценами, підтримкою реалістичного освітлення, фізики матеріалів та зручними інструментами для створення інтерактивних елементів. Усі ці можливості роблять Unreal Engine 5

ідеальним середовищем для реалізації комплексного проєкту, який має поєднувати архітектурну точність і динамічну взаємодію користувача з об'єктами.

Однією з головних переваг Unreal Engine 5 є використання технологій **Nanite** та **Lumen**.

**Nanite** - це система віртуалізованої геометрії, яка дозволяє працювати з моделями, що містять мільйони полігонів, без значного впливу на продуктивність. Завдяки цьому можливо імпортувати об'єкти з максимальною деталізацією - наприклад, архітектурні моделі корпусів, інтер'єрів та навколишнього середовища. Це особливо важливо для навчальних і презентаційних проєктів, де точність і реалістичність відіграють ключову роль.

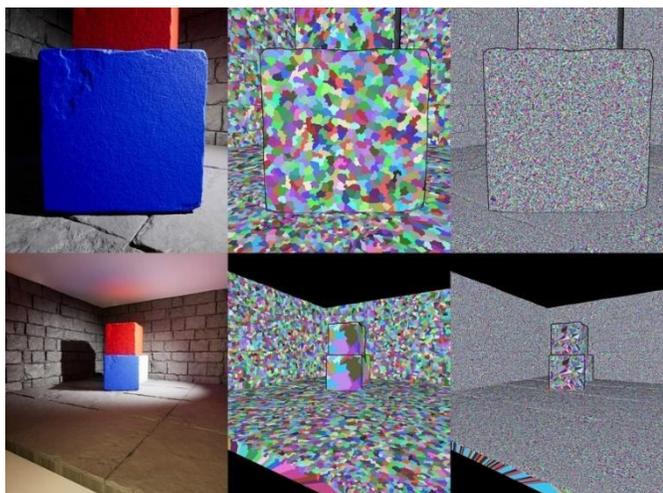


Рис. 2.1 Демонстрація оптимізації за допомогою Nanite

Джерело: [створено автором]

**Lumen**, у свою чергу, - це система глобального освітлення в реальному часі, яка забезпечує динамічну зміну світла та тіней. Вона дозволяє відтворювати природне освітлення, рефлексії та відбиття, що надає сцені реалістичного вигляду без необхідності довготривалого попереднього рендерингу. Завдяки цьому користувачі можуть бачити середовище академії з різними варіантами освітлення, наприклад - денним або вечірнім, що робить сприйняття простору більш природним і привабливим.



Рис. 2.2 Демонстрація технології глобального освітлення Lumen

Джерело: [створено автором]

Не менш важливою є підтримка Blueprint-системи, яка дозволяє створювати логіку взаємодії без використання складного коду. Це спрощує процес розробки й робить його доступним для студентів, які тільки починають працювати з ігровими рушіями. За допомогою Blueprint можна створювати механіки руху, взаємодії з об'єктами, перемикання камер, появу інформаційних вікон тощо. Таким чином, ця технологія не лише прискорює процес реалізації, а й має значний навчальний потенціал, оскільки дозволяє учасникам проєкту розвивати навички візуального програмування.

Ще одним вагомим аргументом на користь Unreal Engine 5 є підтримка **ArchViz** - напрямку архітектурної візуалізації, який орієнтований на створення реалістичних цифрових копій будівель, інтер'єрів та ландшафтів. У межах цього проєкту ArchViz-технології використовуються для відтворення території університету з максимальною відповідністю реальним об'єктам. Це включає точну передачу геометрії корпусів, структури доріжок, зелених зон, спортивних майданчиків та інших елементів середовища.



Рис. 2.3 Вигляд демонстраційної сцени ArchViz

Джерело: [створено автором]

ArchViz підхід дозволяє не лише показати, як виглядає академія, але й продемонструвати її просторову організацію, що важливо для майбутніх студентів, викладачів і гостей університету. Візуалізація створює ефект присутності, допомагає краще орієнтуватися на території та формує позитивне враження про навчальний заклад. Крім того, ArchViz у поєднанні з Unreal Engine 5 дає змогу оновлювати або розширювати модель у майбутньому - наприклад, додавати нові будівлі, змінювати ландшафт або інтегрувати інформаційні панелі.

Що стосується майбутніх перспектив розвитку, у планах проєкту передбачено можливість впровадження **Pixel Streaming** - технології, яка дозволяє передавати 3D-сцену користувачу через браузер без необхідності встановлення програмного забезпечення чи потужного обладнання. Іншими словами, обробка графіки виконується на сервері, а користувач бачить результат у режимі реального часу, подібно до потокового відео. Це відкриває нові можливості для доступності проєкту, адже ним можна буде користуватися навіть із мобільних пристроїв або слабших комп'ютерів.

Хоча Pixel Streaming поки не реалізований у поточній версії інтерактивного простору, його впровадження розглядається як стратегічна перспектива. У майбутньому це дозволить масштабувати проєкт, забезпечити одночасний доступ великої кількості користувачів та інтегрувати систему з вебплатформою

університету. Таким чином, проєкт зможе стати частиною офіційного цифрового середовища академії, доступного онлайн для вступників, студентів і партнерів.

Окремої уваги заслуговує **оптимізація продуктивності**. Для того щоб забезпечити стабільну роботу сцени, у процесі розробки використовувалися **Instanced Static Mesh (ISM)** та **Hierarchical Instanced Static Mesh (HISM)** - компоненти, які дозволяють ефективно копіювати однотипні об'єкти (дерева, вікна, лавки тощо) без надмірного навантаження на систему. Це дало змогу досягти плавності руху навіть у великих відкритих сценах із великою кількістю деталей.

З технічної точки зору проєкт також передбачає можливість подальшої інтеграції **інтерактивних елементів управління**, таких як інформаційні панелі, підказки, маршрути пересування або інтерактивні карти. Це може бути реалізовано через систему **User Interface (UI)**, яку Unreal Engine 5 підтримує на високому рівні. Інтерфейс дозволяє виводити на екран довідкову інформацію, імена об'єктів, опис аудиторій або навіть короткі історичні довідки про корпуси академії.

Ще однією причиною вибору Unreal Engine є його **універсальність і підтримка великої спільноти розробників**. Це дає можливість швидко знаходити рішення технічних проблем, використовувати готові плагіни або ресурси з Unreal Marketplace, а також отримувати консультації чи навчальні матеріали. Таким чином, проєкт не обмежується вузьким колом розробників, а може розвиватися колективно, із залученням студентів різних спеціальностей.

З точки зору освітнього процесу, робота з Unreal Engine 5 також має значну навчальну цінність. Вона дозволяє студентам ознайомитися з принципами побудови інтерактивних 3D-сцен, опанувати основи рівневого дизайну, а також зрозуміти, як поєднати естетичну складову з технічною. Це сприяє розвитку міждисциплінарних навичок - від архітектури до програмування й менеджменту проєктів.

У підсумку можна зазначити, що обрані технології забезпечують баланс між **візуальною якістю, функціональністю та можливістю масштабування**. Unreal

Engine 5 виступає основою для створення високореалістичного інтерактивного простору, ArchViz - забезпечує архітектурну точність і візуальну привабливість, а перспективна інтеграція Pixel Streaming відкриває шлях до розширення доступу та використання проєкту в онлайн-середовищі.

Усе це створює технічне та концептуальне підґрунтя для подальшого розвитку інтерактивного простору академії - від внутрішнього навчального ресурсу до повноцінного віртуального представництва університету, яке відобразатиме його інноваційність, відкритість і сучасний підхід до освіти.

#### **2.4. Аналіз ризиків та обмежень проєкту**

Розробка інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія» є складним проєктом, який поєднує технічні, організаційні, освітні та креативні складові. У процесі його реалізації виникають різноманітні ризики - від технічних проблем до комунікаційних труднощів у команді. Аналіз ризиків є важливим етапом управління, оскільки він дозволяє завчасно виявити потенційні проблеми, оцінити їхній вплив на результат і розробити механізми мінімізації. У межах цього проєкту ризики можна поділити на кілька основних груп: технічні, організаційні, кадрові, часові та фінансові.

Одним із ключових ризиків для подібних ІТ-ініціатив є **технічна складність реалізації**. Незважаючи на потужність Unreal Engine 5, робота з ним потребує значних знань у сфері графічного рендерингу, налаштування матеріалів, оптимізації сцен і створення інтерактивних механік. Будь-яка помилка або перевантаження сцени може призвести до падіння продуктивності або технічних збоїв. У процесі створення інтерактивного простору Академії це питання було особливо важливим, адже сцена охоплює значну територію, включно з корпусами, гуртожитками та внутрішніми просторами. Щоб зменшити ризик втрати стабільності, команда використовувала **Instanced Static Mesh (ISM)** та **Hierarchical**

**Instanced Static Mesh (ISM)**, що дозволило оптимізувати відтворення великої кількості однотипних об'єктів (дерева, ліхтарі, лавки тощо).

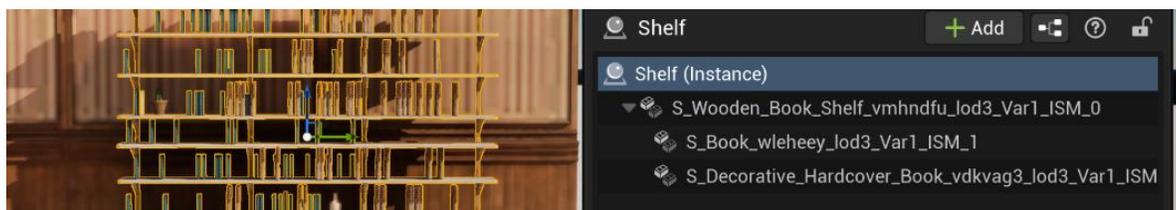


Рис. 2.4 Вигляд ієрархії об'єктів

Джерело: [створено автором]

Іншим аспектом технічного ризику є **апаратні обмеження**. Для розробки було використано лише два ноутбуки, придбані завдяки грантовому фінансуванню. Це створювало певні обмеження у швидкості рендерингу, тестуванні сцен і загальному часі обробки проєкту. У майбутньому, із розширенням функціоналу та впровадженням Pixel Streaming, постане потреба у більш потужному серверному обладнанні. Водночас на етапі поточної реалізації цей ризик частково мінімізується завдяки оптимізації сцен та використанню легких текстур і моделей.

Не менш суттєвим є **організаційний ризик**, який пов'язаний із координацією завдань у команді. Для його зниження було впроваджено сучасні інструменти управління - **Jira** та **Trello**, які дозволили структурувати процеси розробки, контролювати виконання завдань і відстежувати прогрес у реальному часі. Jira використовувалася для деталізації технічних завдань і фіксації багів, тоді як Trello - для більш візуального відображення етапів роботи та загальної координації. Такий підхід дав змогу підвищити прозорість процесів і уникнути ситуацій, коли окремі учасники працюють над несумісними або дубльованими елементами.

Однак навіть за наявності таких інструментів існує **ризик неузгодженості між виконавцями**. У проєктах, де беруть участь студенти або молоді спеціалісти, іноді виникають труднощі з дотриманням дедлайнів, стандартів якості або єдиної технічної бази. Для зниження цього ризику важливо налагодити систему внутрішнього контролю якості, проводити регулярні зустрічі команди, переглядати

прогрес і формувати короткі звіти. Також корисною є практика створення документації, у якій фіксуються всі технічні рішення, що спрощує подальший розвиток проєкту іншими учасниками.

**Кадрові ризики** у цьому випадку пов'язані не лише з кількістю учасників команди, але й з їхньою кваліфікацією. Частина студентів, які долучалися до роботи, не мала достатнього досвіду роботи з Unreal Engine 5 або з архітектурною візуалізацією. Це могло призвести до затримок у виконанні завдань або до необхідності повторного редагування вже зроблених елементів. У подібних ситуаціях важливою стратегією є внутрішнє навчання - проведення коротких воркшопів, обговорення прикладів і демонстрація найкращих практик. Також ефективним є принцип «менторства», коли досвідчені учасники консультують нових розробників. Такий підхід не лише зменшує ризики, а й сприяє професійному розвитку команди.

Наступною групою ризиків є **часові обмеження**. Оскільки проєкт створювався в рамках навчальної діяльності та грантової ініціативи, він мав чітко визначені часові межі. Поєднання роботи над проєктом із навчальним процесом, сесіями чи іншими обов'язками учасників створювало додатковий тиск на планування. Для зменшення цього ризику було розроблено календарний графік із чітким розподілом завдань і визначенням пріоритетів. Наприклад, спочатку реалізовувалися базові механіки управління камерою, навігації та взаємодії, тоді як додаткові функції (нічне освітлення, маршрути пересування) впроваджувалися на пізніших етапах. Така поетапна реалізація дала змогу уникнути перевантаження й забезпечити стабільну роботу основних елементів.

Серед **фінансових ризиків** основним чинником є відсутність стабільного джерела фінансування, окрім грантової підтримки. Проєкт розвивається переважно завдяки ентузіазму учасників, без постійного бюджету на оновлення техніки, закупівлю ліцензійного контенту або оренду серверів. Це створює ризик зупинки розвитку в разі виникнення потреби у фінансових вкладеннях. У перспективі

можливо розглянути варіант додаткового фінансування через партнерство з ІТ-компаніями, участь у конкурсах або нові грантові програми від Epic Games чи українських освітніх фондів.

Окремо слід згадати **ризик сумісності та масштабування**. У разі розширення проєкту (наприклад, додавання Pixel Streaming або інтеграції з вебсайтом академії) можуть виникнути проблеми із сумісністю поточних матеріалів, моделей чи коду. Тому важливо вже на ранніх етапах закладати модульну структуру проєкту - тобто створювати систему, у якій кожен елемент (управління, маршрути, UI, освітлення) є окремим компонентом, який можна оновлювати незалежно від інших. Такий підхід не лише мінімізує технічні ризики, а й забезпечує довготривалу гнучкість і стійкість системи.

Не менш важливо врахувати **ризик, пов'язані з якістю сприйняття користувачем**. Якщо інтерфейс або механіки управління будуть незручними, користувач може втратити інтерес до взаємодії. Тому необхідно тестувати проєкт на різних аудиторіях - як на студентських групах, так і серед абітурієнтів, для яких цей інструмент і створюється. Тестування допомагає виявити слабкі місця: надто складні елементи керування, повільну навігацію, зайве навантаження на систему чи перевантаження інформацією.

Крім того, варто зазначити **ризик інформаційного характеру**. У проєктах, які відображають реальні об'єкти, важливо дотримуватися актуальності даних. Якщо на території академії відбуваються зміни (реконструкція, будівництво, зміна розташування приміщень), модель потребує оновлення. Інакше існує ризик розбіжності між реальністю та цифровим простором. Для цього необхідно створити систему регулярного моніторингу та оновлення контенту, наприклад, раз на навчальний рік.

У підсумку можна зазначити, що реалізація інтерактивного простору «Острозької академії» передбачає різноманітні ризики, проте більшість із них можна контролювати завдяки правильному плануванню, використанню сучасних

інструментів управління (Jira, Trello), технічній оптимізації та постійному моніторингу результатів. Важливу роль відіграє також командна взаємодія, гнучкість у прийнятті рішень і поступовість у реалізації завдань.

Таким чином, аналіз ризиків дозволяє не лише передбачити потенційні труднощі, але й сформулювати чітке уявлення про те, як забезпечити **сталість, надійність і розвиток проєкту** в умовах обмежених ресурсів. Саме завдяки цьому інтерактивний простір академії може перетворитися на ефективний інструмент популяризації університету та сучасної освіти.

## **2.5. Планування ресурсів: кадрових, технічних і часових**

Планування ресурсів є одним із ключових етапів управління будь-яким ІТ або ArchViz-проєктом, адже саме від раціонального розподілу людських, технічних та часових ресурсів залежить якість і своєчасність його реалізації. Для проєкту створення інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія» планування ресурсів мало особливе значення, оскільки команда працювала в умовах обмеженого фінансування, поєднуючи навчальний процес із практичною розробкою.

Загальна мета етапу планування полягала у створенні системи, яка дозволила б максимально ефективно використати наявні можливості - людський потенціал, технічну базу, час і грантову підтримку - для досягнення конкретного результату: створення інтерактивного 3D-простору академії з позначеними корпусами, маршрутами та ключовими локаціями.

### **Кадрові ресурси**

Ключовим фактором успішної реалізації проєкту стала команда. До неї увійшли як викладачі, так і студенти, які працювали в межах навчально-дослідної діяльності. Структура команди мала чіткий розподіл ролей, що забезпечувало системність роботи та дозволяло уникати дублювання функцій.

Координатором проєкту виступав керівник - викладач спеціальності «Комп'ютерні науки», який відповідав за загальне управління, визначення етапів розробки, прийняття рішень щодо технологічних рішень і контроль якості. Його завдання включали також планування календарних термінів, узгодження проміжних результатів і забезпечення комунікації між учасниками.

Основну частину технічної роботи виконували **студенти-розробники**, які працювали над створенням і налагодженням механік управління, інтерактивних елементів, навігаційної системи та логіки поведінки користувача в середовищі. Вони використовували Unreal Engine 5, Blueprint-систему, а також інструменти для створення інтерфейсів користувача (UI).

Окрему роль відігравали **тестувальники та користувацька група** - студенти різних спеціальностей, які перевіряли працездатність проєкту на різних етапах, оцінювали зручність навігації, логіку переміщення між корпусами, коректність роботи денного та нічного освітлення. Їхні відгуки допомагали виявляти недоліки й оперативно вносити покращення.

Важливо зазначити, що проєкт реалізовувався не лише як практичний кейс, а й як навчальний процес. Це дозволяло студентам отримувати реальний досвід роботи в команді, планування спринтів, розподілу ролей і користування системами управління проєктами, такими як **Jira** та **Trello**. Таким чином, кадрова частина поєднувала дві функції - розробку продукту й розвиток професійних навичок учасників.

### **Технічні ресурси**

Попри обмежений бюджет, технічна база проєкту була організована раціонально. Основу становили **два ноутбуки**, придбані за рахунок грантового фінансування. Обидва пристрої мали достатню продуктивність для роботи з Unreal Engine 5, зокрема з його новими функціями Nanite і Lumen, хоча оптимізація залишалася критично важливим елементом роботи.

Зважаючи на апаратні обмеження, особливу увагу було приділено **оптимізації контенту**. Було прийнято рішення не використовувати надто складні або деталізовані 3D-моделі, які могли б перевантажити систему. Натомість перевага віддавалася ефективним рішенням - наприклад, застосуванню Instanced Static Mesh (ISM) і Hierarchical Instanced Static Mesh (HISM) для повторюваних об'єктів, таких як дерева, лавки, освітлювальні стовпи.

Для забезпечення стабільної роботи сцени використовувалися також **системи рівнів (Levels)** та **Level Streaming**, що дозволяло динамічно підвантажувати частини локації в міру руху користувача. Це дало змогу зменшити навантаження на пам'ять і відеокарту, зберігаючи при цьому візуальну якість проєкту.

Крім того, для зберігання та обміну файлами застосовувалися хмарні сервіси, зокрема **Google Drive** та **GitHub**, що дозволяло команді працювати синхронно, уникати втрати даних і мати доступ до актуальних версій проєкту.

З точки зору програмного забезпечення, основним інструментом був **Unreal Engine 5**, який забезпечував увесь цикл створення інтерактивного простору - від імпорту моделей до створення логіки управління. Також використовувалися допоміжні програми для роботи з текстурами (Substance Painter, Quixel Mixer) і для підготовки планів території (Blender, SketchUp, AutoCAD), якщо потрібно було уточнити геометрію або розміщення об'єктів.

Перспективним напрямом розвитку технічної бази є підготовка до **впровадження Pixel Streaming**, який у майбутньому дозволить користувачам взаємодіяти з проєктом безпосередньо через браузер. Це потребуватиме виділеного сервера та стабільного каналу зв'язку, однак надасть можливість демонструвати проєкт великій кількості користувачів одночасно, у тому числі вступникам, які перебувають за межами України.

### **Часові ресурси**

Планування часу відіграло вирішальну роль у проєкті, оскільки його реалізація відбувалася паралельно з навчальним процесом, а команда складалася

переважно зі студентів. У зв'язку з цим було необхідно створити **чіткий графік виконання робіт**, який би враховував академічне навантаження, періоди сесій та інші навчальні обставини.

Проект було розділено на кілька основних етапів:

**1. Підготовчий етап (1 місяць):**

аналіз вимог, визначення цілей, збір вихідних матеріалів (плани корпусів, фото території, карти маршрутів). На цьому етапі також формувалася команда та обиралися інструменти для управління - Jira і Trello.

**2. Етап розробки механік управління (2–3 місяці):**

створення базових механік руху камери, навігації між локаціями, реалізація інтерфейсу вибору корпусів і маршруту пересування. Основна увага приділялася стабільності сцени, плавності камери та інтуїтивності управління.

**3. Етап інтеграції освітлення та інформаційних елементів (1–2 місяці):**

розробка системи денного й нічного освітлення, розміщення підказок і позначок на об'єктах. Було створено кілька сценаріїв освітлення, щоб користувач міг бачити територію академії в різних умовах.

**4. Тестування і доопрацювання (1 місяць):**

залучення студентів і викладачів для перевірки функціональності, зручності навігації, коректності маркування корпусів. За результатами тестування вносилися зміни до логіки управління та швидкодії.

**5. Фінальний етап (1 місяць):**

підготовка презентаційної версії, оформлення документації, опис механік і планів розвитку проєкту (зокрема перспективу Pixel Streaming).

У результаті було створено інтерактивний простір, який можна розвивати поступово, без необхідності повної реконструкції системи. Такий підхід відповідає гнучким принципам управління проєктами (Agile), що дозволяє реагувати на нові завдання чи зміни без суттєвого впливу на загальну структуру.

## **Взаємозв'язок ресурсів**

Особливість цього проєкту полягає в тому, що **усі три типи ресурсів - кадрові, технічні й часові - тісно взаємопов'язані**. Обмежена технічна база впливала на часові рамки виконання завдань, тоді як кадровий склад, який одночасно навчався, вимагав гнучкого планування. Водночас мотиваційна складова, пов'язана з грантом і можливістю створити реальний продукт для університету, допомагала підтримувати високу залученість учасників.

Для ефективної координації цих факторів використовувалася **канбан-система** в Trello, яка дозволяла бачити поточні завдання, статус виконання та відповідальних осіб. Це сприяло прозорості процесів, командній взаємодії та поступовому досягненню цілей.

Планування ресурсів у межах проєкту створення інтерактивного простору «Острозької академії» довело, що навіть за умов обмежених фінансових і технічних можливостей можливо досягти високих результатів за рахунок чіткої організації, командної взаємодії та системного підходу. Раціональний розподіл часу, грамотне використання наявної техніки та мотивована команда дали змогу реалізувати проєкт, який поєднує освітню, презентаційну та технологічну функції.

## **Висновки до розділу 2**

Проведений аналіз і обґрунтування проєкту створення інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія» показали, що реалізація такого завдання є важливим кроком у напрямі цифровізації освітнього середовища та популяризації університету серед абітурієнтів. Створення інтерактивної 3D-моделі території академії дозволяє не лише візуалізувати навчальний простір, а й забезпечити зручну навігацію, ознайомлення з корпусами, аудиторіями та інфраструктурою в доступному й сучасному форматі.

У процесі роботи було визначено цілі проєкту, сформульовано завдання, обґрунтовано вибір технологій та методів реалізації. Особливу увагу приділено застосуванню Unreal Engine 5 як основного інструменту для створення інтерактивного середовища, що забезпечує високу якість візуалізації та гнучкість у налаштуванні сцен. Важливим аспектом стала також оптимізація технічних ресурсів і розробка структури, яка дозволяє надалі розширювати проєкт, зокрема шляхом інтеграції технології Pixel Streaming.

Кадрове планування показало ефективність командної моделі, у якій поєднуються навчальні та практичні аспекти. Студенти змогли здобути реальний досвід роботи з сучасними технологіями, а університет отримав інноваційний інструмент для презентації свого простору.

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ МЕХАНІК УПРАВЛІННЯ ІНТЕРАКТИВНИМ ПРОСТОРОМ

#### 3.1. Архітектура інтерактивної системи в Unreal Engine

Архітектура інтерактивної системи у проєкті створення цифрового простору Національного університету «Острозька академія» була спроектована з урахуванням принципів модульності, масштабованості та зручності подальшої розробки. Основною метою побудови архітектури стало забезпечення стабільної роботи проєкту, логічної організації взаємодії між об'єктами сцени та реалізації систем управління, які дозволяють користувачеві інтуїтивно пересуватись територією академії.

Для розробки проєкту було використано **Unreal Engine 5** - сучасний рушій, що надає широкі можливості для створення інтерактивних середовищ, візуалізації великих територій і побудови складних логічних систем без необхідності програмування на низькому рівні. Завдяки використанню **Blueprint-системи**, архітектура проєкту реалізована у вигляді взаємопов'язаних компонентів, кожен із яких відповідає за певний аспект функціонування інтерактивного простору.

Умовно систему можна поділити на декілька основних шарів:

1. **Рівень візуалізації середовища** - містить усі 3D-моделі корпусів, доріжок, ландшафту, рослинності та допоміжних об'єктів. Цей рівень забезпечує візуальну складову сцени, у якій користувач здійснює навігацію.
2. **Рівень логіки взаємодії** - відповідає за роботу механік управління камерою, пересування користувача, вибір об'єктів і взаємодію з ними. У цьому шарі реалізовано основну поведінку системи, включно з логікою натискань, підсвічуванням активних елементів і викликом інформаційних вікон.

3. **Інтерфейсний рівень (UI)** - забезпечує відображення інформаційних панелей, мапи території, іконок корпусів та підказок для користувача. Інтерфейс створено з акцентом на зрозумілу візуальну структуру й мінімалістичний дизайн, що не перевантажує екран.
4. **Системний рівень оптимізації та менеджменту сцен** - відповідає за розподіл навантаження, керування LOD-моделями, світлом і потоковим завантаженням контенту. Така структура дозволяє зберегти високу продуктивність навіть на комп'ютерах із середніми технічними характеристиками.

Особливістю архітектури цього проєкту є **відокремлення механік управління від візуального контенту**. Усі об'єкти сцени мають універсальні параметри, які можуть бути змінені без потреби втручання в загальну логіку. Це дозволяє легко оновлювати або замінювати окремі елементи (наприклад, корпуси чи інтер'єри), не порушуючи функціональність системи.

Ключовим елементом у реалізації управлінської логіки є **Blueprint Actor-компоненти**, що дозволяють створювати кастомні класи об'єктів із власними властивостями та поведінкою. Наприклад, кожен корпус академії має свій Blueprint-об'єкт, який містить посилання на відповідні матеріали, назву, опис, координати на мапі та функцію виклику інформаційного вікна при натисканні. Такі рішення значно спрощують управління великими сценами й забезпечують узгодженість у взаємодії між різними частинами системи.

Окрему увагу в архітектурі проєкту приділено **навігаційній логіці**, яка базується на системі точок маршруту (Waypoint System). Кожен маршрут між корпусами чи гуртожитками представлений у вигляді набору координат, між якими камера чи користувач може плавно переміщуватись. Для зручності орієнтації на території використано візуальні маркери, які підсвічують можливі напрями руху. У подальшому ця система може бути розширена до повноцінної системи вільного пересування або навіть інтерактивного гіда.

Архітектурна структура також передбачає можливість **розширення проєкту за рахунок майбутньої інтеграції Pixel Streaming**, що дозволить запускати інтерактивну сцену безпосередньо в браузері, забезпечуючи доступ користувачів без встановлення додаткового програмного забезпечення. Хоча ця технологія поки перебуває на етапі планування, архітектура системи вже передбачає необхідні параметри для її впровадження.

Таким чином, побудована архітектура інтерактивного простору є не лише технічно ефективною, а й логічно продуманою з точки зору користувацького досвіду. Вона забезпечує баланс між стабільністю, гнучкістю й можливістю подальшого розвитку проєкту. Використання Unreal Engine 5 у поєднанні з Blueprint-підходом дало змогу створити систему, яку можна масштабувати, оптимізувати та доповнювати новими функціями без значних витрат часу й ресурсів.

### **3.2. Реалізація системи навігації користувача (рух між корпусами, позначення маршрутів)**

Одним із ключових елементів інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія» є система навігації користувача, яка забезпечує можливість інтуїтивного пересування територією навчального закладу, орієнтацію в просторі та ознайомлення з об'єктами інфраструктури. Реалізація цієї системи в межах проєкту мала на меті створення логічно зрозумілого, зручного та технічно стабільного механізму, який дозволяє користувачеві взаємодіяти з простором без спеціальної підготовки або знання програмних інструментів.

На початковому етапі проєктування було проведено аналіз території університету з урахуванням розташування головних корпусів, гуртожитків, бібліотеки, спортивних та адміністративних приміщень. На основі цього було побудовано **навігаційну карту**, яка визначає основні маршрути пересування між

локаціями. Головна ідея полягала в тому, щоб користувач міг «прогулятися» територією академії у віртуальному просторі та при цьому швидко орієнтуватися у взаємному розташуванні об'єктів.

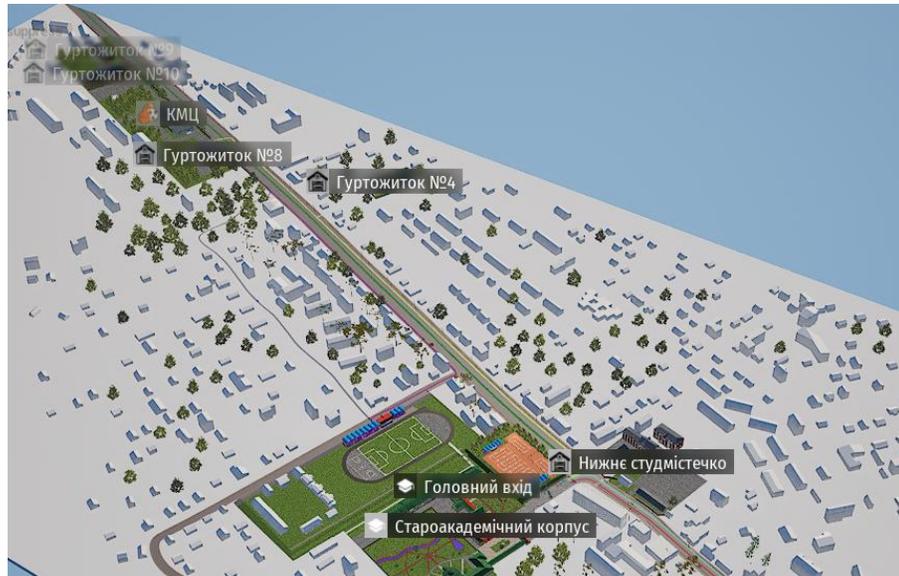


Рис. 3.1 Навігаційна карта території

Джерело: [створено автором]

Система навігації базується на **поєднанні двох основних механізмів:**

1. **Маршрутна система (Waypoint Navigation)** - забезпечує переміщення користувача або камери між задалегідь заданими точками. Ці точки відповідають ключовим об'єктам: головному корпусу, навчальним будівлям, гуртожиткам, бібліотеці тощо. Користувач може обирати бажаний напрям, після чого камера плавно переміщується по визначеній траєкторії.
2. **Інтерактивна система позначок (Interactive Markers)** - кожен об'єкт або корпус має свій інтерактивний маркер, який можна активувати. При натисканні маркера користувач отримує коротку довідку або інформаційне вікно, де вказано назву будівлі, її призначення, а також можливість перейти до перегляду іншої локації.

Така реалізація дозволяє уникнути перевантаження сцени складними алгоритмами руху, водночас зберігаючи реалістичність пересування. Важливо, що

всі переходи між точками здійснюються з **використанням плавної інтерполяції (Lerp-функцій)**, що створює ефект природного руху камери. Це рішення покращує сприйняття простору користувачем, оскільки дозволяє візуально стежити за зміною позиції без різких стрибків або зміщень.

Окрему увагу в процесі реалізації системи навігації приділено **зручності користувацької взаємодії**. Інтерфейс управління було спроектовано так, щоб користувач міг обирати потрібну локацію за допомогою простих дій - натискання миші або клавіші. У перспективі планується додати **мінімалістичну карту** у вигляді панелі UI, де будуть відображені всі доступні точки пересування. Це дозволить швидко перемикатися між корпусами без необхідності проходити маршрути вручну.

Технічно система навігації реалізована за допомогою **Blueprint Actor-компонентів**, які відповідають за:

- визначення координат кожної точки маршруту;
- побудову логічних зв'язків між ними;
- виклик анімації руху камери;
- обробку натискань користувача та виклик відповідних подій.

Завдяки такому підходу кожна точка маршруту є самостійним об'єктом із власними властивостями. Це дозволяє легко додавати нові локації або змінювати існуючі без необхідності переробки всієї системи.

Для підвищення інформативності навігації реалізовано **систему підсвічування активних елементів**, яка візуально підказує користувачеві, які об'єкти можна відкрити або переглянути. Це досягнуто за рахунок зміни матеріалу або появи ефекту емісії при наведенні курсора. Такий прийом не лише покращує естетичне сприйняття, а й підвищує зручність користування.



Рис. 3.2 Навігаційна карта корпусів

Джерело: [створено автором]

Важливою частиною системи є **позначення маршрутів**. Кожен маршрут між корпусами візуалізується лінією або світловим маркером, що підкреслює напрям руху. Для цього було створено спеціальний матеріал з ефектом руху світлової хвилі, який вказує шлях користувачеві. Це рішення поєднує естетику та функціональність - користувач не лише бачить, куди може рухатись, а й сприймає маршрут як частину інтерактивного середовища.



Рис. 3.3 Позначені маршрути на карті

Джерело: [створено автором]

Крім основних маршрутів між корпусами, у системі передбачено **допоміжні точки зупинок (Intermediate Waypoints)**, які дозволяють зробити навігацію більш деталізованою. Наприклад, користувач може зупинитися біля головного входу, оглянути пам'ятник або перейти на територію біля гуртожитків. Це створює ефект занурення та дає змогу вільніше ознайомитися з усією територією університету.

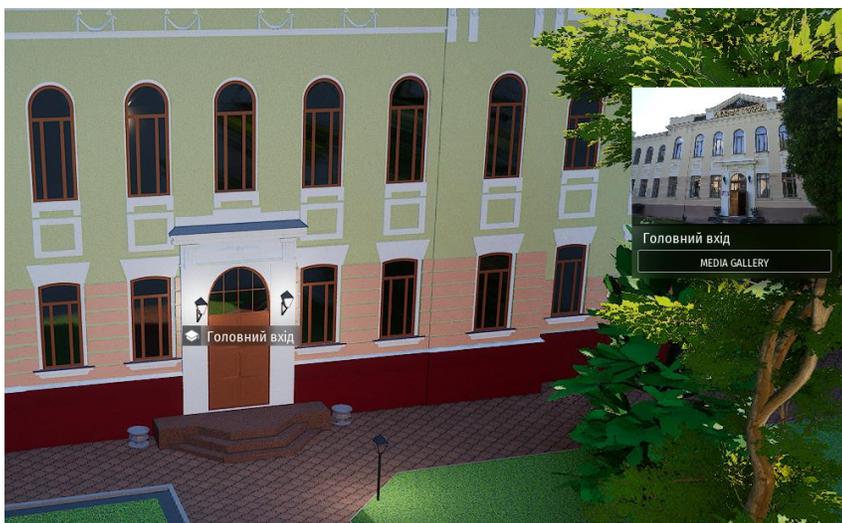


Рис. 3.4 Допоміжна точка (Головний вхід)

Джерело: [створено автором]

З технічного боку важливою задачею стало **забезпечення стабільної роботи системи при великій кількості маршрутів і точок**. Для цього була застосована система **Instanced Static Mesh (ISM)**, яка оптимізує відображення повторюваних елементів, таких як маркери чи маршрути. Це значно зменшує навантаження на графічний процесор і забезпечує плавну роботу навіть у складних сценах.

На етапі тестування система навігації перевірялася на зручність користування, логічність маршрутизації та відсутність технічних збоїв. Випробування показали, що користувачі швидко адаптуються до управління, а інтерфейс сприймається інтуїтивно. Навіть користувачі, які не мають досвіду роботи з інтерактивними 3D-середовищами, легко розуміють, як обирати об'єкти та переміщуватися між ними.

Перспективним напрямом розвитку є **впровадження інтелектуальної навігації**, де користувач зможе не лише обирати точки вручну, а й задавати запити типу «показати маршрут до гуртожитку №2» або «знайти бібліотеку». Це може бути реалізовано через додатковий інтерфейс або голосове керування.

Таким чином, реалізована система навігації є важливим структурним елементом усього проєкту. Вона поєднує логіку руху, візуальну інформативність і

простоту використання, забезпечуючи комфортне ознайомлення з простором «Острозької академії». Завдяки модульній побудові, навігаційна система може бути легко вдосконалена або інтегрована з майбутніми функціями, такими як Pixel Streaming чи віртуальні тури. Її розробка стала прикладом ефективного поєднання технічної реалізації та користувацько-орієнтованого підходу, що відповідає сучасним тенденціям розвитку інтерактивних 3D-рішень в освітній сфері.

### 3.3. Механіка відображення інформації про корпуси, гуртожитки та аудиторії

Одним із ключових елементів інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія» є система відображення інформації про об'єкти кампусу - навчальні корпуси, гуртожитки, аудиторії, бібліотеки, лабораторії, спортивні зали тощо. Метою цієї системи є не лише передати архітектурну достовірність території, а й створити зручний інструмент для користувачів, який дозволяє швидко орієнтуватися у структурі університету.



Рис. 3.5 Позначені маршрути на карті

Джерело: [створено автором]

Розробка даної механіки передбачала створення спеціальної інформаційної системи, яка поєднує в собі 3D-моделі об'єктів та інтерактивні елементи інтерфейсу користувача (UI). Усі дані були структуровані відповідно до типів об'єктів:

- **Навчальні корпуси** - містять інформацію про факультети, розклад занять, аудиторії та адміністративні підрозділи.

- **Гуртожитки** - включають відомості про умови проживання, поверхові плани, кількість кімнат і контактні дані комендантів.
- **Аудиторії** - відображають номер, місткість, наявність обладнання (мультимедійні дошки, проєктори, комп'ютери), а також фотографії інтер'єрів для точнішої візуалізації.

### Архітектура інформаційної системи

Основу механіки складає спеціально створений **Blueprint Actor**, який прив'язується до кожного об'єкта на сцені (корпусу або будівлі). Цей Actor містить набір параметрів, таких як назва, опис, фото, координати на карті та посилання на додаткові матеріали. Під час наведення курсору або кліку на об'єкт система викликає відповідний **UI Widget**, який виводить структуровану інформацію у вигляді спливаючого вікна.

Для зручності взаємодії була реалізована **система категоризації даних**. Користувач може обирати, яку інформацію переглядати: лише навчальні корпуси, тільки гуртожитки або всі об'єкти одночасно. Це особливо важливо для нових студентів, абітурієнтів чи відвідувачів університету, які вперше знайомляться з територією.

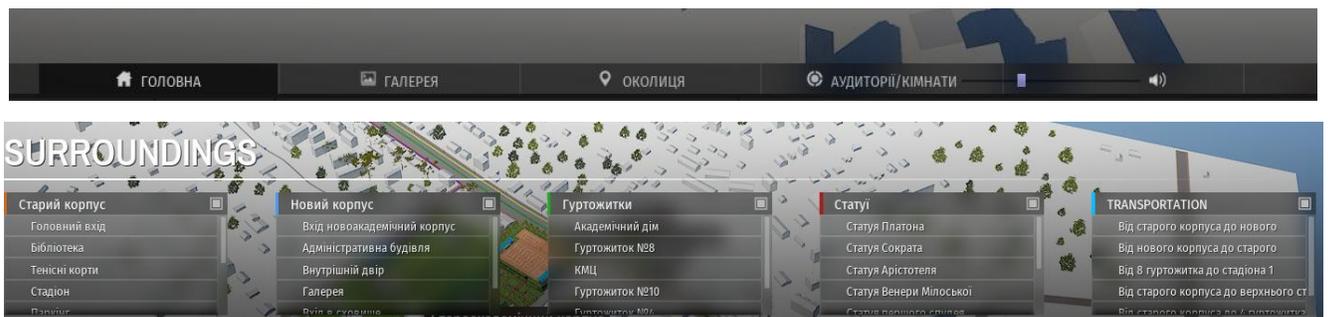


Рис. 3.6 Категоризація даних

Джерело: [створено автором]

## Реалізація інтерфейсу користувача

Інтерфейс створювався у **Unreal Motion Graphics (UMG)** із дотриманням принципів інтуїтивності та простоти. Для збереження стилістичної єдності проєкту використовувалися елементи, що відповідають фірмовому стилю Острозької академії: кольори, шрифти, логотипи. Інформаційні панелі були поділені на логічні блоки:

1. **Назва об'єкта** - велика шапка з іконкою типу об'єкта (будівля, гуртожиток, аудиторія).
2. **Основна інформація** - короткий опис, рік побудови, призначення, факультети чи підрозділи.
3. **Мультимедійний блок** - галерея зображень або відеоогляд інтер'єру.
4. **Інтерактивні кнопки** - "Переглянути на карті", "Прокласти маршрут", "Повернутися до головного меню".

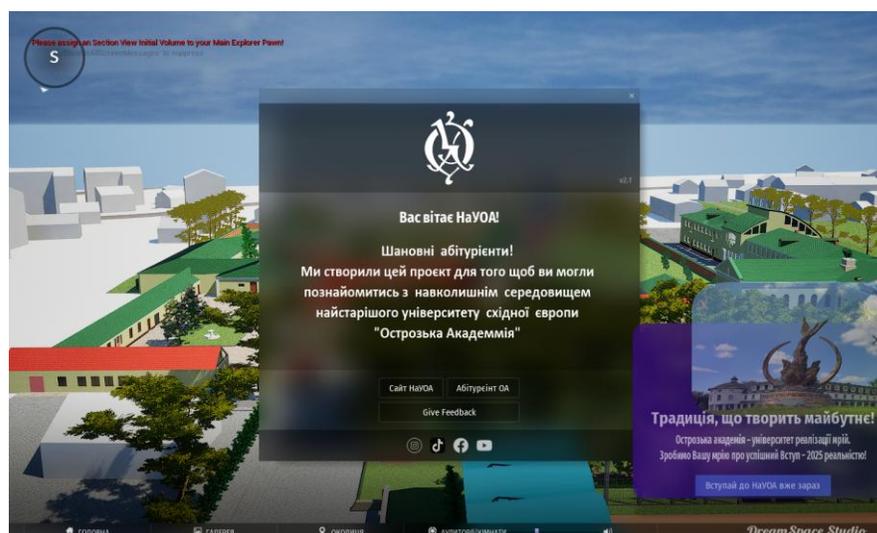


Рис. 3.7 Демонстрація інтерфейсу

Джерело: [створено автором]

## Інтеграція з навігаційною системою

Механіка відображення інформації тісно інтегрована з **системою навігації**, описаною у попередніх підрозділах. Користувач може натиснути кнопку «Прокласти маршрут» безпосередньо з інформаційної панелі, після чого система

будує шлях до вибраного об'єкта та відображає його на карті університету. Це створює ефект живої взаємодії та підвищує рівень зручності користування.

Додатково реалізована функція **динамічного маркування**: під час перегляду певного корпусу або гуртожитку він підсвічується, а інші будівлі стають менш контрастними, щоб користувач міг краще сфокусувати увагу.

### Технічна реалізація

З технічного боку система побудована на основі **Blueprint-компонентів**, що дозволяє легко оновлювати інформацію без редагування основного коду. Для зберігання текстових даних і посилань на медіафайли використовується **Data Table** - таблиця з полями для кожного об'єкта. Це забезпечує централізоване керування контентом: у разі зміни інформації про корпус або аудиторію оновлення відображається автоматично у всіх відповідних місцях.

Додатково створено **систему фільтрації та пошуку**, яка дозволяє знаходити потрібний корпус або аудиторію за назвою, типом чи ключовим словом. Це робить систему придатною для використання не лише як ознайомчий матеріал, а й як довідковий каталог університету.

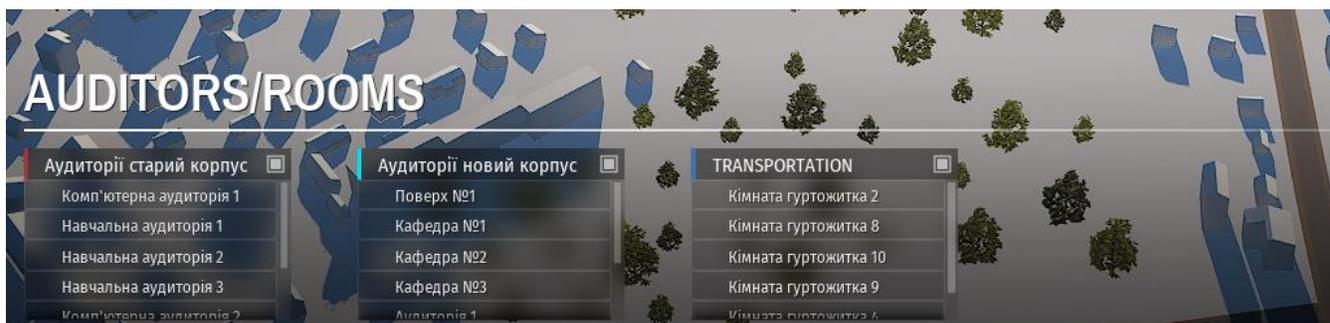


Рис. 3.8 Система фільтрації та пошуку

Джерело: [створено автором]

### Перспективи розвитку

У майбутньому планується розширення можливостей цієї системи, зокрема:

- **інтеграція з онлайн-розкладом занять**, що дозволить студентам переглядати, у якій аудиторії проходить пара;

- додавання **3D-оглядів внутрішніх приміщень** (інтерактивні тури аудиторій, бібліотек, лабораторій);
- **підтримка піксельстрімінгу**, що дасть змогу переглядати інтерактивний простір через браузер без встановлення програми;
- **система адміністрування**, де працівники університету зможуть самостійно оновлювати інформацію через зручний інтерфейс.

Таким чином, механіка відображення інформації про корпуси, гуртожитки та аудиторії є центральним елементом інтерактивного простору Острозької академії. Вона не лише візуалізує об'єкти в реалістичному середовищі, а й надає структуровану інформацію, яка допомагає користувачам швидко орієнтуватися на території. Система побудована на принципах гнучкості, інтерактивності та масштабованості, що дозволяє легко оновлювати контент і розширювати функціонал у майбутньому. Завдяки цьому проєкт може слугувати не лише навчальним і презентаційним інструментом, а й основою для подальшої цифрової трансформації університету.

### **3.4. Система денного і нічного освітлення**

Система денного і нічного освітлення є одним із найважливіших елементів візуальної частини інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія». Вона безпосередньо впливає на сприйняття середовища, формує атмосферу та забезпечує реалістичність зображення, створюючи ефект занурення користувача в модель університетського кампусу. Реалізація цієї системи в Unreal Engine дозволила досягти високого рівня фотореалізму та динамічності освітлення, яке змінюється в залежності від часу доби.

#### **Концепція системи освітлення**

Мета створення системи освітлення - передати природну зміну дня і ночі, а також показати, як виглядає територія академії у різних умовах освітлення. Денне

світло має передавати атмосферу звичного робочого дня - яскраве сонячне освітлення, чіткі тіні, відблиски на скляних поверхнях вікон. Нічний режим, у свою чергу, відтворює спокійну вечірню обстановку з вуличним освітленням, м'якими тінями та теплими тонами ліхтарів.

Така система дозволяє користувачеві оцінити архітектуру будівель у різних умовах освітлення, що особливо важливо при демонстрації архітектурних рішень або при створенні рекламних і ознайомчих матеріалів.

### Технічна реалізація в Unreal Engine

Реалізація системи освітлення виконана на основі інструментів **Unreal Engine 5** із використанням компонентів **Directional Light**, **Sky Atmosphere**, **Sky Light**, **Volumetric Clouds**, **Exponential Height Fog** та **Post Process Volume**. Основний елемент - **Directional Light**, який виконує роль сонця. Його положення у просторі визначає напрям падіння світла та довжину тіней.

Для створення реалістичного денного неба використано **Sky Atmosphere**, який дозволяє симулювати кольірне розсіювання світла в атмосфері, залежно від положення сонця. Компонент **Sky Light** додає глобальне освітлення, що заповнює тіні м'яким світлом, і робить зображення природним навіть у затемнених ділянках.

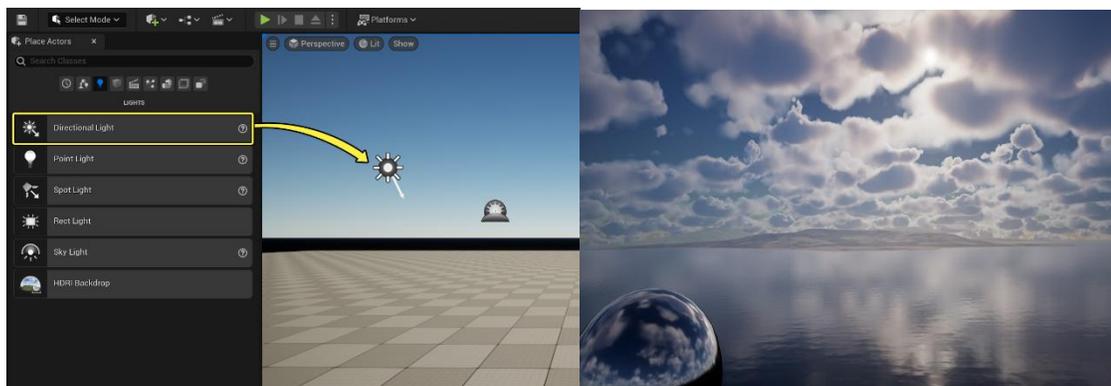


Рис. 3.9 Реалізоване небо та світло

Джерело: [створено автором]

Нічний режим реалізовано через динамічну зміну параметрів освітлення. Під час переходу до вечора інтенсивність сонячного світла зменшується, кольори

стають холоднішими, а на сцені активуються джерела штучного освітлення - **Point Light** та **Spot Light**. Для ліхтарів, фасадного та інтер'єрного освітлення використано світильники з теплими відтінками (жовто-оранжевими), які створюють затишну атмосферу.

Додатково було використано **Post Process Volume** для регулювання експозиції, контрасту та кольорового тону зображення. Це дозволило досягти плавного переходу між денним і нічним режимами без різких змін яскравості чи насиченості кольорів.

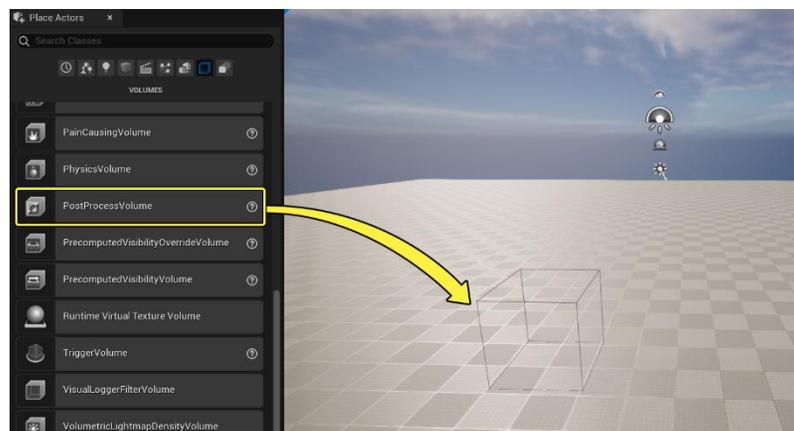


Рис. 3.10 Регулювання експозиції

Джерело: [створено автором]

### Система зміни часу доби

Для того щоб користувач міг самостійно перемикаати режими або спостерігати поступову зміну освітлення, була розроблена **Blueprint-система керування часом доби**.

У ній реалізовано такі режими:

- **День** - яскраве природне освітлення, високе положення сонця, мінімальний рівень туману;
- **Вечір** - теплі кольори неба, зменшена інтенсивність світла, активовані ліхтарі;

- **Ніч** - відсутність сонячного світла, темне небо, активні джерела штучного освітлення;
- **Ранок** - плавний перехід до денного освітлення з м'яким туманом і розсіяним світлом.

Завдяки використанню **Timeline** у Blueprint можна поступово змінювати положення сонця на небі, регулювати інтенсивність освітлення та колір неба, створюючи ефект повного добового циклу. Це рішення робить сцену більш динамічною та «живою».

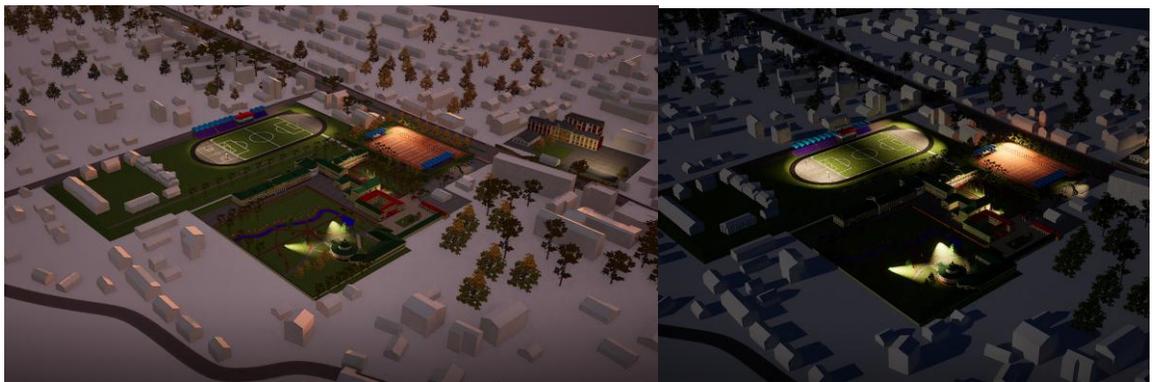


Рис. 3.11 Реалізація нічного освітлення

Джерело: [створено автором]

### Освітлення інтер'єрів і фасадів

Окрему увагу приділено освітленню всередині будівель. У вікнах корпусів застосовано **емісійні матеріали**, які імітують світло, що виходить із приміщення. Завдяки цьому під час нічного режиму користувач бачить «освітлені» вікна, що додає реалістичності та візуальної глибини.

Фасадне освітлення налаштовано з урахуванням архітектурних особливостей будівель - підсвічуються колони, арки, центральні входи та логотипи факультетів. Це створює ефект презентаційної підсвітки, що підкреслює естетику архітектури університету.



Рис. 3.12 Налаштоване освітлення

Джерело: [створено автором]

### Оптимізація та продуктивність

Оскільки система освітлення має значний вплив на продуктивність, велика увага приділялася оптимізації. Зокрема:

- Використано **Lumen Global Illumination**, що дозволяє отримати якісне динамічне освітлення без необхідності попереднього запікання світла (Lightmass).
- Для далеких джерел освітлення застосовано **Distance Field Shadows**, що зменшує навантаження на GPU.
- Непотрібні джерела світла автоматично вимикаються поза полем зору камери, що підвищує FPS під час навігації сценою.

Такі рішення забезпечили стабільну роботу проєкту навіть на середніх комп'ютерних конфігураціях без втрати якості візуального відтворення.

### Перспективи розвитку

У майбутніх оновленнях планується додати:

- **реалістичні погодні ефекти** (дощ, сніг, хмарність, туман), що впливатимуть на освітлення та атмосферу сцени;
- **синхронізацію часу доби з реальним годинником**, щоб користувачі могли спостерігати стан території відповідно до поточного часу;

- **режим кінематографічного освітлення** для створення промоційних відеороликів та презентацій.

Система денного і нічного освітлення стала одним із визначальних аспектів у створенні інтерактивного простору Острозької академії. Вона не лише підвищує візуальну привабливість сцени, а й виконує функцію демонстрації архітектурних об'єктів у різних умовах освітлення. Завдяки використанню технологій Unreal Engine 5, динамічного освітлення та системи зміни часу доби вдалося досягти реалістичності, глибини та атмосфери, які наближають цифрову модель академії до справжнього середовища. Така система є важливим кроком у розвитку інтерактивних архітектурних проєктів, забезпечуючи баланс між естетикою, функціональністю та технічною ефективністю.

### **3.5. Створення логіки взаємодії користувача з об'єктами (Blueprint Actor, UI-елементи)**

Одним із ключових аспектів створення інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія» стало проєктування системи взаємодії користувача з об'єктами середовища. Основна мета полягала у тому, щоб забезпечити не просто огляд тривимірної сцени, а створити можливість для активної взаємодії - перегляду інформації про будівлі, навігації територією, активації підказок та елементів інтерфейсу. Це дозволило зробити проєкт не просто візуальною демонстрацією, а повноцінним інформаційно-освітнім продуктом.

#### **Концепція взаємодії користувача**

Основна концепція взаємодії базується на принципі інтуїтивності та простоти. Користувач має змогу самостійно пересуватись територією академії, досліджуючи корпуси, гуртожитки, аудиторії та інші об'єкти. При наведенні курсора або камери на будівлю з'являється коротка інформація про неї: назва

корпусу, його призначення, основні підрозділи, які там розміщені. Якщо користувач натискає на об'єкт - відкривається розширене інформаційне вікно у вигляді **UI-панелі** з детальними відомостями та зображеннями.

Для реалізації цієї системи було використано комбінацію **Blueprint Actor** для інтерактивних об'єктів та **Widget Blueprint** для візуальних елементів інтерфейсу. Такий підхід дозволив уникнути необхідності програмування мовою C++, забезпечуючи гнучкість і швидкість розробки механік.

### **Реалізація взаємодії через Blueprint Actor**

Кожен корпус, гуртожиток чи інший об'єкт на сцені має свій **Actor Blueprint**, який відповідає за його поведінку при взаємодії з користувачем. У межах Blueprint реалізовано кілька основних функцій:

#### **1. Активація інформаційного вікна (Click Event):**

При натисканні на об'єкт відбувається передача даних до системи інтерфейсу (UI), яка відкриває панель з інформацією. Для цього використовується функція **Create Widget** з передачею структурованих даних (назва корпусу, опис, фото, контакти).

#### **2. Зміна стану об'єкта:**

Об'єкти мають кілька станів - неактивний, виділений, активний. Залежно від стану, вмикаються або вимикаються певні візуальні ефекти. Такий підхід дає змогу користувачу не губитись під час навігації та чітко розуміти, з яким об'єктом він наразі взаємодіє.

### **UI-елементи та інформаційна панель**

Користувацький інтерфейс є ключовим елементом, який забезпечує комунікацію між користувачем і системою. Візуальні елементи створювалися за допомогою **Widget Blueprint** і мають просту, мінімалістичну структуру, що не відволікає увагу від тривимірної сцени.

Основні елементи інтерфейсу включають:

- **Інформаційне вікно об'єкта** - містить назву, короткий опис, фотографію, а також кнопку «Детальніше», яка відкриває розширену інформацію.

- **Панель часу доби** - дозволяє вручну перемикати денний та нічний режим освітлення.

- **Кнопка «Повернутись на головну позицію»** - швидке повернення камери до стартової точки.

Для інтеграції UI з логікою Acor використовується система подій (Event Dispatchers), що забезпечує зв'язок між 3D-об'єктами та інтерфейсом без необхідності складного програмування.

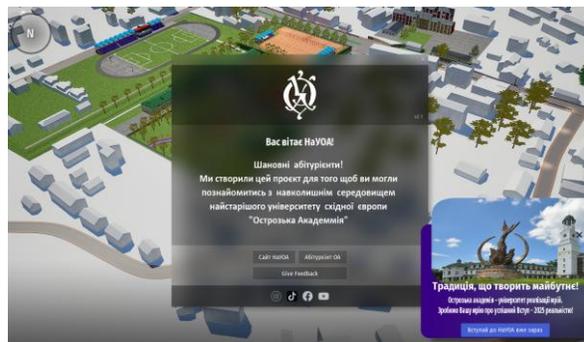


Рис. 3.13 Система подій

Джерело: [створено автором]

### Організація даних про об'єкти

Щоб спростити керування інформацією про корпуси, гуртожитки та аудиторії, було створено спеціальну **Data Table** на основі структури (**Struct**) у Blueprint. Кожен запис таблиці містить такі поля:

- Назва об'єкта;
- Короткий опис;
- Зображення або іконка;

Завдяки цьому будь-які зміни у контенті можна вносити централізовано, без потреби редагувати окремі Acor-Blueprint'и. Це особливо важливо при масштабуванні проєкту - наприклад, у майбутньому, коли буде додано нові будівлі або функції.

## Використання анімацій та візуальних ефектів

Для підвищення візуальної привабливості взаємодії використовуються анімації - плавне з'явлення панелей, прозорість, підсвічування, а також ефекти появи маркерів на маршрутах. Анімаційна система реалізована за допомогою **Widget Animations** та **Timeline** у Blueprint.

Це робить інтерфейс «живим» і приємним для користувача, наближаючи його до сучасних стандартів взаємодії у візуалізаційних та ігрових продуктах.

## Тестування і юзабіліті

Після реалізації системи взаємодії проводилося тестування користувацького досвіду. Основна увага приділялась перевірці зручності управління камерою, читабельності текстів, швидкості реакції інтерфейсу та інтуїтивності дій. Було виявлено, що найбільш ефективною моделлю є комбінація мінімалістичного інтерфейсу з контекстними підказками - тобто UI з'являється лише тоді, коли користувач виконує певну дію або наводить камеру на об'єкт.

За підсумками тестування систему було оптимізовано:

- зменшено кількість активних UI-елементів на екрані;
- оптимізовано відображення текстур у віджетах;
- покращено синхронізацію між взаємодією та камерою.

У підсумку хочу додати що створення системи взаємодії користувача з об'єктами стало центральним елементом інтерактивного простору НаУ «Острозька академія». Завдяки використанню Blueprint Actor і UI-елементів вдалося реалізувати зручну, інтуїтивну та гнучку систему, яка надає користувачам можливість досліджувати територію академії, отримувати інформацію про корпуси та гуртожитки, а також взаємодіяти з цифровим простором у природний спосіб. Ця частина проєкту є прикладом ефективного поєднання технічних можливостей Unreal Engine 5 та принципів UX/UI-дизайну, що забезпечує високий рівень залучення користувача і робить віртуальний простір академії доступним, пізнавальним і сучасним.

### 3.6. Оптимізація продуктивності та тестування функціоналу

Оптимізація продуктивності є одним із найважливіших етапів розробки інтерактивного середовища, адже саме від неї залежить комфорт користувача, швидкість завантаження та стабільність роботи проекту. У випадку інтерактивної моделі території Національного університету «Острозька академія», створеної в Unreal Engine 5, процес оптимізації проводився комплексно, охоплюючи як технічні, так і візуальні аспекти.

Першим кроком стала **оцінка продуктивності сцени** - вимірювання частоти кадрів (FPS), завантаження графічного процесора (GPU) та центрального процесора (CPU), обсягу використаної пам'яті та часу рендерингу. На основі отриманих показників було виявлено найбільш ресурсоємні об'єкти - це, як правило, складні 3D-моделі корпусів із великою кількістю полігонів, а також матеріали з надлишковою кількістю шарів текстур.

#### **Оптимізація геометрії та матеріалів**

Для зменшення навантаження на систему застосовано **LOD-систему (Level of Detail)** - автоматичне або ручне створення кількох версій тієї самої моделі з різною деталізацією. Під час віддалення камери до об'єкта в реальному часі відбувається заміна більш детальної моделі на спрощену, що суттєво підвищує FPS без втрати візуальної якості.

Окрім того, використовувалися **Instanced Static Meshes (ISM)** та **Hierarchical Instanced Static Meshes (HISM)** для повторюваних елементів, таких як вікна, дерева, ліхтарі чи лавки. Завдяки цим компонентам Unreal Engine може рендерити сотні однотипних об'єктів як одну геометричну групу, що зменшує кількість викликів до GPU (draw calls).

Щодо матеріалів - оптимізація полягала у зменшенні кількості текстурних шарів, переході на матеріальні функції (**Material Functions**) та злитті карт

**нормалей і roughness у спільні текстурні атласи.** Для статичних будівель, де не потрібно змінювати вигляд у реальному часі, було виконано **light baking** - попередній розрахунок освітлення, що значно знижує навантаження під час виконання програми.

### **Оптимізація освітлення та рендерингу**

Оскільки система денного і нічного освітлення мала динамічний характер, для збереження продуктивності використовувалися **динамічні тіні лише для головних джерел світла**, тоді як другорядне освітлення та відблиски реалізовувалися за допомогою **Reflection Captures** і **Lightmass Importance Volume**.

Також застосовувався **Distance Field Ambient Occlusion (DFAO)** для реалістичного освітлення далеких об'єктів без надмірних обчислень. Задля оптимізації обробки прозорих матеріалів (наприклад, вікон чи води) використовувався режим **Forward Shading**, який зменшує кількість проходів рендерингу.

### **Тестування функціоналу**

Після проведення оптимізації було виконано **багаторівневе тестування** - технічне, функціональне та користувацьке.

1. **Технічне тестування** включало перевірку стабільності роботи системи, відсутності графічних артефактів, правильності роботи LOD-системи, колізій та взаємодії об'єктів.
2. **Функціональне тестування** охоплювало перевірку коректності роботи інтерфейсу користувача, системи навігації, механіки взаємодії з об'єктами та відображення інформації.
3. **Користувацьке тестування** проводилося серед студентів і викладачів університету, щоб оцінити зручність навігації, швидкість завантаження сцени та загальне сприйняття інтерактивного середовища.

На основі відгуків були внесені зміни у структуру навігаційних підказок, оптимізовано відстань активації тригерів та зменшено обсяг даних, що завантажуються одночасно.

Завдяки комплексному підходу до оптимізації продуктивності вдалося досягти стабільної роботи інтерактивного простору на середніх за потужністю комп'ютерах без втрати якості візуалізації. Тестування підтвердило, що система здатна забезпечити комфортну взаємодію користувачів із тривимірним середовищем, що є критично важливим для її освітнього призначення.

### **Висновки до розділу 3**

У третьому розділі було розглянуто основні етапи створення інтерактивного середовища Національного університету «Острозька академія» в середовищі **Unreal Engine 5** - від побудови архітектури системи до реалізації механік взаємодії та оптимізації продуктивності. Отримані результати дозволили сформуванню цілісної структури програмного продукту, який може ефективно виконувати як ознайомчу, так і навчально-інформаційну функцію.

Створення **архітектури інтерактивної системи** стало фундаментом для побудови всіх подальших механік. Була розроблена логічна структура сцен, що включає основне меню, карту території університету, зони переходів між корпусами та модулі з інформаційними панелями. Такий підхід забезпечив гнучкість розробки, можливість розширення функціоналу й інтеграції додаткових об'єктів у майбутньому.

**Система навігації користувача** дозволила створити інтуїтивне переміщення територією академії. Використання інтерактивних маркерів, маршрутів та підказок спростило орієнтацію в просторі навіть для тих користувачів, які вперше знайомляться з університетом. Це є особливо цінним для абітурієнтів, які можуть дистанційно ознайомитися з інфраструктурою закладу.

У процесі реалізації **механіки відображення інформації про корпуси, гуртожитки та аудиторії** було створено універсальну систему UI-елементів, що дозволяє динамічно виводити текстову й графічну інформацію. Такий підхід забезпечує не лише зручність користувача, але й можливість оновлення контенту без потреби в зміні самої структури проєкту.

Важливим елементом стало впровадження **системи денного та нічного освітлення**, яка забезпечує реалістичне сприйняття простору в різний час доби. Використання динамічних джерел світла, симуляції сонячного циклу та атмосферних ефектів створило ефект живого середовища, наближеного до реальних умов.

Окрему увагу приділено **оптимізації продуктивності** - застосуванню LOD-систем, інстансингу, оптимізації матеріалів і попереднього розрахунку освітлення. Це дозволило досягти стабільної роботи сцени навіть на системах середнього рівня, зберігаючи при цьому високий рівень графічної якості.

**Тестування функціоналу** підтвердило коректність роботи усіх систем і позитивне сприйняття користувачами. Проведення кількох етапів перевірки дало змогу усунути недоліки, покращити інтерфейс і підвищити загальну зручність взаємодії з інтерактивним простором.

У підсумку можна зазначити, що реалізація механік управління інтерактивним простором повністю відповідає поставленим цілям і завданням дослідження. Розроблена система може використовуватись не лише як візуальний проєкт, а й як **інтерактивний інструмент презентації освітнього закладу**, який у перспективі може бути доповнений технологією **Pixel Streaming** для віддаленого доступу через веббраузер.

Таким чином, результати третього розділу закладають основу для подальшої інтеграції, розширення функціоналу й масштабування системи, що стане предметом практичної реалізації в наступному етапі роботи.

## РОЗДІЛ 4

### ОРГАНІЗАЦІЯ, РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОЄКТУ

#### 4.1. Структура управління проєктом і ролі учасників команди

Управління проєктом створення інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія» здійснювалося з урахуванням принципів гнучких методологій (Agile) та орієнтацією на поступову реалізацію ключових етапів. Через те, що проєкт мав дослідницько-практичний характер і виконувався у межах навчальної ініціативи, структура команди була відносно компактною, але чітко організованою за функціональними напрямками.

Основною метою управління було забезпечення ефективної координації всіх учасників процесу, дотримання термінів виконання, розподілу обов'язків і контролю якості реалізованих рішень. У центрі уваги перебувала не лише технічна сторона, а й комунікація між членами команди, взаємопідтримка та забезпечення прозорості робочих процесів.

Керівником проєкту виступав координатор, який відповідав за формулювання цілей, визначення пріоритетів і затвердження ключових етапів реалізації. Саме він забезпечував зв'язок між командою розробників і адміністрацією університету, узгоджуючи результати роботи з освітніми потребами закладу. Його функції включали також контроль термінів виконання, управління завданнями у Jira та Trello, а також організацію регулярних робочих зустрічей (спринтів).

Другим важливим елементом структури була команда розробників. Вона відповідала за створення основних механік управління інтерактивним простором - системи навігації між корпусами, позначення маршрутів пересування, відображення інформації про корпуси, гуртожитки та аудиторії, а також реалізацію системи денного і нічного освітлення. У процесі роботи застосовувались

інструменти Unreal Engine 5, Blueprints, а також система контролю версій для збереження послідовності змін.

До складу команди також входили технічні консультанти, які здійснювали перевірку стабільності роботи прототипу, оптимізацію продуктивності та надавали рекомендації щодо покращення якості візуалізації й швидкодії системи. Їхня роль була критично важливою на етапі тестування інтерактивного середовища, адже від технічної стабільності проєкту залежав користувацький досвід.

Окрему роль відігравали фахівці, які займалися інформаційною частиною проєкту - збором даних про територію університету, структуру корпусів, розміщення аудиторій та гуртожитків. Вони допомагали у формуванні контентної бази, необхідної для реалізації інформативної взаємодії користувача з віртуальними об'єктами.

Важливим аспектом управління командою було дотримання принципів прозорості та самоорганізації. Завдяки використанню Agile-підходів кожен учасник мав можливість бачити поточний стан проєкту, розуміти власні завдання та пріоритети команди в цілому. Така модель сприяла розвитку відповідальності, швидкому реагуванню на зміни й ефективній взаємодії між виконавцями.

Загалом структура управління проєктом базувалася на взаємоповазі, чітко розподілених обов'язках і постійній комунікації. Це дозволило забезпечити узгодженість дій усіх учасників, своєчасне виконання завдань і високу якість кінцевого результату. Командна робота стала одним із ключових чинників успішної реалізації інтерактивного простору «Острозької академії», який поєднує технологічну інноваційність із практичною користю для університету.

#### **4.2. Планування та координація завдань через Jira і Trello**

Одним із ключових аспектів успішного управління проєктом створення інтерактивного простору Національного університету «Острозька академія» стало

ефективне планування робіт і контроль їх виконання. Для організації цих процесів було обрано сучасні цифрові інструменти - **Jira** та **Trello**, які забезпечили можливість зручного відстеження прогресу, розподілу ролей і прозорої комунікації між учасниками команди.

Планування робіт розпочалося з визначення загальних цілей проєкту, після чого вони були розбиті на етапи та підзадачі відповідно до методології **Agile**. Усі завдання фіксувалися в Jira у вигляді окремих **issue** (карток), кожна з яких мала опис, відповідального виконавця, термін виконання та пріоритет. Така система дозволяла ефективно координувати дії навіть у невеликій команді, а також уникати дублювання робіт або перевантаження окремих учасників.

Ключову роль у процесі відіграло **спринтове планування**. На початку кожного робочого циклу (спринту) команда формувала список завдань, які потрібно виконати в межах визначеного часу. Наприкінці спринту проводився аналіз результатів - оцінювалася ефективність, визначалися труднощі та формувалися рекомендації для наступного етапу. Такий підхід допомагав підтримувати стабільний темп розробки, своєчасно реагувати на проблеми та зберігати мотивацію команди.

Інструмент **Trello** використовувався для більш візуального представлення робочих процесів і швидкої комунікації між учасниками. У ньому було створено кілька основних колонок - *“To Do”* (заплановані завдання), *“In Progress”* (у процесі виконання), *“Testing”* (етап перевірки) та *“Done”* (виконано). Кожна картка містила короткий опис завдання, коментарі, прикріплені файли або посилання на Jira-записи. Така структура дозволяла швидко оцінювати загальний стан проєкту, бачити прогрес у реальному часі та коригувати пріоритети.

Крім того, Jira і Trello стали ефективними інструментами для **контролю якості та взаємодії між розробниками і технічними фахівцями**. Наприклад, після реалізації окремих механік (навігація, освітлення, відображення інформації) створювалися тестові завдання, які дозволяли перевірити стабільність і

правильність роботи функціоналу. Результати тестування фіксувалися у системі, що забезпечувало прозорість у виявленні та усуненні помилок.

Ще однією важливою перевагою використання цих інструментів стало **формування звітності про хід виконання проєкту**. Керівник міг у будь-який момент переглянути загальний стан робіт, визначити, які завдання перебувають у стадії реалізації, а які затримуються. Це давало можливість оперативно реагувати на зміни, перерозподіляти ресурси та підтримувати узгоджений темп розробки.

Особливе значення мала **відкрита комунікація** в межах командного середовища Trello. Кожен учасник міг залишати коментарі, уточнювати деталі, прикріплювати зображення, посилання на тестові сцени в Unreal Engine або додаткові матеріали. Це значно скоротило кількість непорозумінь, покращило обмін інформацією та підвищило загальну продуктивність команди.

Загалом, впровадження систем Jira і Trello стало важливою складовою управління проєктом, що дозволила організувати робочий процес за принципами гнучкості, прозорості та ефективності. Ці інструменти сприяли налагодженню чіткої взаємодії між усіма учасниками, забезпечили своєчасне виконання завдань і допомогли підтримувати високу якість кінцевого результату.

### 4.3. Загальна структура реалізованого інтерактивного простору

Розроблений інтерактивний простір Національного університету «Острозька академія» являє собою повноцінну віртуальну 3D-сцену, створену в середовищі **Unreal Engine 5**, яка відтворює територію, основні будівлі та внутрішні приміщення навчального закладу. Структура цього простору була спроектована з урахуванням як **архітектурної точності**, так і **зручності взаємодії користувача** - від моменту завантаження сцени до навігації між локаціями та перегляду інтерактивних елементів.

Проект поділено на кілька ключових **функціональних зон**, кожна з яких відповідає певній частині університетського комплексу. Основу структури становлять такі локації:

- **Головний та Новоакадемічний корпус** - центральні будівлі, у яких реалізовано можливість пересування коридорами, огляду аудиторій та адміністративних приміщень.
- **Бібліотека та читальні зали** - простір із деталізованими інтер'єрами, освітленням та інтерактивними елементами, що дозволяють дізнатися більше про історію закладу.
- **Двір та прилегла територія** - відкритий простір з анімованими об'єктами, рослинністю та динамічним освітленням, яке змінюється залежно від часу доби.

Для оптимізації завантаження сцени проєкт побудовано на основі системи **Streaming Levels**. Кожна зона університету зберігається у вигляді окремого підрівня, який активується лише під час наближення користувача. Такий підхід дозволяє значно зменшити навантаження на систему та забезпечити плавну роботу навіть на середніх конфігураціях комп'ютера.

Важливою складовою структури є **інтерактивна навігація**, реалізована за допомогою Blueprint Actor-ів. Користувач може переміщатися територією за допомогою клавіш або через систему *телепортування по маркерах*. Для полегшення орієнтації впроваджено **інтерактивну карту**, яка відображає місцезнаходження користувача й дозволяє миттєво переходити між основними об'єктами.

Кожна зона має **інформаційні точки (Info Points)** - спеціальні об'єкти, що активуються при наближенні та відкривають коротку довідку, фото чи відеоматеріал про певну частину академії. Це не лише підвищує інформативність середовища, а й робить досвід користувача більш пізнавальним.

З технічного боку структура проєкту побудована так, щоб спростити подальше масштабування. Наприклад, додавання нових локацій або оновлення моделей не потребує повної перебудови сцени - завдяки чіткій ієрархії **Blueprint-компонентів, Data Assets** та **Streaming Levels**. Це робить систему гнучкою та придатною для розвитку - зокрема, для створення повноцінного **VR-режиму**, який передбачений наступним етапом.

Крім основних локацій, передбачено **меню взаємодії користувача (UI)**, створене на базі *UMG (Unreal Motion Graphics)*. Воно містить головне меню, карту навігації, панель вибору режиму перегляду, а також можливість перемикання між денним і вечірнім освітленням. Завдяки цьому користувач отримує повноцінний інтерактивний досвід, який поєднує в собі елементи симуляції, архітектурної візуалізації та освітнього контенту.

Загальна структура реалізованого простору відзначається **модульністю, інтерактивністю та оптимізованою продуктивністю**. Такий підхід дозволяє використовувати проєкт не лише як ознайомчий 3D-тур для студентів і відвідувачів університету, а й як навчальну платформу для демонстрації можливостей Unreal Engine у сфері архітектурної візуалізації та віртуальних середовищ.

#### 4.4. Інтерактивні можливості та функціонал користувача

Інтерактивний простір Національного університету «Острозька академія», створений у середовищі **Unreal Engine 5**, орієнтований не лише на візуальне ознайомлення з територією, а насамперед на **активну взаємодію користувача з цифровим середовищем**. Головною метою реалізації інтерактивних механік було забезпечити інтуїтивність управління, зручність навігації та можливість отримання додаткової інформації без перевантаження інтерфейсу.

#### Система навігації користувача

Одним із базових елементів взаємодії є **механіка пересування територією академії**. Користувач має змогу самостійно обирати напрямок руху, переміщуючись за допомогою клавіш керування або системи телепортів, розташованих біля ключових об'єктів. Для кращої орієнтації впроваджено **візуальні маркери**, що вказують на можливі напрямки руху.

### **Інформаційні точки (Info Points)**

Одним із ключових інтерактивних елементів проєкту є **інформаційні панелі**, розташовані поблизу важливих будівель або аудиторій. Вони активуються при наближенні користувача або натисканні відповідної клавіші. Кожна така точка відображає коротку текстову довідку про корпус, його історію, факультет, що там розміщується, а також зображення або відеоматеріал.

Інформаційні панелі реалізовано через **Blueprint Actor**, який містить три основні компоненти:

- **Static Mesh Component** - для візуального відображення самої панелі;
- **Widget Component** - для показу інтерактивного інтерфейсу з текстом, кнопками та медіаматеріалами;
- **Trigger Box** - для визначення моменту, коли користувач наближається до панелі й активує взаємодію.

Користувач може обрати перегляд зображень або відео, а також перейти за інтерактивним посиланням (наприклад, на сторінку факультету чи розклад занять).

### **Інтерфейс користувача (UI)**

Особливу увагу приділено **зручності інтерфейсу**, який побудований за принципом мінімалізму та адаптивності. Основні елементи інтерфейсу включають:

- головне меню з вибором режиму перегляду (огляд кампусу, інформаційний тур, вільна навігація);
- карту території;
- панель швидкого доступу до корпусів і гуртожитків;
- кнопку зміни часу доби (денний / нічний режим);

- довідкове вікно з інформацією про проєкт.

Інтерфейс виконаний з використанням напівпрозорих елементів і плавних анімацій, аби не відволікати користувача від основного контенту, але при цьому залишатися функціональним. Для цього використано анімації Fade In/Out та Motion Tween, які створюють ефект плавного переходу між станами елементів.

### **Взаємодія з об'єктами сцени**

У межах інтерактивного простору користувач може взаємодіяти не лише з інформаційними панелями, але й з об'єктами навколишнього середовища. Для цього створено низку **Blueprint-акторів**:

- InfoBoard - інформаційні панелі з текстом, зображеннями або відео;
- TeleportPoint - маркери переміщення між локаціями.

Такі взаємодії створюють відчуття реальної присутності в просторі та стимулюють дослідження території.

### **Механіка зміни часу доби**

Однією з важливих інтерактивних можливостей є **зміна освітлення між денним і нічним режимами**. Ця система працює на базі **Blueprint-логіки**, яка змінює параметри Directional Light, Sky Light, Exponential Height Fog та Sky Atmosphere. Користувач може самостійно перемикає час доби через спеціальну кнопку в UI.

Цей механізм не лише створює динамічний ефект, але й демонструє можливості системи освітлення Unreal Engine - як змінюється атмосфера та візуальне сприйняття простору залежно від освітлення.

### **Аудіосупровід та атмосферні ефекти**

Для підсилення ефекту занурення реалізовано **звукове оточення**. У різних частинах кампусу звучать тематичні аудіотреки: наприклад, шум дерев і птахів у дворі а також грає класична музика.

У майбутніх оновленнях передбачається додати **динамічну зміну погодних умов** (дощ, сніг, туман), які будуть впливати на візуальну складову середовища.

## **Система тестування користувацького досвіду**

Щоб оцінити ефективність реалізованих інтерактивних механік, було проведено **тестування серед студентів університету**. Учасникам пропонувалося пройти короткий ознайомчий маршрут і оцінити зручність навігації, зрозумілість інтерфейсу та візуальну привабливість середовища.

Результати опитування показали, що більшість користувачів позитивно оцінили можливість самостійного пересування територією, інтуїтивне керування та зручне подання інформації. Це підтверджує, що реалізований функціонал відповідає сучасним вимогам до інтерактивних освітніх середовищ.

Таким чином, реалізовані інтерактивні можливості поєднують **естетику архітектурної візуалізації з функціональністю сучасних навчальних систем**, створюючи цифрове середовище, яке не лише відтворює простір академії, а й дозволяє взаємодіяти з ним у зручній, захопливій формі. Це відкриває широкі перспективи для використання подібних рішень у сфері освіти, музейних і культурних проєктів, а також у презентаційних системах для університетів.

### **4.5. Практичне застосування інтерактивного простору для студентів і відвідувачів**

Розроблений інтерактивний простір Національного університету «Острозька академія» має значну **освітню, комунікаційну та промоційну цінність**, оскільки поєднує елементи архітектурної візуалізації, цифрової навігації та інформаційного наповнення. Його створення стало важливим кроком до формування сучасного цифрового середовища університету, яке відповідає тенденціям відкритої освіти та цифровізації навчального процесу.

Передусім інтерактивна модель території університету виконує **пізнавальну функцію**. Студенти, викладачі та відвідувачі можуть в зручній формі ознайомитися з розташуванням корпусів, аудиторій, бібліотеки, гуртожитків і спортивних споруд.

Система дозволяє не лише орієнтуватися в просторі, а й отримувати супровідну інформацію про кожен об'єкт - наприклад, історичну довідку, призначення будівлі, напрямки освітньої діяльності, що там здійснюються. Це робить проєкт не просто візуально привабливим, а **змістовно насиченим і корисним для навчального процесу**.

Для **нових студентів та абітурієнтів** інтерактивний простір виступає як сучасний інструмент ознайомлення з університетом ще до приїзду на навчання. Користувач може здійснити віртуальну прогулянку територією, дізнатися про факультети, переглянути розташування гуртожитків і соціальної інфраструктури. Це сприяє **покращенню іміджу університету**, роблячи його більш відкритим і привабливим для потенційних вступників, особливо іноземних студентів.

З точки зору **викладачів та адміністрації**, проєкт може використовуватися як **демонстраційна платформа** під час офіційних заходів, презентацій, виставок або днів відкритих дверей. Завдяки своїй інтерактивності та естетичному оформленню він здатен ефективно передавати атмосферу академії, підкреслювати її архітектурну унікальність і культурну спадщину.

Також інтерактивний простір може стати **основою для освітніх практик**, зокрема у спеціальностях, пов'язаних із комп'ютерною графікою, геймдизайном, архітектурою чи цифровими технологіями. Студенти можуть на практиці вивчати принципи створення тривимірних моделей, розробки в Unreal Engine, структури Blueprint-логіки, системи освітлення та оптимізації. Таким чином, проєкт має не лише демонстраційну, а й **навчально-прикладну цінність**, оскільки сприяє розвитку цифрової компетентності студентів.

Для **гостей і партнерів університету** інтерактивне середовище може виконувати роль **візитної картки Острозької академії** - своєрідного поєднання історичної спадщини та сучасних технологій. Його використання під час презентацій, наукових конференцій або міжнародних заходів демонструє рівень

цифрової трансформації навчального закладу, його відкритість до інновацій і партнерських проєктів.

Отже, практичне застосування інтерактивного простору є багатовекторним: від **освітнього інструменту до засобу промоції університету**. Це рішення не лише допомагає у навігації території, а й формує позитивний імідж навчального закладу як інноваційного, сучасного та орієнтованого на потреби студентів. У перспективі інтерактивна платформа може стати **центральною елементом цифрової екосистеми університету**, інтегруючись з вебсайтом, системами управління навчанням (LMS) та майбутніми мультимедійними сервісами.

#### **4.6. Перспективи подальшого розвитку та масштабування проєкту**

Інтерактивний простір Національного університету «Острозька академія» є динамічною системою, потенціал якої значно перевищує початкові цілі демонстраційного проєкту. Завдяки своїй гнучкій архітектурі, побудованій на основі Unreal Engine 5, він може масштабуватися, розширювати функціонал і інтегрувати нові технології, забезпечуючи ще глибше занурення користувачів у цифрове середовище академії.

Першим напрямом подальшого розвитку є **впровадження технології Pixel Streaming**, яка дозволить запускати проєкт безпосередньо у веббраузері. Це означає, що потенційні студенти, партнери чи відвідувачі зможуть переглядати інтерактивну модель університету з будь-якого пристрою - комп'ютера, планшета або смартфона - без необхідності встановлення додаткового програмного забезпечення. Такий підхід суттєво розширить аудиторію користувачів і підвищить зручність доступу, особливо для іноземних абітурієнтів. Реалізація Pixel Streaming також відкриває можливість створення **онлайн-презентацій**, інтерактивних виставок або віртуальних зустрічей у 3D-просторі.

Другим перспективним напрямом є **додавання підтримки VR-режиму**. Завдяки цьому користувачі зможуть повністю зануритися у простір академії, відчувати її атмосферу та взаємодіяти з об'єктами в режимі реального часу. VR-модуль дозволить не лише демонструвати територію університету, а й проводити освітні події у віртуальному форматі: лекції, екскурсії, практичні заняття. З технічного боку, реалізація VR-режиму можлива завдяки вже створеній модульній структурі проєкту, що забезпечує сумісність із пристроями на базі Oculus, HTC Vive або Pico.

Наступним кроком розвитку стане **розширення бази даних про об'єкти університету**. Планується додавання детальніших описів аудиторій, кафедр, лабораторій, історичних фактів, а також мультимедійного контенту - фото, відео, аудіосупроводу. Це перетворить інтерактивний простір на повноцінний **цифровий гід**, який можна використовувати як довідник або навчальний ресурс. Для зручності оновлення інформації можливе підключення до **зовнішніх баз даних** або створення внутрішньої системи контент-менеджменту, що дозволить редагувати дані безпосередньо через адміністративний інтерфейс.

Крім того, передбачається **розширення внутрішніх приміщень** і додавання інтер'єрів аудиторій, бібліотек, лабораторій. Це дасть змогу користувачам ознайомитися не лише з зовнішньою архітектурою, а й із внутрішнім наповненням університетського середовища. Подібна деталізація сприятиме підвищенню реалізму, а також стане корисною для студентів архітектурних і дизайнерських спеціальностей, які зможуть аналізувати просторові рішення та візуальні композиції.

Ще одним напрямом розвитку є **впровадження інтерактивних сценаріїв і подій** - наприклад, маршрути «День відкритих дверей», «Історія академії», «Навчальний тур» тощо. Такі сценарії дозволять користувачеві проходити задалегідь створені маршрути, отримуючи тематичну інформацію у форматі

інтерактивного туру. Для цього може бути використана система Blueprint Event Graph, що дає змогу створювати сценарну логіку без програмування.

Важливою перспективою також є **інтеграція з офіційними цифровими ресурсами університету**, такими як сайт, соціальні мережі чи навчальні платформи. Це забезпечить єдиний цифровий простір, у якому користувач зможе переходити від ознайомлення з територією до реєстрації на події, подачі документів або взаємодії з викладачами.

Таким чином, розвиток інтерактивного простору «Острозької академії» передбачає поступовий перехід від локального ArchViz-проєкту до **комплексної інтерактивної екосистеми університету**, яка поєднує освітні, інформаційні та промоційні функції. Вона не лише сприятиме підвищенню впізнаваності академії, а й стане важливим інструментом для залучення нових студентів і розвитку інноваційного іміджу закладу в цілому.

## ВИСНОВКИ

У процесі виконання магістерської роботи на тему «**Управління проєктом створення механік управління інтерактивного простору Національного університету "Острозька академія"**» було здійснено комплексне дослідження теоретичних, методологічних і практичних аспектів управління ІТ-проєктами у сфері інтерактивних технологій. Робота поєднує елементи проєктного менеджменту, архітектурної візуалізації та освітніх інновацій, що дозволило створити унікальний приклад інтеграції сучасних цифрових рішень у діяльність університету.

Актуальність дослідження зумовлена тенденцією до цифровізації освіти, розвитком віртуальних середовищ та потребою у нових формах подання інформації для абітурієнтів і студентів. Сучасні університети мають не лише забезпечувати якість навчального процесу, а й активно впроваджувати технології, що розширюють можливості взаємодії з освітнім простором. Створення інтерактивного 3D-простору університету є відповіддю на ці виклики - це інструмент, який поєднує інформативність, візуальну привабливість та зручність для користувача.

У ході дослідження було визначено, що **управління інтерактивним ІТ-проєктом** потребує поєднання технічних, творчих і організаційних підходів. Для успішної реалізації таких проєктів необхідно використовувати гнучкі методології управління (Agile, Scrum, Kanban), що дають змогу швидко реагувати на зміни, координувати роботу невеликої команди та забезпечувати ефективну комунікацію. У межах даної роботи такі інструменти, як **Jira** та **Trello**, дозволили впорядкувати процеси планування, відстеження завдань і контролю виконання, забезпечивши прозорість усіх етапів розробки.

Об'єктом дослідження виступав процес управління проєктом зі створення інтерактивного простору університету, а предметом - методи, засоби та механізми реалізації системи користувацької взаємодії. Було сформовано чіткі цілі та

завдання, серед яких ключовими стали: розробка логіки управління середовищем, створення навігаційної системи, впровадження динамічного освітлення, а також оптимізація продуктивності сцени.

Практичним результатом дослідження стало **створення функціонуючого інтерактивного простору Острозької академії**, який відтворює територію університету, корпуси, аудиторії та гуртожитки. У проєкті реалізовано систему навігації між локаціями, інформаційні панелі з довідковими матеріалами, а також денний і нічний режими освітлення. Всі ці елементи об'єднані єдиною системою управління, розробленою за допомогою **Blueprint Actor** у середовищі **Unreal Engine 5**.

Технічна частина роботи передбачала також **оптимізацію продуктивності** через використання Instanced Static Mesh, LOD-системи, baked lighting та розподіл сцен за принципом Streaming Levels. Це дозволило забезпечити стабільну роботу навіть на середніх комп'ютерах без втрати якості візуалізації. Важливим етапом стала процедура тестування - технічного, функціонального й користувацького, за результатами якого система була вдосконалена відповідно до відгуків студентів та викладачів.

Отримані результати мають **практичну цінність** для університету, адже створений простір може використовуватися як навчальний, ознайомчий та промоційний інструмент. Для абітурієнтів це - можливість відвідати академію в інтерактивному форматі; для студентів - зручний засіб орієнтації на території; для адміністрації - презентаційна платформа на освітніх заходах. У перспективі цей продукт може бути інтегрований до офіційного сайту університету або освітніх платформ.

Особливістю проєкту є те, що він виконаний невеликою командою з чотирьох учасників, які поєднали управлінські, технічні та креативні компетенції. Це демонструє ефективність малих команд у реалізації інноваційних освітніх рішень за умови правильної організації роботи, мотивації та взаєморозуміння.

Наукова новизна роботи полягає у розробленні моделі управління інтерактивним проєктом, у якій поєднано методи проєктного менеджменту з технологічними інструментами розробки ArchViz-середовищ. Запропонований підхід може бути використаний як **методологічна основа** для подібних ініціатив у сфері віртуальних турів, архітектурних реконструкцій і навчальних симуляцій.

У перспективі проєкт може бути розширений за кількома напрямками:

- впровадження **Pixel Streaming** для доступу через браузер без встановлення додаткового ПЗ;
- реалізація **VR-режиму** для повного занурення у простір;
- додавання нових інформаційних модулів, інтерактивних сценаріїв та внутрішніх інтер'єрів;
- інтеграція з базами даних і навчальними системами університету.

Таким чином, результати магістерської роботи підтвердили, що створення інтерактивних цифрових середовищ є ефективним засобом підвищення відкритості, інноваційності та привабливості освітніх закладів. Проєкт інтерактивного простору «Острозької академії» демонструє можливість поєднання технологічних досягнень із практичними потребами освіти та формує основу для подальшого розвитку напрямку цифрової архітектурної візуалізації в освітньому середовищі.

Підсумовуючи, можна зазначити, що поставлені у роботі цілі досягнуто повною мірою. Сформовано дієву систему управління інтерактивним проєктом, розроблено функціональний прототип цифрового простору університету, обґрунтовано управлінські рішення та визначено перспективи розвитку. Робота робить практичний внесок у формування сучасної моделі освітньої комунікації, яка базується на інтерактивності, відкритості та інноваційних технологіях.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бушуєв С. Д., Бушуєва Н. С., Бабаєв І. А. Креативні технології управління проектами і програмами : монографія. Київ : Саммит-Книга, 2010.
2. Тесля Ю. М., Єгорченков О. Ю. Управління ІТ-проектами : навч. посіб. Дніпро : НМетАУ, 2019. 248 с.
3. Сазерленд Дж. Scrum. Революційний метод управління проектами / пер. з англ. Київ : Наш Формат, 2019. 272 с.
4. Коубърн А. Agile. Оцінювання та планування проектів / пер. з англ. Харків : Фабула, 2019. 368 с.
5. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). 7th ed. Newtown Square : PMI, 2021. 274 p.
6. Schwaber K., Sutherland J. The Scrum Guide. The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game. 2020. URL: <https://scrumguides.org> (дата звернення: 10.10.2024).
7. Anderson D. J. Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business. Sequim : Blue Hole Press, 2010. 261 p.
8. Кліффорд Ф. Г. Архітектурна візуалізація з використанням Unreal Engine : практичний посібник. Київ : ДіаСофт, 2022. 384 с.
9. Epic Games. Unreal Engine 5 Documentation [Electronic resource]. URL: <https://docs.unrealengine.com> (дата звернення: 15.09.2024).
10. Shah M., Seitz S. Real-Time Rendering in Unreal Engine 5. ACM SIGGRAPH. 2022. Vol. 53. P. 1–12.
11. Jerald J. The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality. San Rafael : Morgan & Claypool, 2016. 520 p.
12. Billingham M., Clark A., Lee G. A Survey of Augmented Reality. Foundations and Trends in Human-Computer Interaction. 2015. Vol. 8, No. 2–3. P. 73–272.

13. Mikropoulos T. A., Natsis A. Educational Virtual Environments: A Ten-Year Review of Empirical Research (1999–2009). *Computers & Education*. 2011. Vol. 56, No. 3. P. 769–780.
14. Radianti J., Majchrzak T. A., Fromm J., Wohlgenannt I. A Systematic Review of Immersive Virtual Reality Applications for Higher Education. *Computers & Education*. 2020. Vol. 147. 103778.
15. Merchant Z., Goetz E. T., Cifuentes L., Keeney-Kennicutt W., Davis T. J. Effectiveness of Virtual Reality-Based Instruction on Students' Learning Outcomes in K-12 and Higher Education. *Computers & Education*. 2014. Vol. 70. P. 29–40.
16. Коломієць А. М., Лук'яненко В. В. Використання віртуальної реальності в освітньому процесі закладів вищої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 79, № 5. С. 112–125.
17. Биков В. Ю., Жалдак М. І. Цифрова трансформація освіти в Україні. Київ : Педагогічна думка, 2021. 456 с.
18. Atlassian. Jira Software Documentation [Electronic resource]. URL: <https://www.atlassian.com/software/jira/guides> (дата звернення: 20.09.2024).
19. Atlassian. Trello Guide [Electronic resource]. URL: <https://trello.com/guide> (дата звернення: 20.09.2024).
20. Stellman A., Greene J. Learning Agile: Understanding Scrum, XP, Lean, and Kanban. Sebastopol : O'Reilly Media, 2014. 420 p.
21. Rubin K. S. Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process. Upper Saddle River : Addison-Wesley, 2012. 500 p.
22. Pichler R. Agile Product Management with Scrum: Creating Products that Customers Love. Upper Saddle River : Addison-Wesley, 2010. 144 p.
23. Sherwin D. Unreal Engine 5 for Architectural Visualization. Birmingham : Packt Publishing, 2023. 452 p.
24. Shah R., Thomas P. ArchViz: Architectural Visualization in Unreal Engine. New York : CRC Press, 2022. 368 p.

25. Кононенко І. В., Букреева К. С. Сучасні підходи до управління проектами інформаційних технологій. Управління проектами та розвиток виробництва. 2018. № 4 (68). С. 5–18.
26. Тесля Ю. М., Латишева Т. В., Єгорченков О. Ю. Управління ризиками в ІТ-проектах. Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2019. № 2 (1327). С. 8–14.
27. Epic Games. Lumen Global Illumination and Reflections [Electronic resource]. URL: <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/lumen-global-illumination-and-reflections-in-unreal-engine> (дата звернення: 22.09.2024).
28. Epic Games. Nanite Virtualized Geometry [Electronic resource]. URL: <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/nanite-virtualized-geometry-in-unreal-engine> (дата звернення: 22.09.2024).
29. Epic Games. Pixel Streaming [Electronic resource]. URL: <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/pixel-streaming-in-unreal-engine> (дата звернення: 25.09.2024).
30. Денисенко М. П., Гриценко В. І. Інтерактивні технології у вищій освіті України. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2020. 280 с.
31. Морзе Н. В., Буйницька О. П. Підготовка викладачів до розробки електронних навчальних курсів : навч. посіб. Київ : Київський університет імені Бориса Грінченка, 2019. 278 с.
32. Федорук П. І. Адаптивні інформаційні системи в освіті. Івано-Франківськ : Голіней О. М., 2018. 258 с.
33. Koivisto J., Malik A. Gamification for Older Adults: A Systematic Literature Review. *The Gerontologist*. 2021. Vol. 61, No. 7. P. 360–372.
34. Mystakidis S., Berki E., Valtanen J.-P. The Patras Blended Strategy Model for Deep and Meaningful Learning in Quality Life-Long Distance Education. *Electronic Journal of e-Learning*. 2019. Vol. 17, No. 2. P. 66–78.

35. Руденко В. М., Романюк О. Н. Проектний менеджмент : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 352 с.
36. Верба В. А., Гребешкова О. М., Третяк В. В. Проектний аналіз : підручник. Київ : КНЕУ, 2019. 432 с.
37. Beck K., Beedle M., van Bennekum A. et al. Manifesto for Agile Software Development [Electronic resource]. 2001. URL: <https://agilemanifesto.org> (дата звернення: 05.10.2024).
38. Стеценко І. В. Моделювання систем : підручник. Черкаси : ЧДТУ, 2010. 399 с.
39. Офіційний сайт Національного університету «Острозька академія» [Електронний ресурс]. URL: <https://www.oa.edu.ua> (дата звернення: 01.11.2024).