

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ, УПРАВЛІННЯ,
ПРАВА ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти Бакалавр

на тему: «Data Farming на базі Unreal engine 5 з використанням технологій
3D та штучного інтелекту»

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Інформаційні управляючі системи
спеціальності 126 Інформаційні
системи та технології
ступеня вищої освіти Бакалавр
групи 126ІСТбд41
Єфремов А.В.
Керівник: Слюсар В.І.
Рецензент: Брикун О.М.

Полтава – 2024 року

ВСТУП

Актуальність теми кваліфікаційної роботи підтверджується необхідністю покращення роботи багатовимірною обробки, за рахунок використання Unreal Engine 5, технологій 3D та за рахунок використання штучного інтелекту. Однак питання покращення роботи потребує додаткових досліджень. Все це свідчить про актуальність теми роботи. Однак, незважаючи на значний потенціал Unreal Engine 5, 3D-технологій та штучного інтелекту, їх ефективне використання для покращення роботи з багатовимірними даними вимагає подальших досліджень та розробок. Необхідно детально вивчити особливості інтеграції та взаємодії цих інструментів, включаючи дослідження оптимальних способів передачі даних між Unreal Engine 5 та алгоритмами штучного інтелекту, визначення найефективніших методів візуалізації багатовимірних даних у 3D, а також розробку інтерфейсів для зручної взаємодії користувача з системою.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності Data Farming за рахунок інтеграції інструментарію Unreal Engine 5, технологій 3D та штучного інтелекту.

Завданнями кваліфікаційної роботи є:

- аналіз технологічного базису рушія Unreal Engine 5;
- інтеграція інструментарію Unreal Engine 5, технологій 3D та штучного інтелекту;
- реалізація моделі 3D-середовища з використанням Unreal Engine 5 та штучного інтелекту.

Об'єктом дослідження є процес формування, збору, обробки та візуалізації даних в середовищі Unreal Engine 5.

Предметом дослідження є алгоритми та інструменти штучного інтелекту, що застосовуються в 3D-модельованні та візуалізації для оптимізації процесу Data Farming.

Методами дослідження в рамках визначення інструментарію для інтеграції інструментарію Unreal Engine 5, технологій 3D та штучного

інтелекту і економічного обґрунтування прийнятих рішень використовувався аналітичний метод досліджень, а для data farming на базі Unreal Engine 5 – моделювання.

Інформаційна база кваліфікаційної роботи сформована з ресурсів, що містять інформацію про Data Farming, технології, що використовуються при моделюванні на базі рушія Unreal Engine 5, взаємодію технологій штучного інтелекту і 3D із рушієм.

Практична значущість роботи полягає у розробці методологічних основ інтеграції інструментарію Unreal Engine 5, технологій 3D та штучного інтелекту, які можуть бути використані для подальших досліджень за даною тематикою та при проектуванні сцен візуалізації.

Апробація результатів відбувалася в рамках науково-практичної конференції за підсумками проходження виробничої практики здобувачів вищої освіти спеціальності 126 Інформаційні системи та технології (17 жовтня 2023 р., м. Полтава), XX щорічного міждисциплінарного семінару «Студентські роботи за науковою тематикою кафедри інформаційних систем та технологій» (29 листопада 2023 р., м. Полтава), XIX щорічної студентської наукової конференції «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики в економіці, менеджменті та бізнесі» Полтавського державного аграрного університету (14 травня 2024 р., м. Полтава).

За результатами досліджень здійснено 3 публікації тез доповідей.

Структура кваліфікаційної роботи логічно пов'язана з завданнями досліджень і містить вступ, три розділи основної частини, висновки, список використаних джерел, додатки. Загальний обсяг пояснювальної записки кваліфікаційної роботи складає 51 сторінку формату А4. Вона містить 25 рисунків 2 таблиці.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ БАГАТОВИМІРНОЇ ОБРОБКИ

1.1 Загальні відомості про багатовимірну обробку даних

Традиційний Data Farming (DF) включає в себе усталені методи дослідження конкретного проекту під керівництвом аналітика для підтримки однієї особи, яка приймає рішення. Багатовимірний аналіз даних (Multi-Dimensional Analysis, MDDA) – це інноваційний автоматизований процес, який забезпечує прискорену комплексну підтримку прийняття рішень на різних рівнях організації. На стратегічному рівні MDDA може бути основою для довгострокового планування, тоді як на операційному рівні він дозволяє досліджувати нові технології в коротких проектах. Важливо, що MDDA враховує взаємодію між довгостроковими цілями і вбудованими короткостроковими проектами, що є критично важливим аспектом, який часто ігнорується в традиційному аналізі.

MDDA розширює можливості DF, об'єднуючи передові методи штучного інтелекту (ШІ) і візуалізацію з ефектом занурення в ШІ-агент, який автоматично досліджує багатовимірний ландшафт параметрів. Цей агент ефективно надає особам, які приймають рішення, інформацію про найкращі, найгірші та найперспективніші шляхи дій. Поєднуючи методи штучного інтелекту, які аналізують проекти в різних масштабах (обсяг, рівень, час), і заглиблюючись у стратегічні та операційні інсайти, MDDA революціонує процес прийняття рішень на різних рівнях.

DF – це аналітичний процес дослідження симуляції реальної динамічної системи в дії з метою виведення властивостей цієї системи, які можуть бути використані для прийняття рішень щодо ефективного та результативного управління нею.

DF спочатку створює сценарій для дослідження і використовує експериментальні проекти, високопродуктивні обчислення, методи аналізу та

візуалізації для досягнення цієї мети [1]. Попередні дослідження, забезпечили теоретичне підґрунтя, перевірку концепції та програмні інструменти, які дають змогу аналітикам проводити дослідження DF у системах, що їх цікавлять (рис. 1.1).

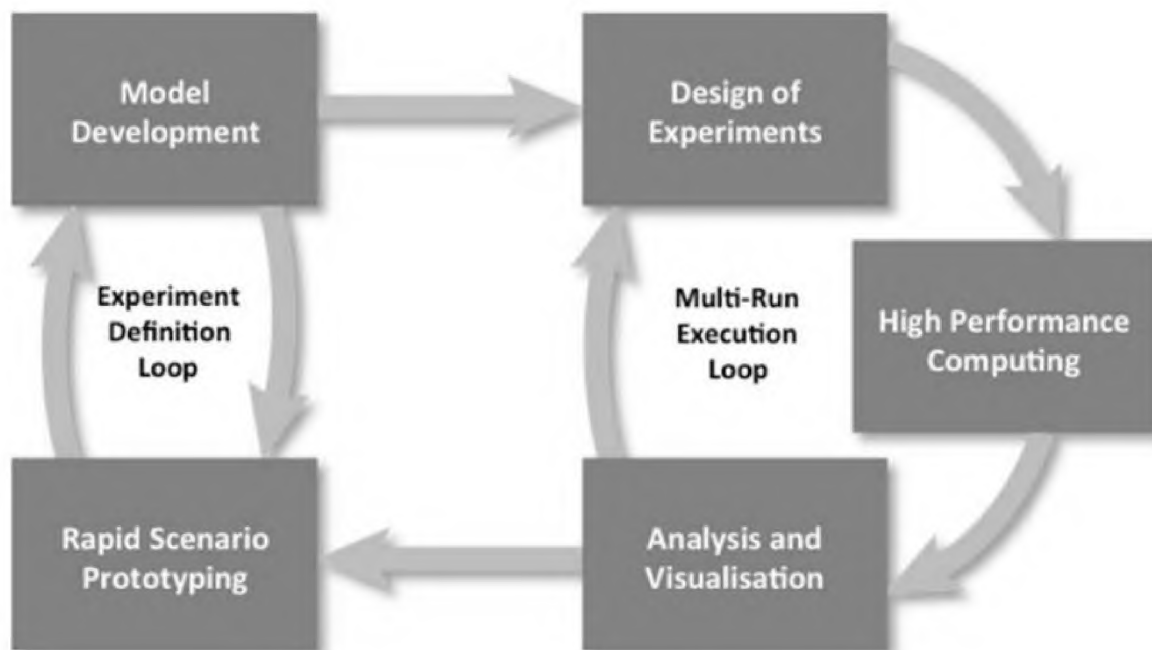


Рисунок 1.1 – Петля циклів для DF

DF зазвичай переслідує одну з двох широких цілей: визначення характеристик або оптимізацію. Опис має на меті замінити симулятор «чорної скриньки» діючої системи на емулятор «білої скриньки», за допомогою якого взаємозв'язок «вхід-вихід» стає прозорим [2]. Цей емулятор, або мета-модель, дає аналітику уявлення про причинно-наслідкові зв'язки в системі і дозволяє кількісно оцінити відносний компроміс між зміною кожного вхідного фактору. Оптимізація, з іншого боку, спрямована не на розуміння функціональної форми зв'язку «вхід-вихід», а на використання мета-моделі для визначення найкращих налаштувань вхідних факторів які визначають реакцію системи на бажане цільове значення.

У контексті прийняття рішень, DF дозволяє отримати глибше розуміння ситуації та приймати більш обґрунтовані та зважені рішення. Традиційний

DF є інтерактивним процесом, в якому людина відіграє ключову роль, особливо для підтримки прийняття рішень під час розробки, аналізу та уточнення різних варіантів дій. (рис. 1.2).

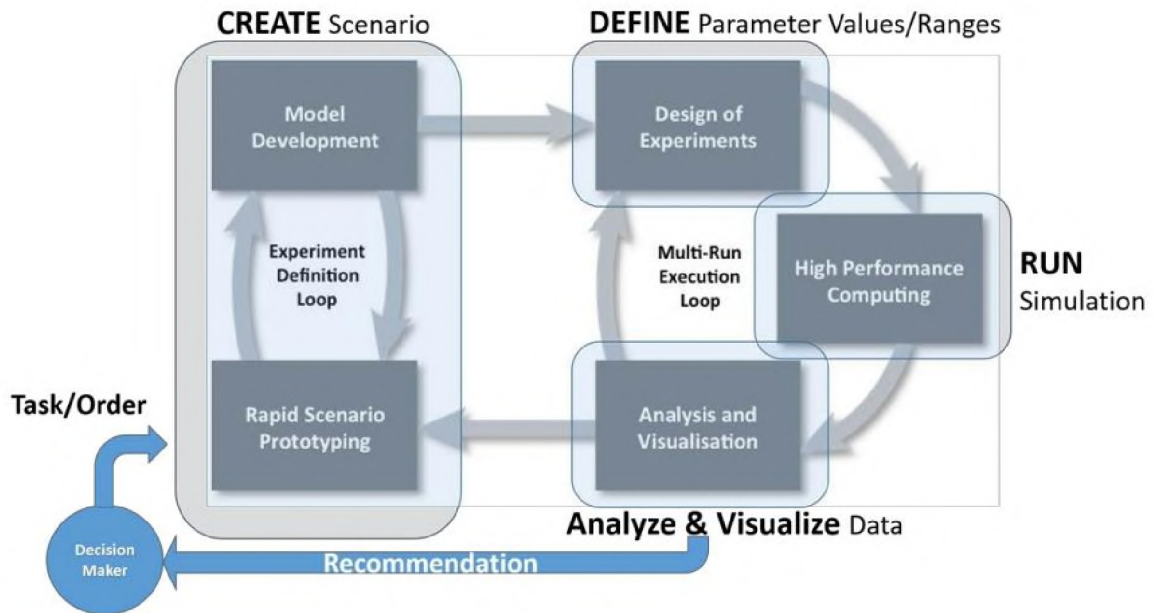


Рисунок 1.2 – Процес прийняття рішень щодо DF

Однак цей процес може займати багато часу, навіть за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення для планування, аналізу та візуалізації. Цикли зворотного зв'язку часто призводять до повторних коригувань та переробки. У деяких випадках швидкість прийняття рішень є критично важливою. Традиційний DF може бути обмеженим при аналізі великих, багаторівневих проектів з численними взаємодіючими компонентами.

Для вирішення цієї проблеми потрібен інноваційний підхід. Концепція «Багатовимірні ферми даних» (Multi-Dimensional Data Farms, MDDF) розширює можливості DF, пропонуючи багатомодельний, багатоопераційний підхід [3]. Це дозволяє краще зрозуміти складність та взаємозв'язки в масштабних проектах, що охоплюють різні аспекти та рівні. MDDF відкриває нові можливості для ефективного аналізу та прийняття рішень в умовах обмеженого часу та ресурсів.

MDDF автоматизує процес прийняття рішень шляхом інтеграції інноваційних методів ШІ і дозволяє покращити і пришвидшити прийняття рішень у різних проектах.

1.2 Автоматизація для виконання обчислень

Хоча моделі латинського гіперкуба широко використовуються в дослідженнях DF, розроблено новий клас моделей, спеціально адаптованих для двоетапного процесу мета-моделювання. Дизайн остаточного відсіювання (Direct Stream Digital, DSD) вимагає максимум трьох рівнів для кожного фактора і є більш ефективним, ніж конкуруючі дизайни латинського гіперкуба.

Традиційно в DF використовувалися поліноміальні лінійні мета-моделі низького порядку через їх простоту інтерпретації. Однак моделі машинного навчання (ML), такі як випадкові ліси та нейронні мережі, хоч і вважаються моделями "чорної скриньки", є потужними предикторами [4]. Завдяки досягненням в області eXplainable AI (XAI) тепер можна використовувати широкий спектр мета-моделей DF, не жертвуючи інтерпретованістю. У поєднанні з автоматизованим машинним навчанням (autoML) це дозволяє підвищити рівень автоматизації побудови мета-моделей у процесі DF.

Ці нові розробки, включаючи більш складні мета-моделі та підвищений рівень автоматизації, лежать в основі науки MDDF і сприятимуть покращенню аналізу даних та прийняття рішень у складних багатofакторних системах.

Для ілюстрації ми використовуємо autoML для навчання, налаштування та тестування чотирьох різних сімейств моделей для прогнозування результату на основі даних DSD [5]. Узагальнено результати прогнозування з використанням двох метрик – середньої абсолютної похибки (Mean absolute error, MAE) та середньоквадратичної похибки (Root Mean Squared Error,

RMSE), а також змінної значущості для кожної моделі. Змінна важливість є прикладом XAI і показує, які фактори мають найбільший вплив на результат. Моделі, як правило, визначають ті ж самі ключові фактори.

Найкращі результати (найнижчу похибку) показала градієнтна бустерна модель (Gradient booster model, GBM), за якою слідує узагальнена лінійна модель (Generalized Linear Model, GLM). Таким чином, autoML не обов'язково виключає з розгляду моделі, що піддаються інтерпретації. Натомість, autoML введено в DF для ефективного розгляду різних типів моделей і автоматичного вибору найефективнішої моделі [6]. Крім того, моделі "чорної скриньки" не вимагають, щоб функціональна форма була відома або задана, що є перевагою в сценаріях, де інтуїція щодо характеру зв'язку між входом і виходом є обмеженою.

Іншим підходом до використання ML-моделей у DF є застосування методів байєсівської оптимізації як стратегії послідовного проектування [7]. Хоча дизайн DSD використовує значно менше точок проектування, ніж дизайн NOLH, проведення подальших експериментів на вимогу може бути бажаним, що, ймовірно, покращить якість мета-моделей. Байєсівська оптимізація пропонує структуру для пошуку оптимумів функцій «чорної скриньки», які важко оцінити через їхні обчислювальні витрати. Вважається, що цільова функція невідома, в той час як є достатньо інформації, щоб накласти на неї попередній розподіл. Експериментальні точки або оцінки функції розглядаються як точки даних, які використовуються для генерації апостеріорного розподілу цільової функції. Далі вводиться вибірка, яка використовується для визначення наступних експериментальних точок. Найпоширенішим методом для визначення попередніх/послідовних пар є Гаусові процеси (ГП) [8].

Оскільки ядром методології є підбір ГП до експериментальних даних, нижче ми ілюструємо результати підбору ГП до наявного набору даних DSD. Використані коефіцієнти були отримані за допомогою початкового аналізу чутливості, і 4 з 7 є такими самими. Налаштування гіперпараметрів було

здійснено за допомогою перехресної перевірки та вибору найефективнішої комбінації. Загальна ефективність моделі, яка отримала $RR2$ 0,99 на навчальних даних і $RR2$ 0,63 на тестових даних (рис. 1.3).

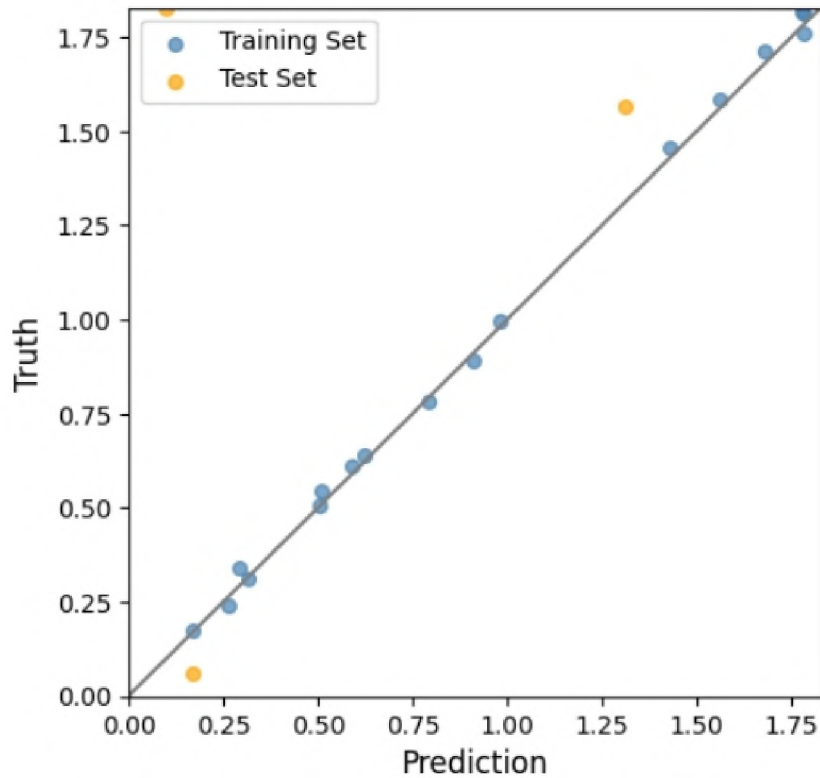


Рисунок 1.3 – Графік продуктивності GP, пристосований до експериментів з DSD

Підхід до використання моделей ML у дизайні ділянки шляхом застосування методів байєсівської оптимізації як стратегії послідовного проектування. Байєсівська оптимізація пропонує структуру для пошуку оптимумів функцій "чорної скриньки", використовуючи ГП для визначення наступних експериментальних точок на основі попередніх результатів. У тексті ілюструються результати підгонки ГП до набору даних DSD з використанням коефіцієнтів з початкового аналізу чутливості, демонструючи добру здатність до узагальнення моделі та представляючи часткові графіки залежності як приклад методів пояснюваного штучного інтелекту ХАІ.

1.3 Концепція агента DAVE

Цикл багаторазового виконання DF включає в себе планування експериментів, високопродуктивні обчислення, аналіз та візуалізацію. Використання новітніх методів autoML і байєсівської оптимізації дозволяє прискорити побудову мета-моделей в рамках циклічного процесу DF, а отже, швидше виявляти найкращі, найгірші і найперспективніші варіанти дій в багатогранних сценаріях.

Загальна концепція агента Design, Analyze and Visualize Experiments (DAVE) полягає в тому, щоб цей ШІ-агент автоматично досліджував багатовимірний простір параметрів і оптимізував ймовірність успіху проекту, враховуючи обмежені ресурси та потенційні ризики (рис. 1.4). DAVE – це ШІ-агент, який ефективно надаватиме особам, що приймають рішення, дієву інформацію.

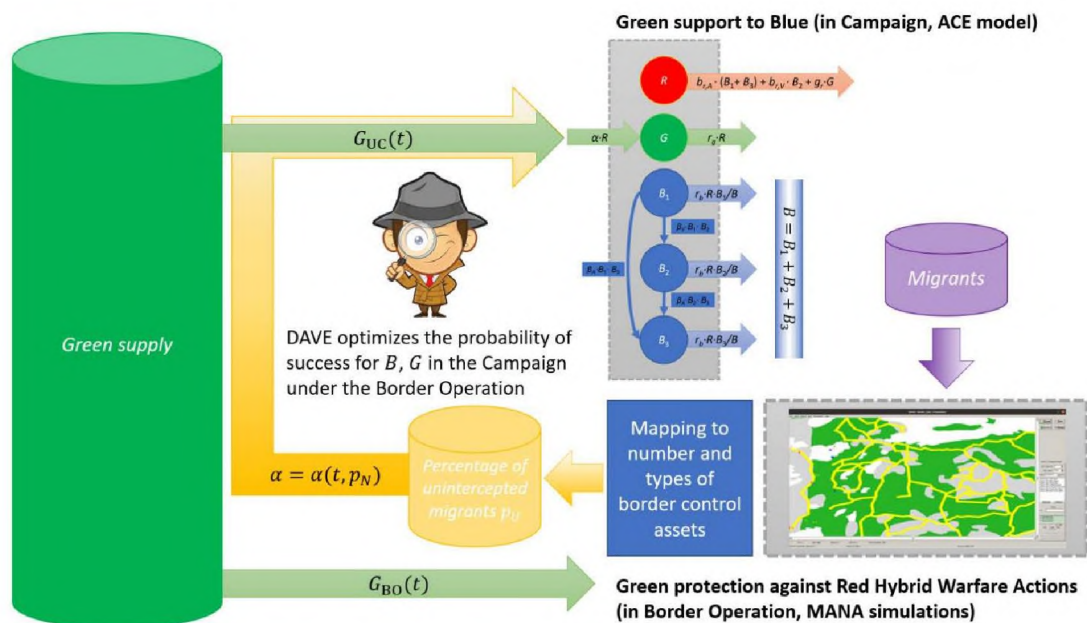


Рисунок 1.4 – Часткові графіки залежностей для факторів, використаних у мета-моделі ГП

Технічна реалізація спрямована на розробку демонстратора для описаних вище методологій на основі ШІ, який досягне статусу Proof-of-

Concept (PoC), а потім буде розширений і детально вивчений. Як і під час PoC, метою є створення надійної системи та робочих процесів. У майбутньому буде приділено більше уваги можливостям розширеної пояснюваності DAVE з використанням технологій eXplainable AI та eXtended Reality як юзабіліті-тестування.

Аналітичною метою є розробка асистента на основі ШІ, здатного проводити експерименти з DF та оптимізаційні завдання в автоматичному режимі. DAVE має діяти в середовищі користувача, який займається аналізом даних, та підтримувати його у виконанні завдань аналізу. (рис. 1.5).

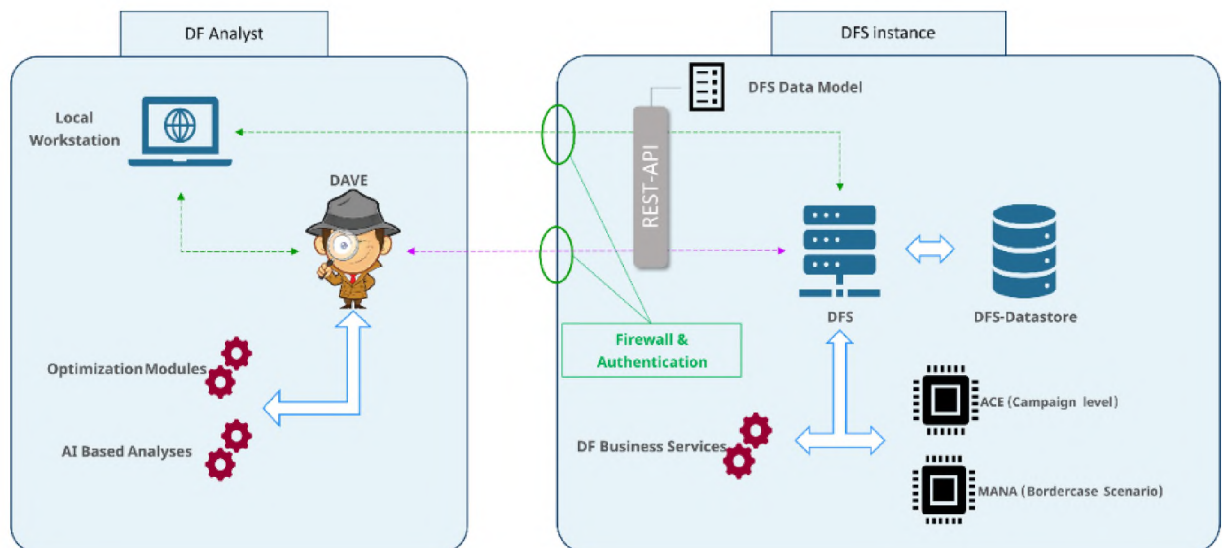


Рисунок 1.5 – Огляд архітектури демонстратора MSG-186 DAVE, підключеного до екземпляра DFS

Технічна реалізація DAVE базується на архітектурі DF Services (DFS) [9]. DFS діє як рушій DF для вищерозміщених елементів і підтримує методології на основі штучного інтелекту, реалізовані в DAVE. Демонстратор як DFS-екземпляр, що містить усі бізнес-сервіси, необхідні для проведення стандартних DF-експериментів, а також імітацію MANA (операційний рівень) і ACE (рівень кампанії). Доступ до DFS-екземпляру здійснюється через REST-API на основі моделі даних для всіх бізнес-об'єктів. Реалізація DAVE, заснована на цій моделі даних, тепер може виконувати окремі симуляції аж до

повних автоматизованих експериментів DF. Це підтримує методології на основі ШІ, такі як скринінг або байєсівська оптимізація.

Оскільки DAVE призначений для автоматичного виконання завдань аналізу та оптимізації, запропонована архітектура, яка складається з класичного багаторівневого програмного дизайну (рис. 1.6).

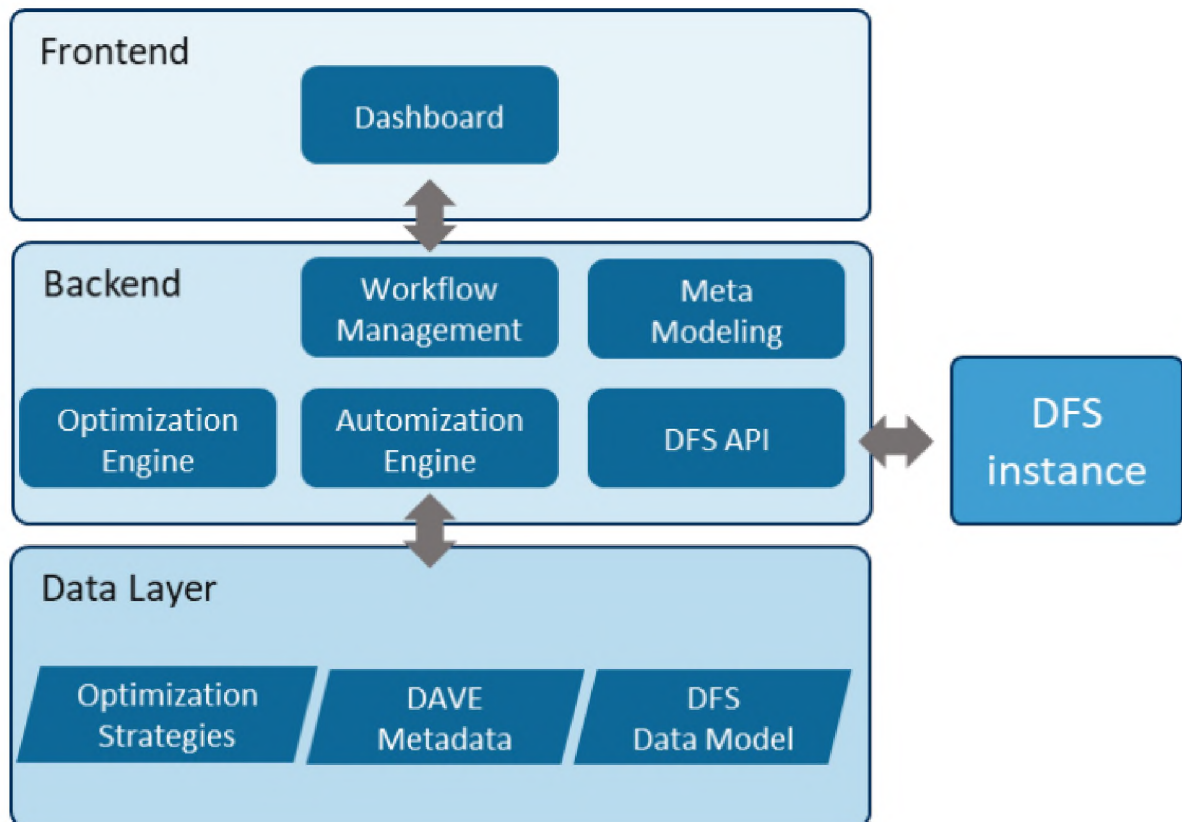


Рисунок 1.6 – Архітектура програмного забезпечення DAVE з функціональними блоками елементів та підключенням до DFS-примірника

Важливою є функціональність інформаційної панелі у фронтенді, яка дозволяє користувачеві контролювати автоматизований процес DAVE. Бекенд використовує методи мета-моделювання на основі ШІ для автоматичного послідовного виконання експериментів DF. Крім того, механізм оптимізації буде підтримуватися конфігурованими та взаємозамінними стратегіями оптимізації, щоб адаптувати DAVE до різних сценаріїв використання. Сам DAVE працюватиме внутрішньо на основі моделі даних DFS, розширюючи її

метаданими, необхідними для внутрішніх елементів оптимізації та моделювання.

Демонстраційний варіант використання використовує DAVE для наступного робочого процесу аналізу:

- виконання окремих симуляцій ACE на рівні кампанії;
- визначити вирішальну(і) точку(и) в результатах моделювання та вивести мету оптимізації з відповідними параметрами;
- зіставлення параметрів з рівня кампанії на операційний рівень, налаштування стратегії оптимізації та запуск експерименту DF;
- автоматичне проведення ітеративного DF-експерименту зі стратегією оптимізації та визначення оптимальних параметрів за допомогою мета-моделювання на основі ШІ;
- відображення оптимального налаштування параметрів на рівень кампанії, адаптація симуляції ACE та аналіз/візуалізація змін результатів;

Автоматизація, керована штучним інтелектом, може розширити MDDF у симуляціях, що дозволить ефективніше використовувати ресурси та час для підтримки різних сфер, таких як підтримка проектів, навчання та тренування. Другий напрямок – це розуміння причин невдач та пошук шляхів їх уникнення у складних системах та процесах.

РОЗДІЛ 2

ІНТЕГРАЦІЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ UNREAL ENGINE 5, ТЕХНОЛОГІЙ 3D ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

2.1 Технологічні інновації UE5 у створенні 3D середовищ

Epic Games – провідний американський розробник онлайн-ігор та програмного забезпечення, що базується в Кері, штат Північна Кароліна. Заснована Тімом Суїні в 1991 р., компанія відома своїм широко використовуваним і ефективним ігровим движком Unreal Engine, який ліг в основу багатьох відомих відеоігор [10]. Epic Games також відома своїми особистими успішними франшизами, такими як Fortnite, Gears Of War та серія Unreal Tournament. В останні роки Epic Games розширила свою присутність в Інтернеті через Epic Games Store, віртуальну платформу розповсюдження відеоігор для персональних комп'ютерів. Компанія впроваджує інновації та розширює межі інтерактивних розваг і залишається учасником номер один в ігровій індустрії.

Unreal Engine (UE) - це серія ігрових движків 3D-комп'ютерної графіки, розроблених Epic Games. Спочатку розроблений для комп'ютерних шутерів від першої особи, з тих пір він використовувався в різних ігрових жанрах і був прийнятий в інших галузях, особливо в кіно - і телеіндустрії. Написаний на C++, Unreal Engine є дуже портативним і підтримує широкий спектр настільних, мобільних, консольних та платформ віртуальної реальності [11].

Unreal Engine 5 (UE5) – це новіша версія ігрового рушія для створення 3D - зображень у реальному часі [31]. Він дає можливість творцям у різних галузях, включаючи розробку ігор, кіно, архітектуру тощо, створювати приголомшливо реалістичні та візуально вражаючі світи.

UE5 може похвалитися набором передових технологій, які переосмислюють можливості рендерингу в реальному часі. Nanite, віртуалізована система мікрополігональної геометрії, дозволяє

використовувати ресурси кінематографічної якості в реальному часі, усуваючи обмеження на кількість полігонів і відкриваючи нову еру візуальної достовірності (рис. 2.1) [12].

Lumen – це повністю динамічна система глобального освітлення та віддзеркалень UE 5, розроблена для консолей наступного покоління, і є системою глобального освітлення та віддзеркалень за замовчуванням [13]. Lumen відтворює дифузні інтерференційні відображення з нескінченними відскоками та непрямими дзеркальними відображеннями у великих, деталізованих середовищах у масштабах від міліметрів до кілометрів (рис. 2.2).

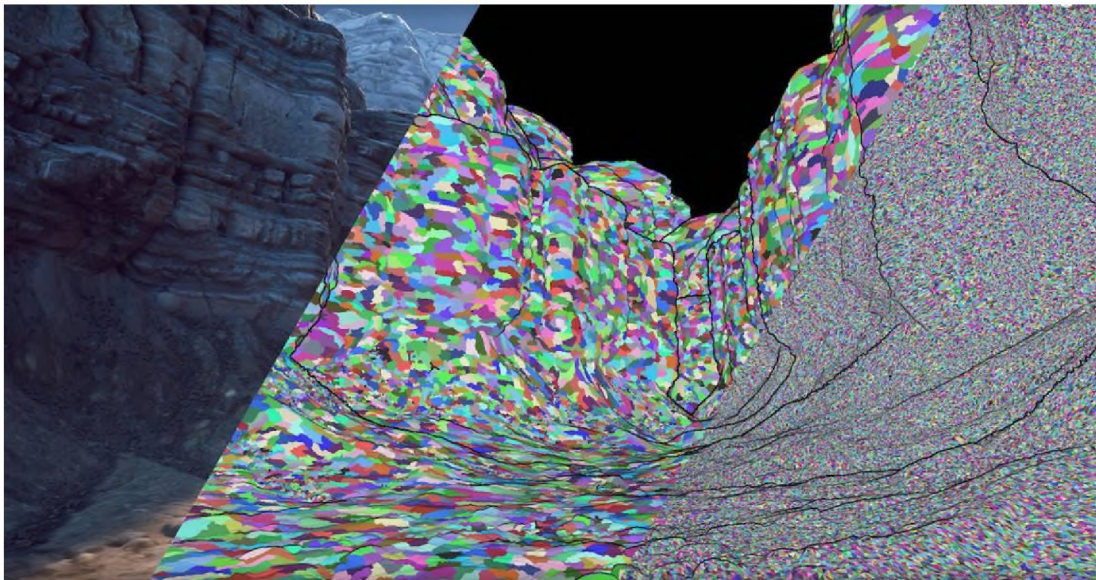


Рисунок 2.1 – Вигляд роботи технології Nanite

Віртуальні карти тіней (Virtual Shadow Maps, VSM) – це потужна техніка рендерингу тіней у UE5, яка перевершує традиційні методи мапування тіней. Зберігаючи додаткову інформацію про тіні, VSM забезпечують більш плавні та детальні тіні з меншою кількістю артефактів. Крім того, VSM покращують продуктивність порівняно з традиційними картами тіней, особливо у сценах зі складною геометрією та великою кількістю джерел світла, завдяки оптимізованим алгоритмам зберігання даних та рендерингу.



Рисунок 2.2 – Вигляд роботи технології Lumen

А функція Temporal Super Resolution (TSR) – це технологія масштабування в UE5, яка революціонує візуальну точність та продуктивність. Вона дозволяє рендерити кадри з низькою роздільною здатністю, одночасно інтелектуально збільшуючи їх до якості, близької до 4K, в режимі реального часу. Це означає, що навіть на менш потужному обладнанні користувачі можуть насолоджуватися неймовірно деталізованими та візуально приголомшливими сценами без втрати продуктивності.

UE5 – це не просто ігровий рушій, а комплексна платформа, що революціонує створення цифрового контенту. Він надає потужні інструменти для реалізації найсміливіших ідей з неймовірною деталізацією та реалістичністю. Завдяки технологіям Nanite та Lumen, UE5 забезпечує неперевершену візуальну якість та вражаючу реалістичність світла й тіней. Але UE5 – це не тільки графіка, а й широкий спектр інструментів для створення світів, анімації, візуальних ефектів та звуку. Ця платформа відкриває нові горизонти для творців у різних галузях, дозволяючи створювати захоплюючі інтерактивні враження, що розмивають межі між реальним та віртуальним світом.

2.2 Роль ШІ в автоматизації 3D моделювання

Інтеграція генеративного ШІ в 3D-дизайн змінює способи створення, анімації та використання 3D-сцен у різних галузях промисловості. Здатність ШІ швидко аналізувати дані і створювати складні 3D-моделі з реалістичними текстурами і матеріалами відкриває новий світ можливостей. Різні галузі, такі як індустрія розваг, архітектура, автомобільна промисловість та охорона здоров'я, застосовують генеративний ШІ в робочих процесах 3D з унікальними цілями.

Одним із найпопулярніших способів використання ШІ в автоматизації 3D є процедурна генерація. ШІ та процедурна генерація (ПГ) стали трансформаційними силами в декількох областях, особливо в іграх, мистецтві, дизайні та моделюванні. ШІ, широко застосовується в технології ПГ, яка використовує алгоритми для динамічної візуалізації вмісту [14].

Ігри на основі ПГ за допомогою ШІ зробили революцію в розробці відеоігор, дозволивши створювати величезні і різноманітні віртуальні світи і унікальних персонажів (рис. 2.3).

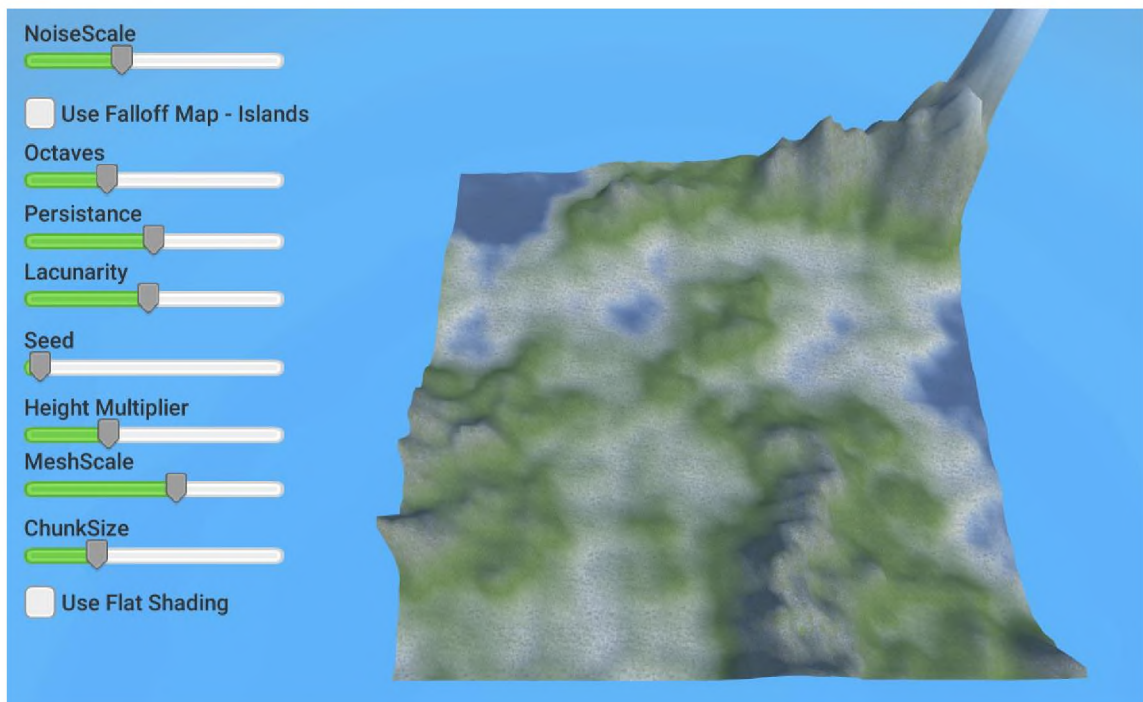


Рисунок 2.3 – Приклад процедурно згенерованого світу

Це усуває необхідність ручного проектування кожного елемента, надаючи необмежені можливості для дослідження та взаємодії. Крім того, графіка зі ШІ покращує художній процес, створюючи нові дизайни, візерунки і текстури, які дозволяють художникам і дизайнерам досліджувати незвідані творчі простори.

Однак важливо визнати, що ПГ має певні обмеження. ШІ повністю аналізує дані і створює контент на основі вивчених шаблонів, але йому не вистачає людської творчості та емоційного розуміння. Як результат, вміст, створений ШІ, іноді є неоригінальним або не викликає бажаної емоційної реакції. Крім того, ПГ-системи на основі ШІ часто покладаються на великі набори даних і обчислювальні ресурси, що може обмежити їх доступність в невеликих проектах і нішевих додатках.

Ще одним прикладом використання ШІ може бути оптимізація моделей на основі машинного навчання. При оптимізації топології чисельне моделювання знаходить оптимальний розподіл матеріалів у межах заданого обсягу за певних обмежень, таких як розтягнення та зміщення. Ви можете використовувати оптимізацію топології для створення високоефективних і легких структур.

У параметричному проектуванні необхідною умовою є створення конструкції, яку можна легко змінити, змінивши ряд параметрів. Враховуючи кількість елементів управління та обмежень, пов'язаних з параметричним блоком, вбудованим у проект, якщо в опис вбудовані різні виробничі процеси або матеріали, результати проектування, як правило, прийнятні без змін [15]. Питання в тому, чи буде це оптимальним результатом або просто поліпшенням.

Оптимізуючи форму, ви шукаєте не тільки найкраще, але й гарне наближення до найкращого рішення чи найкращого рішення. Це можливо завдяки більш гнучкому та доступному підходу, ніж параметричне проектування. Це найпоширеніший підхід, і він має багато переваг перед параметричним дизайном, особливо тому, що оптимізація форми не вимагає

додаткової параметричної роботи. Таким чином, це варіант вільної форми, на відміну від параметричної конструкції, представленої у вигляді (багатовимірною) прямокутника, який обмежує ступінь свободи системи та покращує її форму.

Як результат, ШІ та ПГ є синергетичними технологіями, що мають значний вплив на багато галузей. Завдяки аналітичним можливостям ШІ, включаючи оптимізацію на основі машинного навчання, та динамічному створенню контенту за допомогою ПГ, відкриваються нові аспекти творчості, продуктивності та взаємодії. Оптимізація на основі машинного навчання дозволяє удосконалювати та покращувати алгоритми ПГ, роблячи їх більш ефективними та адаптивними. З подальшим розвитком ШІ очікується, що його роль у ПГ буде розширюватися, прокладаючи шлях для все більш захоплюючого та персоналізованого досвіду. Однак дуже важливо пам'ятати про обмеження, властиві ШІ, і прагнути до збалансованої інтеграції людської творчості, оптимізації на основі машинного навчання та технологічної досконалості.

2.3 Інтеграція штучного інтелекта для покращення ігрового процесу та взаємодії

Одним із способів інтеграції ШІ для покращення ігрового процесу та взаємодії може бути його використання для покращення взаємодії гравця із NPC.

Неігровий персонаж (Non-Player Character, NPC) - це термін, який використовується переважно в контексті відеоігор та настільних рольових ігор. Це вказує на те, що персонаж контролюється ігровою системою, а не гравцем. Неігрові персонажі використовуються для заселення ігрового світу і надають персонажу гравця можливості для глибини і взаємодії. Вони можуть варіюватися від простих другорядних персонажів до складних особистостей

зі своїми власними історіями, мотивами та ролями в сюжетній лінії гри [16]. Неігрові персонажі є ключовим елементом у створенні насиченого і захоплюючого ігрового процесу, тому що вони допомагають створити атмосферу, розвинути сюжет і надати гравцям випробування і допомогу.

Неігрові персонажі (NPC) відіграють важливу роль у вдосконаленні ігрового процесу, особливо в іграх з відкритим світом. Вони є невід'ємною частиною розповіді та розвитку сюжету, виконуючи завдання, ділячись інформацією та вносячи свій внесок у спільну історію. У грі з відкритим світом NPC ведуть гравців до основної історії та пропонують побічні історії, збагачуючи ігровий світ.

Крім того, NPC привносять життя і реалізм в ігровий світ. Живучи в різних локаціях, вони роблять світ яскравим і динамічним, а їх повсякденна діяльність, розмови та реакція на дії гравця сприяють більшому зануренню в гру. NPC пропонують різноманітні взаємодії, від простих дій до складних відносин. Вони можуть бути союзниками, ворогами, торговцями, наставниками або нейтральними сторонами. Ця різноманітність дозволяє гравцям ознайомитися з різними аспектами ігрового процесу, від війни та стратегії до дипломатії та переговорів.

Добре розроблені NPC можуть викликати емоційні реакції у гравців, від емпатії та співчуття до гніву та суперництва, залежно від ролі NPC та його взаємодії з гравцем. Емоційна взаємодія покращує загальний ігровий процес, роблячи його більш незабутнім і вражаючим [17].

Нарешті, NPC можуть кинути виклик або допомогти гравцям, виконуючи складні завдання, будучи грізними супротивниками або надаючи доступ до допомоги, знань, ресурсів та навичок. Таким чином, NPC відіграють важливу роль у створенні динамічного та захоплюючого ігрового досвіду.

Традиційно неігрові персонажі відеоігор реалізовувалися з використанням комбінації поведінки сценаріїв і зумовлених дерев зв'язку. Ось короткий огляд традиційної реалізації NPC:

– дії сценарію: неігрові персонажі дотримуються заздалегідь написаних сценаріїв, які визначають дії, жести та реакції. Ці сценарії контролюють повсякденну діяльність (наприклад, ходьбу, розмову або виконання завдань), а також реакцію на певні дії гравця та ігрові дії;

– дека діалогів: діалог з неігровими персонажами зазвичай ведеться з використанням дерева діалогів, в якому гравці вибирають з набору зумовлених відповідей під час розмови. Ці дерева керують процесом взаємодії, але обмежені параметрами, запрограмованими розробником;

– кінцеві автомати: багато NPC контролюються кінцевими автоматами, і їх поведінка змінюється залежно від заздалегідь визначеної ситуації (наприклад, атаки в погоні за патрулем), яка спрацьовує за певних обставин (наприклад, близькість або поведінка гравця);

– жорстко закодований ШІ: інтелект NPC, як правило, жорстко закодований, тому він може реагувати або поводитися лише так, як явно запрограмував Розробник. Це призводить до передбачуваних, а іноді і повторюваних закономірностей.

Інтеграція передових технологій ШІ може значно покращити здібності та реалістичність неігрових персонажів у грі (рис. 2.4):

– динамічна та адаптивна поведінка: ШІ дозволяє неігровим персонажам вчитися на взаємодії та адаптувати свою поведінку з часом. Це покращує враження гравця і робить їх більш непередбачуваними і реалістичними;

– обробка природної мови (Natural Language Processing, NLP): завдяки NLP неігрові персонажі можуть розуміти та реагувати на введені гравцем дані більш природним, різноманітним та контекстуальним способом. Це призводить до більш захоплюючих та інтерактивних розмов;

– процедурне створення вмісту: ШІ можна використовувати для динамічного створення унікальних функцій, взаємодій та поведінки NPC. Це додає варіації та зменшує повторюваність, що часто спостерігається у традиційних конструкціях NPC;

– покращене прийняття рішень: неігрові персонажі, керовані ШІ, можуть приймати більш складні та реалістичні рішення. Це особливо корисно в стратегічних іграх і симуляторах, де дії прс можуть мати значний вплив на ігровий світ;

– емоційний інтелект та розпізнавання обличчя: ШІ можна використовувати для створення неігрових персонажів, які розпізнають емоції та міміку гравця та реагують на них як за допомогою тексту, так і за допомогою розпізнавання обличчя за допомогою камери;

– навчання на основі взаємодії з гравцями: NPC, оснащені ШІ, можуть вивчати і запам'ятовувати взаємодії гравців, що призводить до розвитку відносин і індивідуального досвіду.



Рисунок 2.4 – Приклад NPC з використанням ШІ

Щоб зацікавити гравців, ігрова індустрія часто покладається на різні психологічні прийоми. Одним з таких методів є динамічне налаштування складності (Dynamic Difficulty Adjustment, DDA), дизайнерська практика, яка динамічно змінює складність гри залежно від рівня майстерності гравця.

DDA передбачає автоматичне налаштування складності гри на основі рівня майстерності гравця, щоб забезпечити баланс між складністю та доступністю. Відстежуючи рахунок гравця і відповідним чином змінюючи складність гри, геймдизайнер може продовжувати кидати досить виклик, щоб зробити гру цікавою [18].

DDA може проявлятися в різних формах: від зміни налаштувань ШІ противника і параметрів ігрового процесу до зміни доступності ресурсів або допомоги гравцеві. Ці зміни зазвичай відбуваються у фоновому режимі і зазвичай залишаються непоміченими гравцем.

Прикладом гри із використанням цієї технології може бути серія ігор Left 4 Dead, що являє собою добре відомий приклад DDA в дії. У грі є «директор» це ШІ, який регулює складність і інтенсивність гри в режимі реального часу в залежності від поточного стану гравця, стану здоров'я, рівня навичок і швидкості. Щоб зацікавити гравців, директор може створювати різну кількість ворогів, надавати ресурси, змінювати умови навколишнього середовища і забезпечувати індивідуальний ігровий процес.

DDA є ефективним інструментом для підтримки залучення гравців, але його реалізація повинна бути делікатною. Важливо, щоб гра залишалася складною та активною для гравця, уникаючи сценаріїв, коли гравці відчують, що їхні дії мало впливають на результат гри. Крім того, прозоре повідомлення про використання DDA допоможе уникнути розчарування і розгублення гравців.

Використання ШІ в розробці NPC значно покращує ігровий процес, роблячи персонажів динамічними та цікавими. Крім того, методи ШІ, такі як динамічне регулювання складності, оптимізують залучення гравців, адаптуючись до їхніх здібностей. Подальший розвиток ШІ в ігровому дизайні обіцяє ще більш захоплюючі та персоналізовані ігри, забезпечуючи баланс між захопленням та чесністю.

2.4 Інноваційні підходи до дизайну та творчих процесів за допомогою ШІ та UE5

ШІ здійснив революцію в різних галузях, зокрема у сфері мистецтва та творчості. Одним із захопливих застосувань технології ШІ є створення персонажів і концепт-арту.

Персонажі та концепт-арт, створені ШІ – це створення цифрових творів мистецтва, в першу чергу персонажів, сеттингу і сцен, з використанням алгоритмів і методів ШІ [32]. Ці роботи, як правило, створюються автономно або з мінімальним втручанням людини і демонструють можливості машинного навчання та продуктивних конкурентних мереж (GAN).

Персонажі та концепт-арт, створені ШІ, передбачають використання алгоритмів для створення візуального вмісту на основі заздалегідь визначених параметрів та навчальних даних [19]. Ці алгоритми можуть моделювати різні стилі мистецтва, від реалістичного до абстрактного, і створювати високоякісні зображення, які можна використовувати в різних додатках.

ШІ створює Дизайни, аналізуючи величезну кількість даних, вивчаючи шаблони і стилі, а також створюючи новий контент на основі отриманої інформації. Такі технології, як глибоке навчання, дозволяють системам ШІ розуміти та відтворювати художні елементи, дозволяючи їм створювати різноманітні та візуально приголомшливі твори мистецтва.

Дизайни, створені ШІ, значно скорочує час і зусилля, необхідні для створення візуального контенту. Художники можуть швидко створювати багато ітерацій персонажів та концепцій, спрощуючи процес проектування та скорочуючи терміни виконання проекту (рис. 2.5). ШІ відкриває нові можливості для художнього самовираження, надаючи художникам інструменти для вивчення незвичайних ідей і стилів. Дизайни, створені за допомогою ШІ, часто розширює межі традиційних мистецьких практик і демонструє широкий спектр творчості та різноманітності.

Дизайни, створені за допомогою ШІ, демократизує творчий процес і робить художні інструменти та ресурси більш доступними для художників усіх здібностей крім того, дизайни, створені з використанням ШІ, є більш доступним у порівнянні з традиційними методами і є життєздатним варіантом для приватних осіб і підприємств з обмеженим бюджетом .



Рисунок 2.5 – Приклад згенерованого коцепт арту за допомогою Leonardo AI

Однією з проблем мистецтва, створеного за допомогою ШІ, є забезпечення контролю якості та збереження оригінальності. ШІ може створювати візуально привабливі твори мистецтва, але існує ризик створення похідного або повторюваного вмісту, який не має унікальності чи художньої цінності [20].

Зростання мистецтва, створеного ШІ, викликає етичні проблеми, пов'язані з авторським правом, власністю та роллю людської творчості. Є питання щодо автентичності та авторства творів мистецтва, створених ШІ,

що викликає суперечки у світі мистецтва щодо етичних наслідків використання ШІ.

Дизайни, створені ШІ, використовується в кіно, телебаченні та анімації для створення захоплюючих персонажів, оточення та візуальних ефектів. ШІ дозволяє режисерам і аніматорам оптимізувати виробничий процес і втілити вигаданий світ в життя.

В ігровій індустрії дизайни, створені ШІ, використовується для розробки персонажів, середовища та ресурсів для відеоігор. Інструменти, засновані на штучному інтелекті, дозволяють розробникам ігор створювати захоплюючі ігрові враження з приголомшливими візуальними ефектами і динамічним контентом.

Дизайни, створені ШІ, використовується в маркетингових і рекламних кампаніях для створення привабливих візуальних ефектів і матеріалів для брендингу. За допомогою ШІ маркетологи можуть персоналізувати контент, оптимізувати дизайн і залучати аудиторію привабливими зображеннями.

Ці платформи надають художникам настроювані параметри та функції, а також контролюють стиль, композицію та характеристики творів мистецтва, створених ШІ. Художники можуть експериментувати з різними налаштуваннями та внесками, щоб створити унікальні та персоналізовані твори.

Оскільки технології ШІ продовжують розвиватися, можна очікувати серйозних змін в області мистецтва, створюваного ШІ. Майбутні результати включають покращений реалізм, підвищену інтерактивність і безшовну інтеграцію з іншими креативними технологіями.

Інтеграція ШІ та традиційних методів мистецтва відкриває широкий спектр можливостей для співпраці та інновацій. Художник поєднує в собі елементи, створені ШІ та різними технологіями, щоб створити змішаний витвір мистецтва, який об'єднує найкраще з обох світів.

Персонажі та концепт-арт, створені за допомогою ШІ, є захоплюючим перетином мистецтва та технологій, відкриваючи нові можливості для

творчості, ефективності та інновацій. ШІ викликає деякі проблеми та етичні проблеми, але немає сумнівів, що він може революціонізувати світ мистецтва. У міру того, як технології ШІ продовжують розвиватися, очікується подальший прогрес і застосування в області мистецтва, створеного ШІ [21].

ШІ та UE5 революціонізують дизайн та творчі процеси, пропонуючи інноваційні підходи до створення персонажів, концепт-арту, рівнів, анімації та середовищ. Завдяки використанню ШІ, творці можуть оптимізувати робочі процеси, генерувати різноманітні ідеї та створювати реалістичні та захоплюючі віртуальні світи. Незважаючи на виклики, пов'язані з етичними питаннями та технічними обмеженнями, майбутнє дизайну та творчості з використанням ШІ та UE5 виглядає багатообіцяючим, відкриваючи нові горизонти для інновацій та співпраці.

РОЗДІЛ 3

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ НА БАЗІ UE5

3.1 Формування проекту 3D-середовища

UE5 встановлюється та запускається в подальшому через Epic Games Launcher. У Unreal Project Browser було обрано вкладку Games та розпочато створення нового проекту. Для проекту було обрано відповідний шаблон First Person [22].

Під час налаштування проекту йому було надано назву Diplom, місце збереження обрано на диску C, якість графіки встановлено на високу, а цільовою платформою визначено ПК та консолі. Стартовий контент було включено для отримання базових ассетів та blueprints (рис. 3.1).

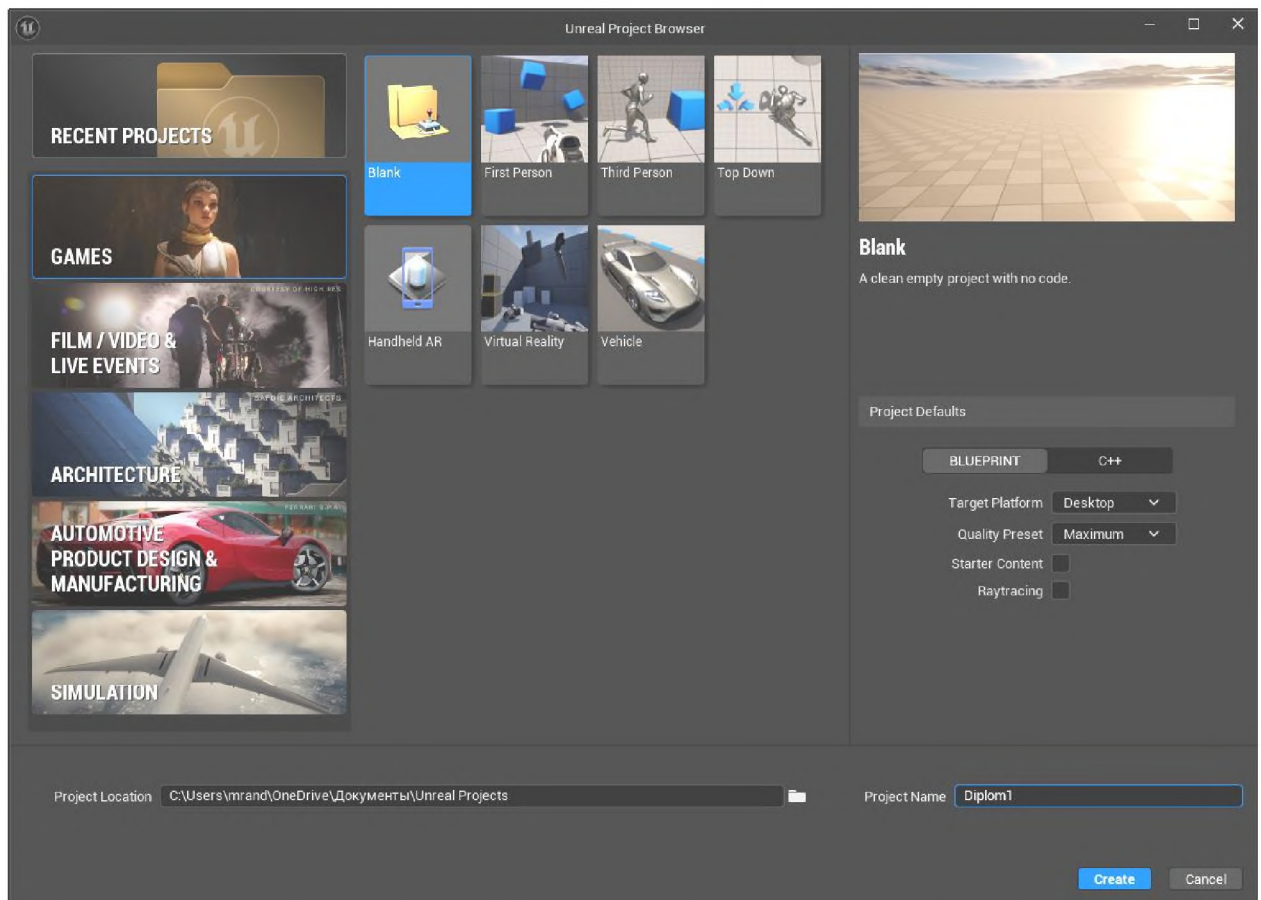


Рисунок 3.1 – Вигляд сторінки створення проекту

Після завершення налаштувань UE5 розпочав генерування проекту. Після успішної генерації Unreal Editor автоматично відкрився, надаючи доступ до інструментів для створення проекту від першої особи (рис. 3.2).

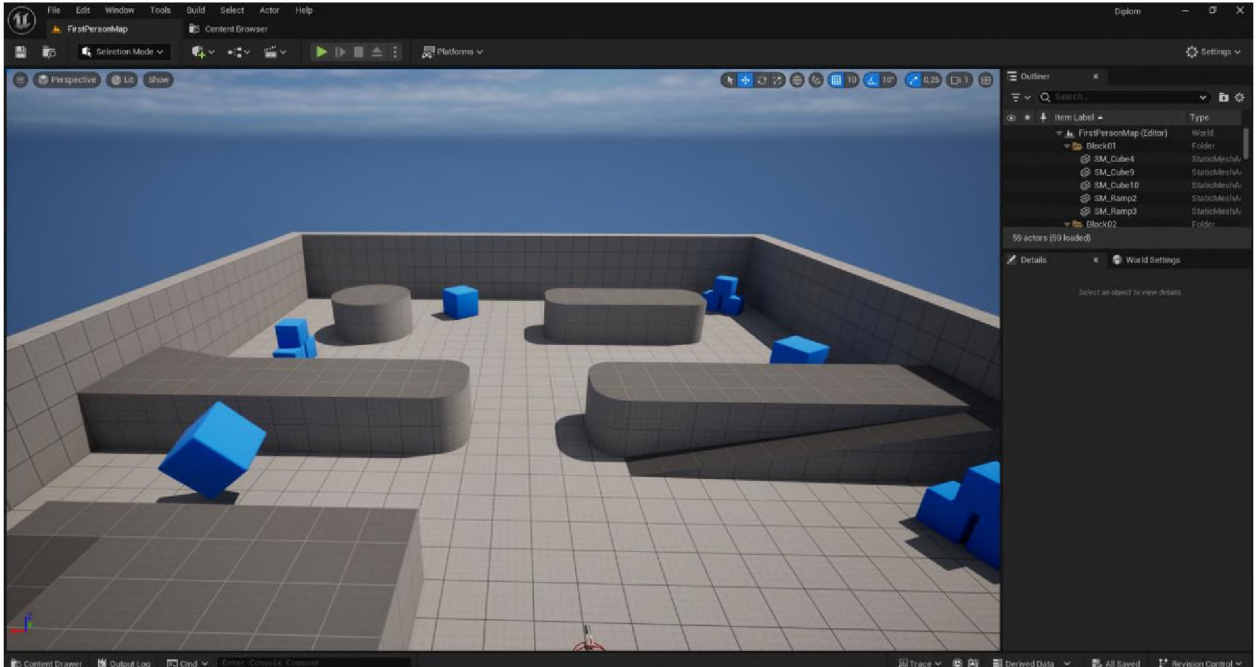


Рисунок 3.2 – Вигляд сторінки створення проекту

Створення проекту від першої особи в UE5 виявилося простим та ефективним процесом [23]. Вибір шаблону, налаштування параметрів та використання стартового контенту забезпечили швидкий старт розробки. UE5 надає потужні інструменти для створення захоплюючих шутерів з високою якістю графіки.

3.2 Підготовка матеріалів для проекту 3D-середовища

Quixel Bridge слугує мостом між художниками та величезною бібліотекою 3D-активів Quixel Megascans. Quixel Megascans – це величезна онлайн-бібліотека високоякісних 3D-активів, включаючи текстури, матеріали та 3D-моделі, захоплені з реальних джерел [33]. Ці ресурси використовуються

розробниками ігор, кінематографістами та іншими цифровими художниками для підвищення реалістичності та якості своїх проектів [24]. На додаток до управління ресурсами, Quixel Bridge також включає в себе функції для організації ресурсів, налаштування матеріалів та експорту ресурсів до різних програм для роботи з 3D. Він став цінним інструментом для професіоналів, які працюють у таких сферах, як розробка ігор, віртуальне виробництво, архітектурна візуалізація тощо.

Використовуючи Quixel Bridge розпочав підготовку матеріалів для того, щоб додати їх до проекту (рис. 3.3 - 3.5):

– UE5 дозволяє визначати різні типи поверхонь для ваших матеріалів, контролюючи їхню взаємодію з фізичними симуляціями та звуковими ефектами. Фізичні матеріали можна налаштувати для імітації широкого спектру поверхонь, від бетону і дерева до металу і скла. Ці налаштування впливають на такі властивості, як тертя, пружність і генерування звуку;

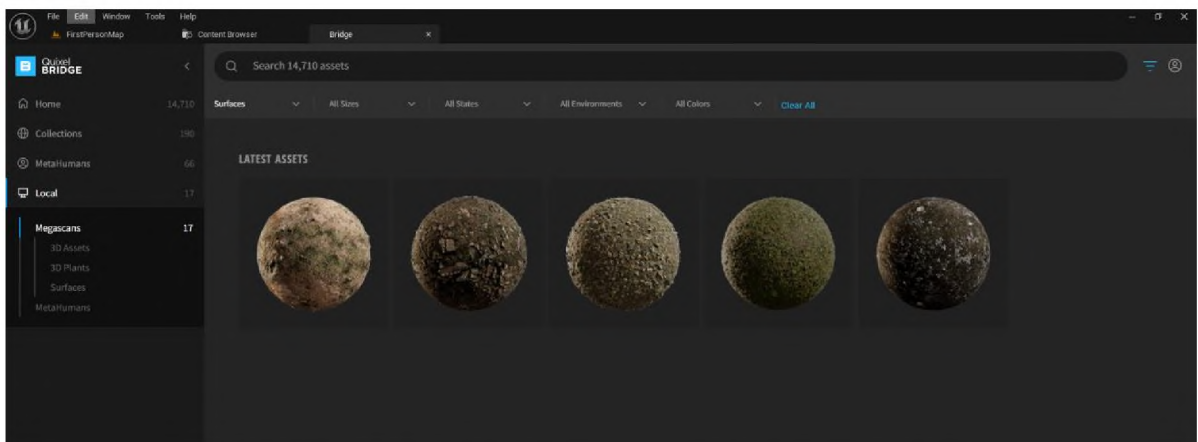


Рисунок 3.3 – Вигляд завантажених поверхонь

– 3D - рослини в UE5 (UE5) є важливим елементом для створення захоплюючого та реалістичного середовища. UE5 пропонує потужний набір інструментів та робочий процес для створення та інтеграції високоякісної 3D рослинності у ваші проекти;

– 3D - асети – це будівельні блоки будь-якого 3D-середовища в UE5. Вони включають моделі, текстури, матеріали, анімацію та звуки, які

оживляють ваші віртуальні світи. UE5 пропонує різні способи отримання та створення високоякісних 3D-асетів.

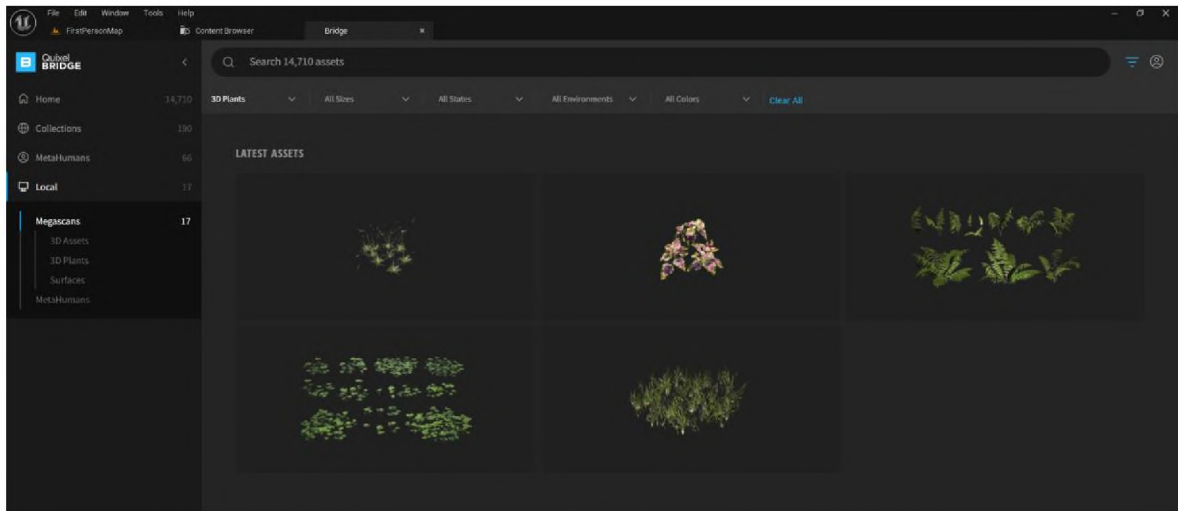


Рисунок 3.4 – Вигляд завантажених рослин

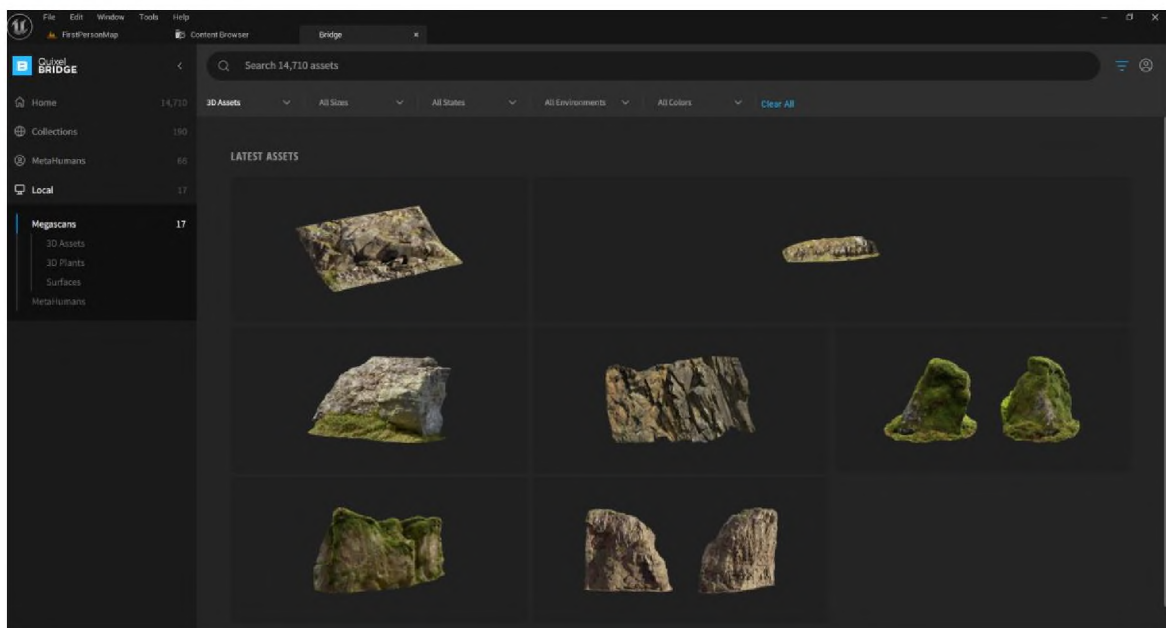


Рисунок 3.5 – Вигляд завантажених асетів

Після цього завантажив Megascans Trees: European Black Alder з магазину в лаунчері (рис. 3.6). Це повний набір видів дерев, що містить 22 унікальних деревних ресурси: 9 лісових дерев, 5 польових дерев, 6 саджанців та 2 саджанці до того ж, він є абсолютно безкоштовним.

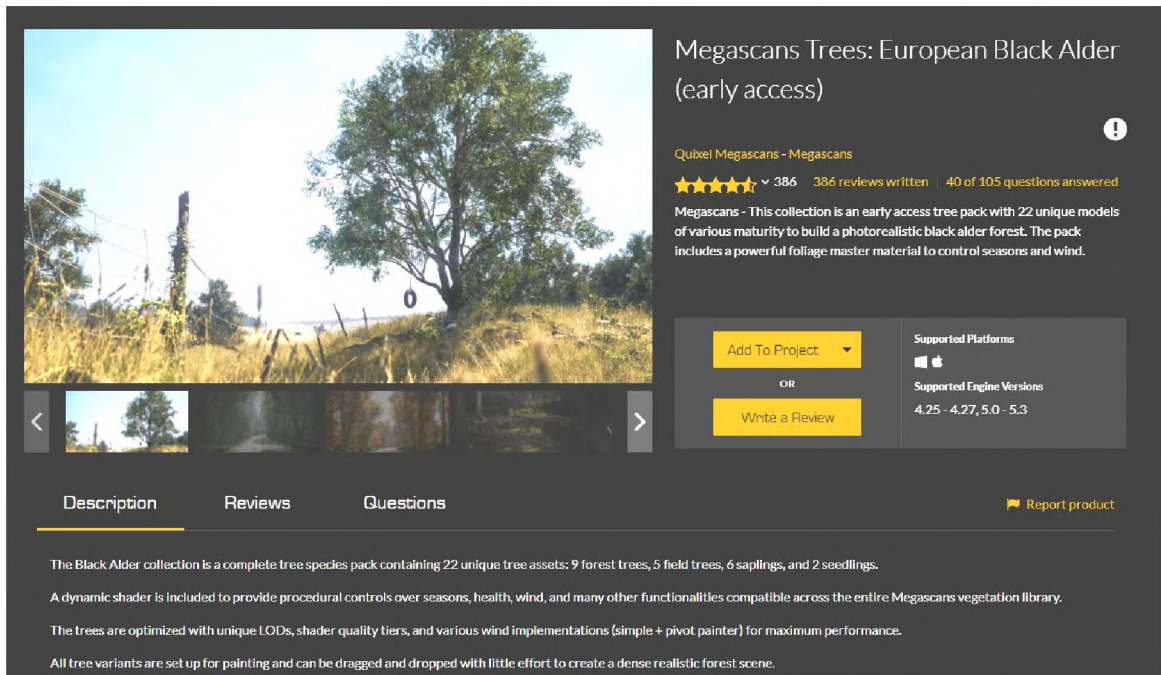


Рисунок 3.6 – Вигляд сторінки магазину лаунчеру

Використання Quixel Bridge та бібліотеки Megascans значно спрощує та прискорює процес створення реалістичних 3D-середовищ в UE5. Завдяки величезному вибору високоякісних асетів, включаючи поверхні, рослини та інші 3D-об'єкти, розробники можуть легко знайти та імпортувати необхідні ресурси для своїх проєктів.

3.3 Створення ландшафту та його деталізація

У Unreal Engine створення ландшафту починається з вибору інструменту Landscape на панелі інструментів. Після активації цього інструменту на сцені з'являється сітка ландшафту, розміри якої можна налаштувати відповідно до потреб проєкту [25]. Для створення рельєфу використовуються інструменти скульптингу, такі як підняття, опускання, згладжування та інші (рис. 3.7). За допомогою цих інструментів можна формувати гори, долини, рівнини та інші форми рельєфу, створюючи унікальний ландшафт.

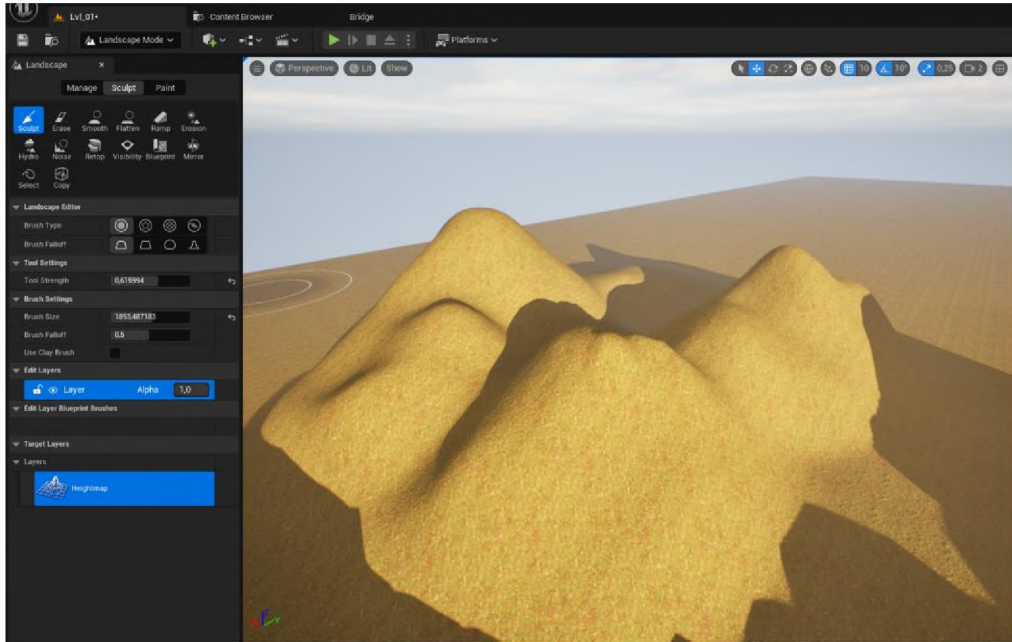


Рисунок 3.7 – Вікно інструменту Landscape

За допомогою інструментів меню Landscape було змодельовано ландшафт. Використовуючи різні інструменти було сформовано основні риси рельєфу, створюючи височини, низини, плато та інші форми. Для надання ландшафту більшої деталізації та реалістичності було використано раніше підготовлені ассети. Розміщення каменів, скель, та інших об'єктів на поверхні ландшафту дозволило створити більш органічний та живий вигляд (рис. 3.8).

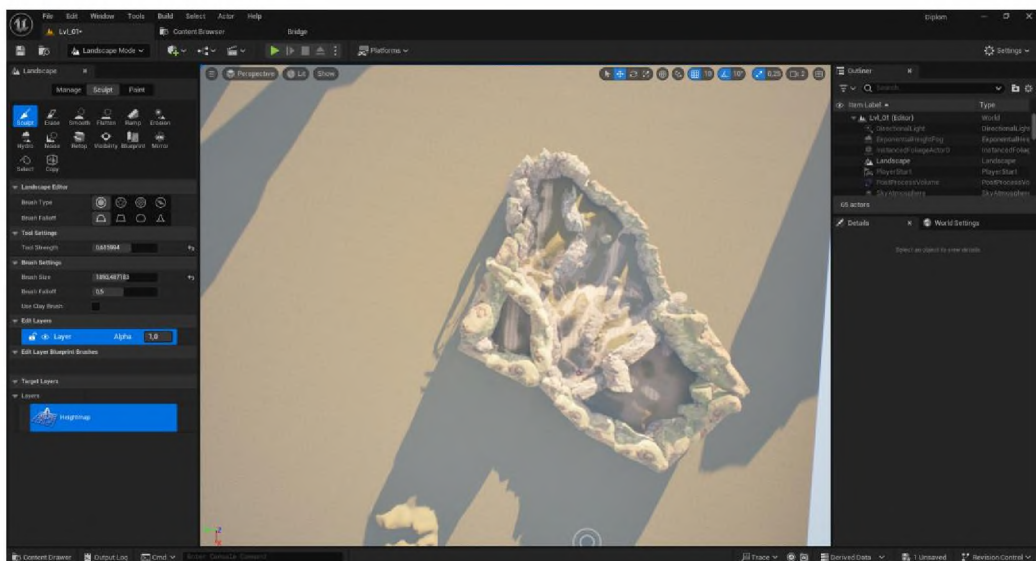


Рисунок 3.8 – Змодельований ландшафт

Після створення базового рельєфу можна перейти до текстурювання. Unreal Engine надає різноманітні матеріали та текстури для ландшафтів, які можна комбінувати та налаштовувати для досягнення бажаного вигляду [26]. Для більш детального контролю можна використовувати інструмент «Paint», який дозволяє «малювати» різні матеріали на поверхні ландшафту (рис. 3.9).

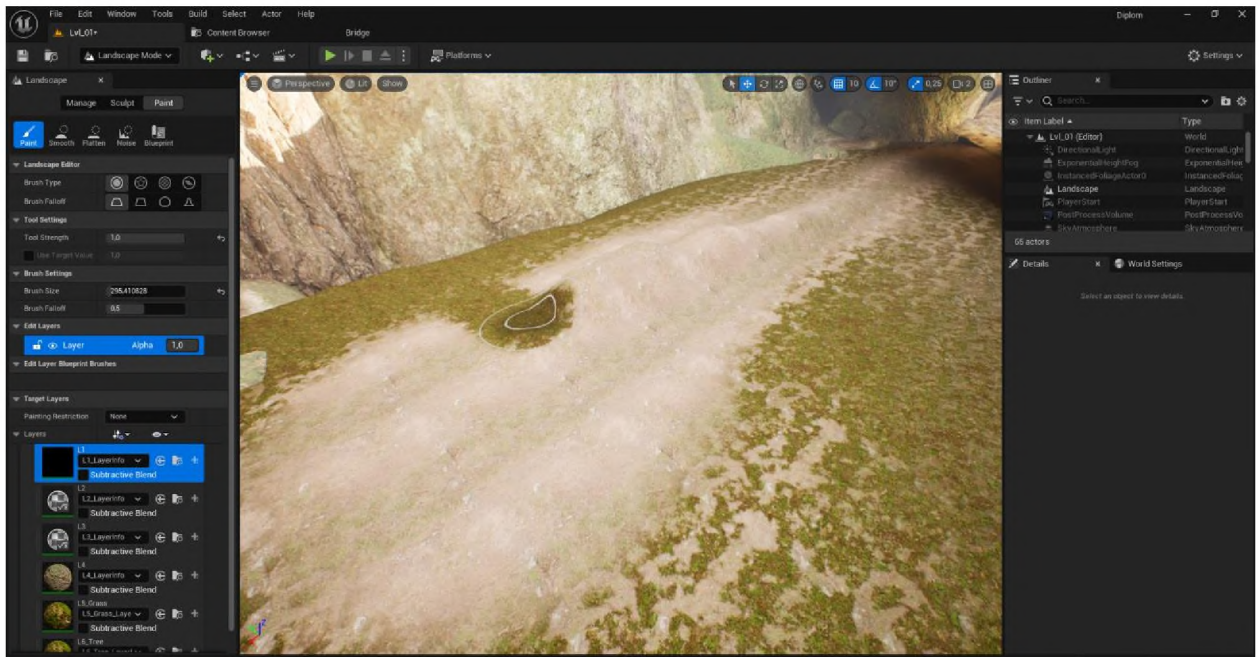


Рисунок 3.9 – Вигляд меню Paint

Після завершення текстурювання ландшафту, настав час наповнити його різними деталями [27]. З цією метою було розпочато етап додавання різноманітних елементів, які зробили б віртуальний світ більш реалістичним та цікавим для дослідження.

Першим кроком було додавання рослинності. Були використані різні види дерев, від високих сосен до розлогих дубів, щоб створити лісові масиви та окремі гаї [28]. Кущі та чагарники додали густоти та різноманітності, а трава покрила відкриті простори, створюючи ілюзію природного середовища (рис. 3.10).

Далі було додано різноманітні камені та скелі. Великі валуни були розміщені на схилах гір а дрібні камінці розкидані по землі, додаючи реалізму та природності ландшафту (рис. 3.11).

Завдяки ретельному процесу додавання різноманітних деталей, початкова геометрична форма ландшафту була трансформована у візуально привабливе та динамічне середовище, готове до інтерактивних досліджень [29].

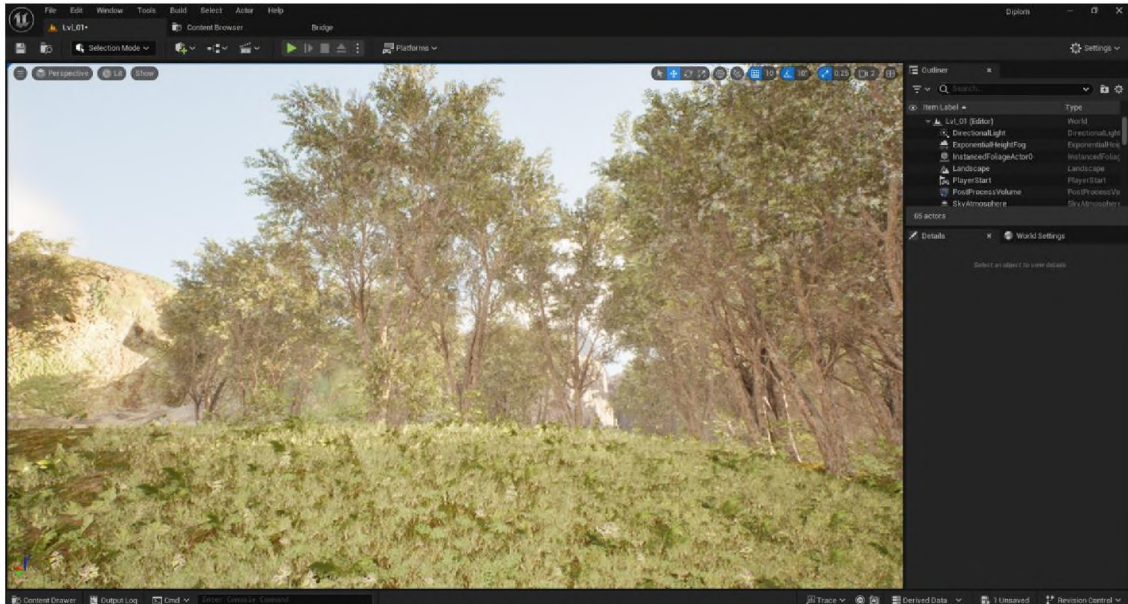


Рисунок 3.10 – Додана рослинність до проекту

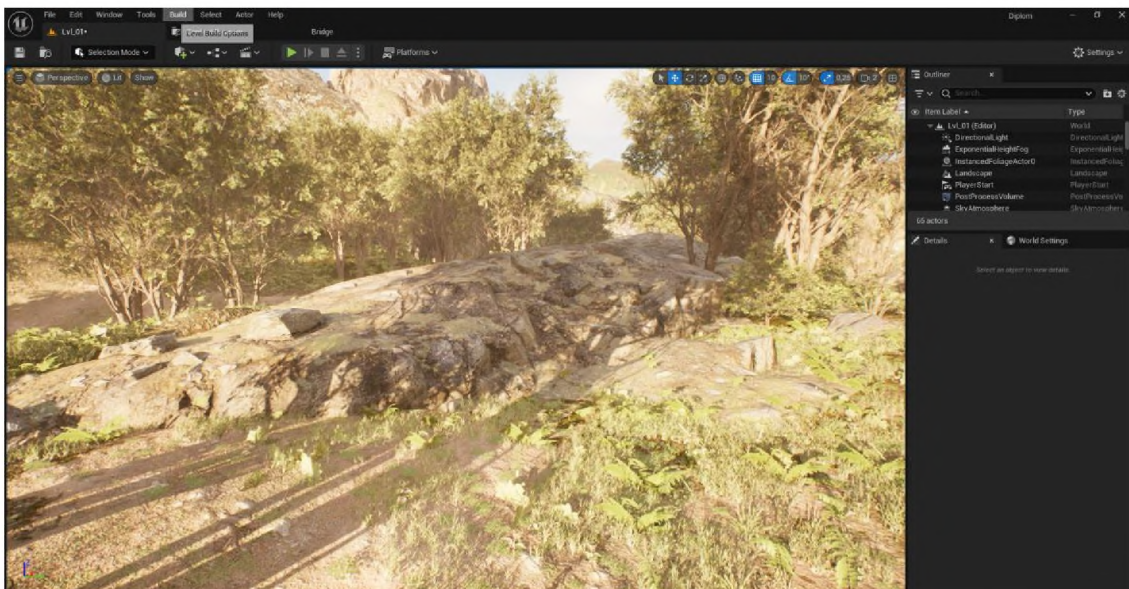


Рисунок 3.11 – Додана деталізація у вигляді різних каменів

Інтеграція різноманітних елементів флори, таких як сосни, дуби, кущі та трава, забезпечила створення реалістичних лісових масивів та природних

зон [30]. Розміщення валунів, скель та інших геологічних утворень додало автентичності та візуальної складності ландшафту (рис. 3.12 – 3.13).

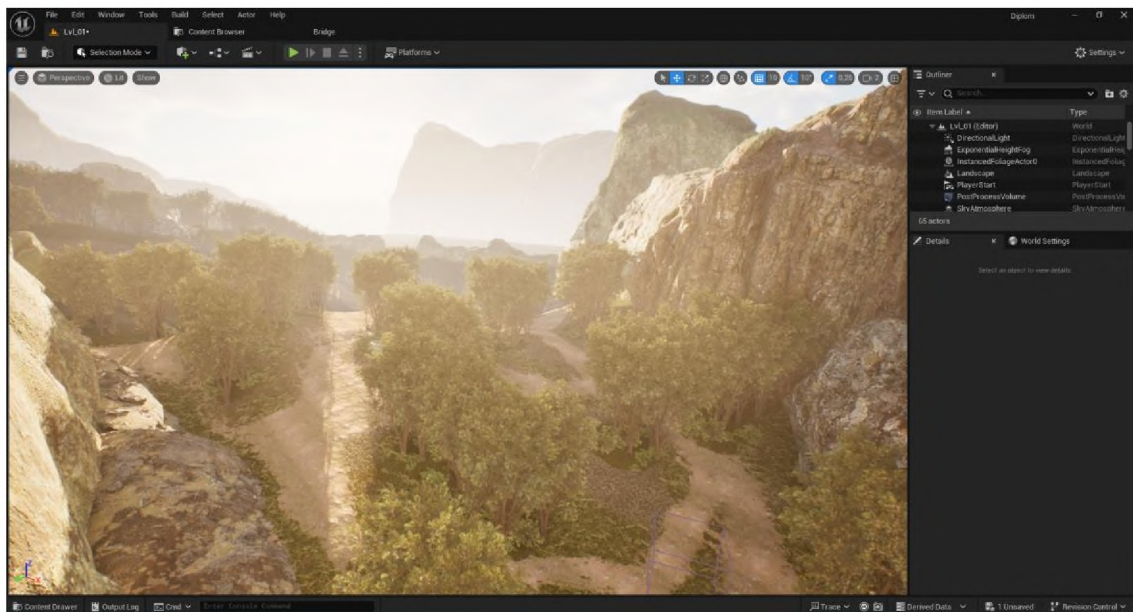


Рисунок 3.12 – Фінальний вигляд створеного проекту

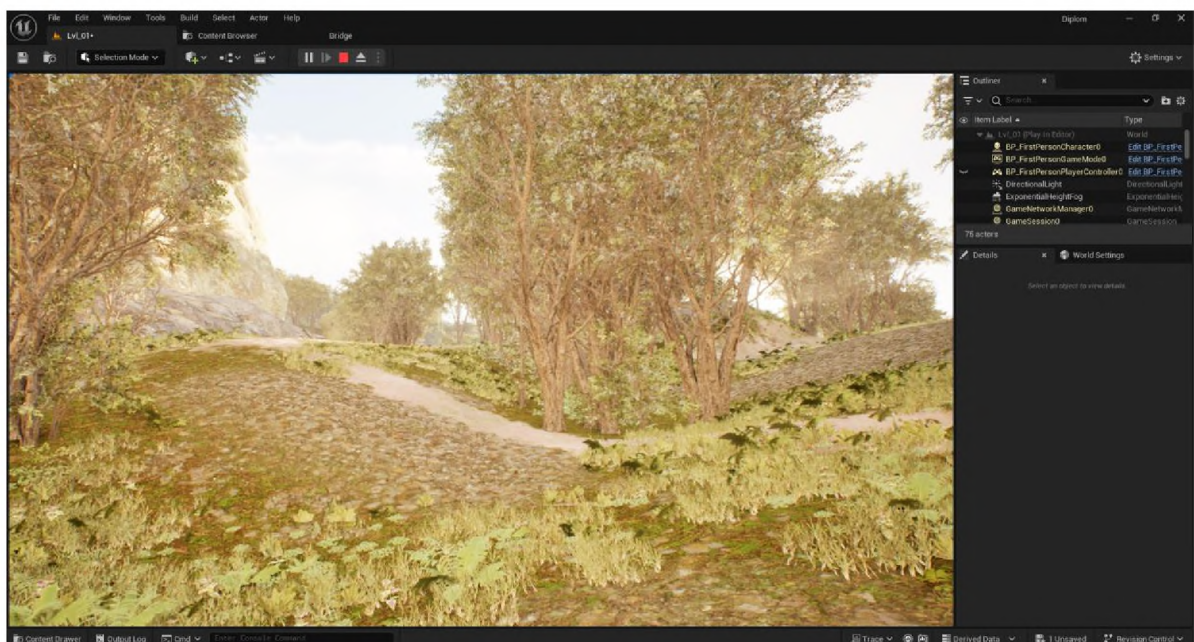


Рисунок 3.13 – Фінальний вигляд створеного проекту від першого обличчя

На цьому етапі завершено розробку проекту на базі UE5. Було успішно створено деталізований та реалістичний ландшафт, наповнений різноманітними природними та штучними об'єктами.

3.4 Економічне обґрунтування прийнятих рішень

Розробка дипломного проекту складається з наступних етапів:

- проектування – постановка задачі, розробка технічного завдання та розробка алгоритмів вирішення (14% від загального часу);
- моделювання – безпосередній процес моделювання ландшафту (63% від загального часу);
- тестування – виявлення дефектів оптимізація та багів з подальшим усуненням (13% від загального часу);
- реалізація проекту (10% загального часу).

Діаграма розподілу часу для моделювання ландшафту на базі UE5 у відсотковому відношенні (рис. 3.14).

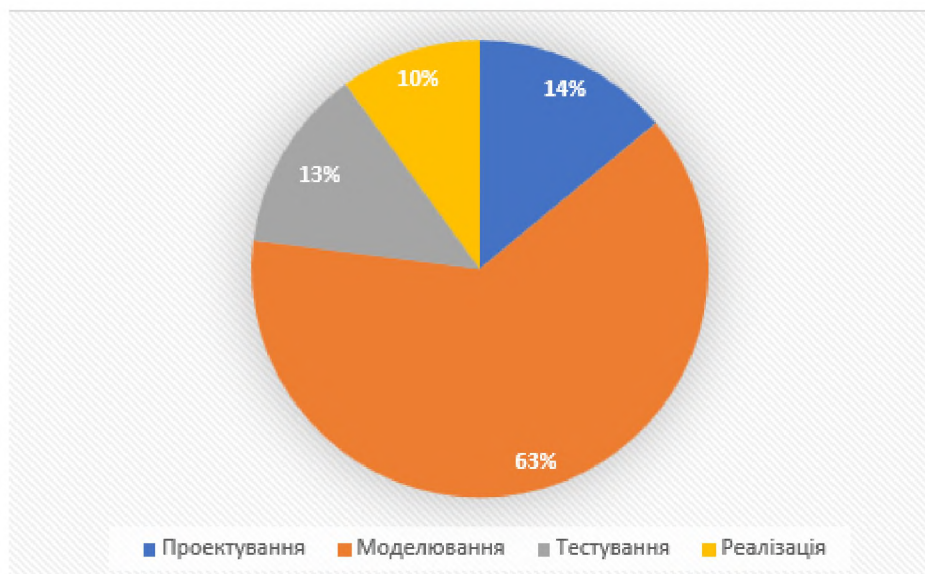


Рисунок 3.14 – Діаграма розподілу часу для моделювання ландшафту

Загальний термін моделювання проекту на базі UE5 – один місяць.

Розрахуємо всі можливі витрати, пов'язані з моделюванням ландшафту та його деталізацією.

Вартісна оцінка включає:

- ресурси та комплектуючі (М);
- електроенергія (Е);

- основна заробітна плата розробників (Z_o);
- відрахування до фонду соціального захисту населення та на обов'язкове страхування ($C_{сн}$);
- амортизація обладнання та програмного забезпечення (A);
- накладні витрати (PH).

Вартість матеріалів (M), необхідних розробки програмного забезпечення представлена відповідно до табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Вартість ресурсів, необхідних для створення проекту

Найменування ресурсів	Кількість, шт.	Ціна, грн.	Сума, грн.
Ассети	2	1500,00	3000,00
Програмне забезпечення	1	800,00	800,00
Інтернет	1	400,00	400,00
Хмарні сервіси	1	200,00	200,00
Разом			4400,00

Загальна вартість ресурсів, необхідні інтернет магазину електронних товарів 4400,00 грн.

$$M = 3000,00 + 800,00 + 400,00 + 200,00 = 4400,00 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергію (E), необхідні розробки програмного забезпечення склали 36,96 грн. За місяць витрати електроенергії становили 14 кВт. Базовий тариф становить 2,64 грн/кВт-год..

$$E = K_e \times T_p, \quad (3.1)$$

де K_e – вартість одного кВт /год, грн.;

T_p – кількість кВт/год.

$$E = 2,64 \times 15 = 36,96 \text{ грн.}$$

Основною статтею витрат під час моделювання ландшафту є заробітна плата (Z_o) розробника.

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_o = TC_i \times K_i \times n \times t, \quad (3.2)$$

де TC_i – тарифна ставка фахівця i -го розряду, грн;

K_i – коефіцієнт преміювання ($K_i = 1,2$);

n – кількість виконавців, які брали участь у розробці програмного забезпечення, чол. (одна людина);

t – кількість часу, витрачене розробку інтернет магазину сільськогосподарських товарів, місяців (два місяці).

$$Z_o = 14000,00 \times 1,2 \times 1 \times 1 = 16800,00 \text{ грн.}$$

Тарифна ставка i -го розряду ($ТС_i$) розраховується за такою формулою:

$$ТС_i = ТС_1 \times ТК, \quad (3.3)$$

де $ТС_1$ – діюча тарифна ставка 1-го розряду;

$ТК$ – тарифний коефіцієнт згідно з ЄТС становить 2,84.

$$ТС_i = 2670,00 \times 2,84 = 7582,8 \text{ грн.}$$

Розраховуємо суму відрахувань на соціальні потреби ($Z_{сз}$):

$$Z_{сз} = \frac{(Z_d + Z_o) \times H_{сз}}{100\%}, \quad (3.4)$$

де $H_{сз}$ – норматив відрахувань до Фонду соціального захисту населення та відрахувань на обов'язкове страхування (35%).

$$Z_{сз} = \frac{(16800,00) \times 35\%}{100\%} = 5880,00 \text{ грн.}$$

Вартість основних засобів (C) та нематеріальних активів, що використовуються в процесі розробки проекту:

Основні засоби:

– ноутбук Lenovo (43000,00 грн).

Нематеріальні активи:

– 3ds max (9400,00 грн);

Розрахуємо вартість основних засобів та нематеріальних активів:

$$Z = 43000,00 + 9400,00 = 52400,00 \text{ грн.}$$

Норма амортизації для лінійного способу нарахування обчислюється за такою формулою:

$$H_a = \frac{1}{T_c} \times 100\%, \quad (3.5)$$

де T_c – термін експлуатації обладнання.

Розрахуємо амортизаційні відрахування за п'ять років.

$$H_a = \frac{100\%}{5} = 20\%$$

Розрахувати амортизацію за рік (A).

$$A = \frac{C \times H_a}{100\%} = \frac{52400,00 \times 20\%}{100\%} = 10480,00 \text{ грн.}$$

Розрахуємо амортизаційні відрахування за місяць (A_1):

$$A = \frac{C \times H_a}{12}, \quad (3.6)$$

$$A_1 = \frac{10480,00}{12} = 873,30 \text{ грн.}$$

Накладні витрати (P_n), які відносяться до розробленого програмного забезпечення за нормативом (H_p) у відсотках до основної заробітної плати виконавця, визначатимуться за формулою:

$$P_n = 3_o \times \frac{H_p}{100\%}, \quad (3.7)$$

де P_n – накладні витрати на конкретне ПЗ, грн.;

H_p – стандартні накладні витрати – 10%.

$$P_n = 16800,00 \times \frac{10\%}{100\%} = 1680,00 \text{ грн.}$$

Загальна вартість згідно кошторису (планова вартість (C) на ПЗ розраховується за формулою:

$$C = M + E + 3_o + 3_d + 3_{cz} + A + P_n. \quad (3.8)$$

Результат розрахунків оформляємо в табл. 3.2.

У даному розділі було детально описано процес реалізації проекту на базі UE5. Було розглянуто створення проекту, підготовку матеріалів, моделювання ландшафту та його деталізацію.

Таблиця 3.2 – Розрахунок планової вартості проекту

Стаття витрат	Витрати, грн.
1. Матеріали та комплектуючі (М)	4400,00
2. Електроенергія (Е)	36,96
3. Основна заробітна плата виконавців (Z_o)	16800,00
4. Відрахування на соціальні потреби (Z_{cs})	5880,00
5. Амортизація (А)	873,30
6. Накладні витрати (P_n)	1680,00
7. Загальна сума витрат за кошторисом (повна собівартість) (С)	29670,26

За допомогою інструментів UE5 та бібліотеки Megascans вдалося створити реалістичне та візуально привабливе 3D-середовище. Також було проведено економічне обґрунтування проекту, розраховано витрати на матеріали, електроенергію, заробітну плату та амортизацію обладнання.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи була досягнута її початкова мета та вирішені поставлені завдання. Було проаналізовано основну наукову, методичну та нормативну літературу з теми Data Farming, розробки 3D-середовищ на базі ігрового рушія Unreal Engine 5 з використанням штучного інтелекту.

У першому розділі було розглянуто теоретичні основи багатовимірної обробки даних, її використання в умовах сценарію багатомаштабної гібридної війни та розглянуто роботу помічника DAVE.

У другому розділі було досліджено ключові технології Unreal Engine 5, такі як Nanite, Lumen, Virtual Shadow Maps та Temporal Super Resolution, та їх вплив на процес створення 3D-середовищ. Було розглянуто роль штучного інтелекту в автоматизації 3D-моделювання та його потенціал для покращення ігрового процесу та взаємодії.

У третьому розділі було описано практичну реалізацію проекту створення 3D-середовища на базі Unreal Engine 5. Було детально розглянуто процес створення проекту, підготовку матеріалів, моделювання ландшафту та його деталізацію.

За допомогою інструментів UE5 та бібліотеки Megascans було створено реалістичне та візуально привабливе 3D-середовище. Також було проведено економічне обґрунтування проекту, розраховано витрати на матеріали, електроенергію, заробітну плату та амортизацію обладнання.

У результаті кваліфікаційної роботи було розроблено програмний продукт (віртуальне 3D-середовище), який може бути використаний в різних галузях, таких як ігрова індустрія, архітектура, кінематограф та освіта.

Застосування Unreal Engine 5 та сучасних технологій дозволило створити високоякісний та реалістичний віртуальний світ, який може бути використаний для різноманітних цілей, від розробки ігор до створення віртуальних турів та презентацій.

Розроблений проект пройшов тестування на працездатність та оптимізацію. В подальшому, проект може бути доповнений різними елементами, такими як персонажі, ігрова механіка, звукові ефекти тощо.

Таким чином, результатами роботи є розробка методологічної основи інтеграції інструментарію Unreal Engine 5, технологій 3D та штучного інтелекту

Вони можуть бути використані для подальших досліджень за даною тематикою та при проектуванні сцен візуалізації.