



Випускна кваліфікаційна робота бакалавра

**Розробка 3D інтерфейсу людино-машинної взаємодії
(на прикладі Escape Chronicles)**

на здобуття бакалаврського рівня вищої освіти
зі спеціальності «122 Комп'ютерні науки»

Виконавці проекту

№	П.І.Б.	Група
1	Семчук В. Б.	КН-П-211
2	Шеленгівський А. Л.	КН-П-211
3	Врублевська Ю. Д.	КН-Д-211

Автор звіту

_____ Врублевська Юлія Данилівна

Науковий керівник	Марущак Олександр Олександрович
-------------------	---------------------------------------

АНОТАЦІЯ

Врублевська Ю. Д. Розробка 3D інтерфейсу людино-машинної взаємодії (на прикладі Escape Chronicles): випускна кваліфікаційна роботи на здобуття бакалаврського рівня вищої освіти зі спеціальності «122 Комп'ютерні науки». - Одеса: ОТУШ, 2025 - 27 с.

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці кооперативної 3D-гри, яка симулює спільну втечу гравців із віртуальної в'язниці. Метою проєкту є створення інтерактивного середовища, що сприяє розвитку командної взаємодії, стратегічного мислення та логіки.

Актуальність теми зумовлена зростаючим попитом на багатокористувацькі кооперативні ігри, які дозволяють гравцям взаємодіяти у реальному часі, долаючи фізичну відстань. Ринок відеоігор останніми роками демонструє стійкий інтерес до продуктів з елементами соціальної взаємодії, гнучкого геймплею та можливістю проходження у команді. Розробка даного проєкту відповідає цим тенденціям, поєднуючи захопливу тематику втечі з в'язниці із сучасними підходами до дизайну ігрового процесу та мережевої взаємодії.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Технічне завдання до проекту	4
РОЗДІЛ 1. Блокінг та створення рівня	7
РОЗДІЛ 2. 3D-моделювання статичних та інтерактивних об'єктів	10
РОЗДІЛ 3. UI/UX	13
РОЗДІЛ 4. Персонажі	16
РОЗДІЛ 5. Аудіовізуальні ефекти	20
РОЗДІЛ 6. Результати випробувань	22
ВИСНОВКИ	24
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	26

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ
Тривимірний гра-симулятор втечі з в'язниці
(за зразком The Escapists 2)

Загальний опис.

Програмне забезпечення (ПЗ) є тривимірною грою, що моделює життя ув'язненого в умовах охоронюваної в'язниці. Гравець має дотримуватись розпорядку, взаємодіяти з неігровими персонажами (ув'язненими та охоронцями), збирати предмети, працювати, створювати інструменти та планувати втечу. Всі персонажі та об'єкти діють за власними правилами, формуючи симулятивну ігрову систему. Кінцева мета гравця — втекти з в'язниці, уникаючи підозри та переслідування охоронців.

Мета.

Метою нашої розробки є створення інформаційної технології для моделювання предметної галузі ігрових симуляцій на основі розроблення архітектури та реалізації автоматизованої багатокомпонентної системи з елементами мультиплеєру, збереження станів, штучного інтелекту, та управління ігровим процесом у реальному часі.

Вимоги до функціоналу.

Персонажі

Найдеталізованіші моделі з чіткими силуетами для швидкого впізнання:

В'язні: цільний одяг, відмінність одяга за кольором.

Охорона: роздільний одяг з аксесуарами (капелюх, піктограма на груді).

Медперсонал: медичне вбрання з впізнаваним червоним хрестом.

Без одягу: звичайна спідня білизна (при знятті одягу з персонажа або під час події «Душ»).

Скелет:

Уніфікована rig-система для спільної анімації NPC з використанням оригінального скелета Unreal Engine 5.

Предмети та інтерактивні об'єкти:

Ігрові предмети (ключі, інструменти, зброя):

3D-моделі з впізнаваними силуетами.

Іконки в інвентарі (96x96 px).

Оточення та локації

Модульні блоки для швидкого створення рівнів:

Двері, меблі, текстури з можливістю повторного використання.

Текстури PBR (Albedo, Roughness, Normal):

Натуральними матеріалами (метал, дерево) з ефектом зношеності через smart masks.

Освітлення

Оптимальне освітлення, при якому немає недоєкспонованих та переєкспонованих ділянок як вдень, так і вночі.

Інтерфейс (UI/UX)

Основна ідея:

Стилістика: проста та інтуїтивно зрозуміла. Відповідна під основну концепцію проекту.

Ігровий HUD

Індикатори стану:

Шкали здоров'я, енергії та підозри у вигляді зрозумілих іконок з відсотками.

Інформаційний блок:

Відображення ігрового часу та подій, що відбуваються у певний момент гри. Відображення присутності або відсутності на події.

Меню крафту:

Візуальна сітка для розділення та відображення усіх предметів з можливістю крафту.

Опис предметів при наведенні.

Аудіовізуальні ефекти

Звуковий дизайн:

Унікальні звуки для кожного типу дій (наведення та натискання на кнопку, переключення слоту інвентаря, звуки душа).

Музичні теми для режимів (спокійний час, їдальня)

Технології

Ігровий рушій Unreal Engine 5, Scythe, Autodesk Maya, Adobe Substance 3D Painter, ZBrush, Marmoset Toolbag, Figma

Команда проекту

Для виконання поставлених завдань робота команди передбачається окремо за кожною частиною ігрової функціональності.

При команді в 3 учасника, двоє учасників відповідають за створення програмних систем, 1 відповідає за візуальну частину, усі відповідають за наповнення ігрового контенту.

Звітність

За результатами виконання завдань із створення ПЗ кожен з учасників команди проекту складає власний (індивідуальний) звіт, що складається з практичної частини та автореферату. Практична частина є прямим результатом роботи і подається у вигляді посилання на репозиторій (чи інший URL) або у вигляді архіву на довільному носіїві даних. Вихідний код повинен оформлятися у відповідності до загальноприйнятих стандартів, на зразок стандартів GNU <http://www.gnu.org/prep/standards/>, у тому числі з дотриманням вимог до коментування та документування коду.

Автореферат містить описову частину, у якій розкриваються основні концепти

проекту, деталізуються завдання до виконавця, встановлюється актуальність роботи, її об'єкт та предмет, обґрунтовується вибір технологій та відзначається шлях виконання та ступінь досягнення поставлених задач, посилення на джерела інформації.

РОЗДІЛ 1
БЛОКІНГ ТА СТВОРЕННЯ РІВНЯ

Планування рівня.

Робота над побудовою рівня розпочалась із створення докладного 2D-плану, що став основою для подальшої реалізації просторової логіки. За допомогою Adobe Illustrator було розроблено кольорове креслення, в якому чітко маркувались:

Ключові функціональні зони рівня:

- Головна будівля тюрми

- Їдальня з сидячими місцями

- Медичний блок

- Душові кімнати

- Прогулянкова зона на відкритому повітрі

Логіка пересування гравця:

- Передбачені шляхи обходу та схованки

- Розміщення інтерактивних точок: дверей, медичних койок, стільців

Межі рівня:

- По периметру нанесена розмітка для огорожі, що обмежує ігрову зону

Планування здійснювалося із урахуванням майбутніх геймплейних сценаріїв, що дозволило забезпечити логічну послідовність дій гравця та розумне зонування простору.

Блокінг рівня в Unreal Engine 5

Для побудови первинної геометрії було використано плагін Scythe for UE5 – зручний інструмент швидкого прототипування, який забезпечив:

- Точну відповідність 3D-блоків до 2D-плану

- Контроль масштабу для комфортного пересування гравця

- Миттєве окреслення меж рівня за допомогою базової огорожі

Кожен елемент блокінгу створювався з урахуванням майбутнього перетворення у фінальні моделі, що дозволило уникнути перевитрат на переробку сцени.

Деталізація блокінгу

Після затвердження загальної композиції розпочався процес деталізації сцени. Основні етапи включали:

Текстурування архітектури:

- Використання Triplanar Materials – методи проєкційного нанесення текстур без спотворень, особливо ефективні для складної геометрії

- Створення Material Instances для гнучкого налаштування масштабування, кольору та roughness

Додавання архітектурних елементів:

- Вікна, дверні коробки, карнизи – для візуального поділу будівель та підвищення читаємості сцени

- Руйновані фрагменти стін реалізовані через кастомний Destruction Component, що дозволив створити точки пошкодження

Освітлення:

Встановлено динамічні ліхтарі з системою таймерів, що активують/деактивують освітлення у заданий час – це додало реалістичності та вплинуло на настрій в різний час доби

Фінальні етапи

На завершальному етапі відбулося оформлення зовнішніх меж рівня та підготовка до інтеграції в геймплей:

Ландшафт за межами ігрової зони:

За допомогою Landscape Mode було створено природне оточення (гірський горизонт), що приховує край карти та підтримує візуальну цілісність

Фінальна перевірка рівня:

Перевірка наявності прохідних маршрутів та коректної роботи колізій

Тестування освітлення у різні пори доби

Аудит продуктивності: оцінка FPS у найбільш насичених точках карти

У результаті був створений повноцінний ігровий рівень, який:

Забезпечує гравцю логічний маршрут з інтерактивними можливостями

Має оптимізовану архітектуру для стабільної роботи в мультиплеєрному середовищі

Відповідає стилю та наративу ігрового світу

Цей рівень став важливою частиною загальної ігрової екосистеми, де дизайн простору безпосередньо впливає на досвід та поведінку гравця.

РОЗДІЛ 2
3D-МОДЕЛЮВАННЯ СТАТИЧНИХ
ТА ІНТЕРАКТИВНИХ ОБ'ЄКТІВ

Процес створення статичних та інтерактивних 3D-моделей для гри.

Робота над створенням ігрових об'єктів почалася з ретельного планування та підготовки. На першому етапі я розробила детальні технічні специфікації для кожної моделі, враховуючи її функціональне призначення у грі та візуальну складову.

Моделювання в Autodesk Maya вимагало особливої уваги до пропорцій та масштабів. Кожен об'єкт створювався з урахуванням реальних розмірів – наприклад, двері мали стандартну висоту 2 метри, а дрібні предмети (ключі, інструменти) моделювалися з особливою точністю. Для забезпечення оптимальної продуктивності я ретельно оптимізувала полігональну сітку: застосовувала *harden edges* для збереження чітких контурів у місцях згинів та кутів, тоді як *softer edges* використовувалися для органічних, закруглених поверхонь.

Процес UV-розгортки був одним з найважливіших етапів. Я розбивала кожну модель на логічні UV-острови, щоб:

- Мінімізувати порожній простір на текстурній карті
- Уникнути спотворень при накладанні текстур
- Забезпечити однакову щільність текстур на всіх деталях моделі

Текстурування в Substance Painter включало кілька ключових етапів:

- Запікання високоякісних карт (нормалей, АО)
- Використання Smart Materials для швидкого нанесення базових матеріалів
- Деталізація через Smart Masks – створення потертостей, забруднень, іржі
- Додавання унікальних елементів (написи, позначки) за допомогою альфа-каналів
- Фінальна корекція параметрів відбиття (*roughness*) та металевості (*metallic*)

Для забезпечення високої якості всі текстури експортувалися у роздільній здатності 2K (2048x2048 px) з оптимальним стисненням без втрат якості. Особливу увагу приділяла:

- Чіткості дрібних деталей
- Реалістичній взаємодії з освітленням
- Узгодженості стилю між всіма об'єктами

Фінальна підготовка моделей перед імпортом до Unreal Engine 5 включала:

- Перевірку масштабу (1 unit = 1 cm)
- Контроль орієнтації нормалей
- Оптимізацію ієрархії об'єктів
- Тестування на наявність артефактів

Окремим важливим етапом стало створення іконок для інвентаря в Marmoset Toolbag. Для кожної з 60+ моделей я:

- Налаштовувала оптимальне освітлення для підкреслення форми
- Вибирала найбільш впізнавані ракурси
- Забезпечувала чіткість силуету при розмірі 96x96 пікселів
- Дотримувалася єдиного стилю для всіх предметів

Весь процес супроводжувався багаторазовим тестуванням:

- Перевірка відображення текстур при різному освітлені

- Контроль продуктивності (FPS при великій кількості об'єктів)

- Тестування інтерактивності (колізії, взаємодія гравця)

Результатом став повністю готовий до використання набір із 60+ оптимізованих 3D-моделей, кожна з яких:

- Має чітке функціональне призначення у грі

- Відповідає встановленим технічним вимогам

- Гармонійно вписується в загальний стиль гри

- Забезпечує високу продуктивність навіть у мультиплеєрному режимі

Ця робота стала важливою складовою у створенні цілісного ігрового світу, де кожен об'єкт виконує не лише декоративну, а й важливу геймплейну функцію.

РОЗДІЛ 3

UI/UX

UI/UX дизайн інтерфейсів гри.

Дизайн кожного окремого елементу UI виконувався з урахуванням геймплейного контексту, інтуїтивності та взаємодії гравця з системами гри.

Головне меню:

Прямолінійна структура: великі кнопки «Play», «Settings», «Exit» розташовані по центру екрана

Всі кнопки мають легку підсвітку при наведенні, що покращує зворотний зв'язок

Меню паузи:

Вертикальне розташування кнопок: «Continue», «Settings», «Exit»

Напівпрозорий чорний фон, який частково відкриває зображення з геймплею, але одночасно забезпечує контрастність

Інвентар гравця:

Включає ім'я гравця, слот для одягу, зону крафту та підказки

Секція крафту:

3 горизонтальні слоти у рядку під рецепти з можливістю вертикального скролу

При наведенні – динамічна інформаційна підказка з описом предмета

Зони розділені кольоровими блоками з легким затемненням для візуальної організованості

Інвентар NPC (без свідомості):

Спрощений інтерфейс: 5 слотів для предметів та 1 – для одягу

Відсутність фонових елементів, крім напівпрозорого чорного затемнення – тільки функціональність, мінімум візуального шуму

Меню тумби:

Вгорі відображається ім'я власника

10 слотів для зберігання речей

Підтримка frag-and-drop між тумбою та інвентарем гравця

Шкали стану гравця:

Розміщені у нижньому куті екрана

Кожна шкала має власний колір та цифрове значення у відсотках:

Здоров'я – #C75456 (червона)

Енергія – #D8D852 (жовта)

Підозра – #5475C7 (блакитна)

Фінальні особливості та тестування

Увесь UI/UX був виконаний у єдиному стилі, що підкреслює загальну естетику гри та відповідає її наративу. Особливу увагу приділено:

Узгодженості між усіма екранами

Сценарному тестуванню: інтерфейси перевірялися в умовах активного геймплею (битви, крафт)

Зворотному зв'язку від тестувальників, що дозволило уточнити логіку розміщення елементів та скоригувати колірні контрасти

В результаті був реалізований інтерфейс, який:

Забезпечує швидку та інтуїтивну навігацію

Підтримує геймплейні механіки гри (крафт, інвентар)

Гармонійно доповнює загальну атмосферу тюремного симулятора

Цей UI/UX став невід'ємною частиною візуальної мови гри, підтримуючи як функціональність, так і занурення гравця.

РОЗДІЛ 4 ПЕРСОНАЖІ

Створення ігрових персонажів.

Початковим етапом у створенні персонажів стало формування референсної основи. Як базу було обрано Manny_Simple – один із стандартних манекенів Unreal Engine 5.

Експорт стандартного манекена з UE5 дозволив:

- Зберегти точність масштабу

- Гарантувати сумісність із наявною анімаційною системою

- Спиратись на перевірену топологію як основу для подальшого скульптингу

High-poly моделювання в ZBrush

Подальше опрацювання проводилось у ZBrush, де було створено деталізовану high-poly модель персонажа.

Блокінг:

- Відтворено базову анатомічну структуру тіла з урахуванням реалістичної пропорції

- Всі частини моделі були співвіднесені з ігровим масштабом для правильного відображення поряд з іншими об'єктами рівня

Збільшення полігонажу через DynoMesh:

- Моделювання анатомічних деталей: м'язи, ключові риси обличчя (очі, ніс, рот)

- Оптимізація форм для збереження виразності при подальшій ретопології та анімації

Одяг:

- Використання масок для поділу тіла на функціональні області (торс, ноги)

- Extrude тканин:

 - Моделювання нижньої білизни

 - Тюремного помаранчевого комбінезону

 - Темно-синьої форми охоронця

 - Білого медичного вбрання

Low-poly оптимізація

Після завершення скульптингу відбувся перехід до створення ігрової low-poly версії для оптимізації продуктивності.

Ретопологія:

- Застосовано ZRemesher для отримання чистої, анімаційно-дружньої сітки

- Окрема увага приділялась зона згинів (коліна, лікті), щоб уникнути розривів при русі

UV-розгортка:

- Створено логічні UV-острови: голова, тулуб, ноги

- Для кожного елемента одягу сформовані окремі UV-таблиці

- Оптимізовано заповнення текстурної площі для уникнення артефактів та розтягнень

Запікання текстур

Для перенесення деталізації high-poly на low-poly модель було використано Marmoset Toolbag, що дозволило досягти високої точності:

Normal Map:

Передано рельєфність складок тканини, м'язів, елементів обличчя

Ambient Occlusion (AO):

Додано глибину в затемнених зонах (під коміром, між згинами одягу)

Текстурування в Substance Painter

Фінальне оформлення персонажів виконувалось у Substance Painter з використанням фізично коректних матеріалів (PBR workflow):

Матеріали та палітра:

Шкіра: з використанням мікродеталей (шум, пори)

Одяг:

Помаранчевий тюремний комбінезон із зношеними ділянками

Темно-синя форма охоронців з металевою піктограмою

Білий медичний костюм із чистішою обробкою та мінімальним зношенням

Нижня білизна для персонажів без одягу

Рігінг та анімація

Анімаційна підготовка забезпечувала повну інтеграцію персонажів у UE5.

Скелетна структура:

Використано стандартний UE5 Mannequin skeleton для повної сумісності з готовими анімаціями

Перевага – миттєве застосування Mixamo/UE Marketplace анімацій без повторної прив'язки

Скінінг (прив'язка до кісток):

Налаштування ваг виконувалось у Maya

Проведено перевірку деформацій у динаміці (ходьба, присідання, повороти)

Виправлено артефакти в критичних зонах – особливо хонах суглобів

Фінальна підготовка та передача

На завершальному етапі було підготовлено повний набір персонажів для інтеграції у гру:

4 варіанти персонажів:

В'язень

Охоронець

Медичний працівник

Базовий персонаж без уніформи

Комплекти текстур:

Albedo – базовий колір без освітлення

Normal Map – деталізація

Roughness – властивості поверхонь

АО – затемнення у заглибленнях

Результатом став повністю оптимізований набір ігрових персонажів, що:

Відповідає стилю гри та її технічним вимогам

Має високу продуктивність та анімаційну стабільність

Забезпечує гнучкість для подальшої модифікації (заміна одягу, текстурування нових варіантів)

РОЗДІЛ 5

АУДІОВІЗУАЛЬНІ ЕФЕКТИ

Підбір звукового супроводу.

Звуки взаємодій

Робота зі звуковим оформленням гри розпочалось із формування бібліотеки ефектів, які б посилювали занурення гравця в атмосферу. Основними джерелами стали безкоштовні звукові бібліотеки з ліцензією Creative Commons Zero (CC0), що забезпечило повну свободу використання звуків у комерційному проекті без юридичних обмежень.

Типи інтерактивних звуків класифіковані відповідно до сценаріїв використання:

Інтерфейсні ефекти:

- Звук наведення курсора

- Звук натискання кнопки

- Звуки мають швидкий атак і короткий реліз, що відповідає реакції користувача

Звуки ігрових дій:

- Підбір предмета – неголосний, але виразний звук, що створює враження фізичної взаємодії.

- Удар кіркою по стіні – дзвінкий металевий звук із реверберацією

- Перемикання слотів інвентаря – легкий звук тканини

Фонова музика

Фонові музичні теми були створені з урахуванням емоційного фону ігрових ситуацій. Основна мета – не перевантажити атмосферу, а підкреслити внутрішній настрій сцени, доповнюючи візуальний ряд.

Спокійні моменти:

- Використано мінімалістичні мелодії з низьким темпом

- Мелодія програється в циклі, не створюючи втоми при тривалому прослуховуванні

Сцени тривоги:

- Мелодія має зростаючу динаміку – посилення напруги через поступове пришвидшення темпу

Зони душі та їдальні:

- Застосовано нейтральні або злегка кумедні теми

- Мелодії побудовані на простих ритмах та світлих гармоніях

- Створюють відчуття буденності або навіть деякого абсурду, що працює на контрасті із загальним тюремним настроєм гри

Тестування:

- Перевірка на злиття звукових ефектів з музикою у різних сценаріях

- Тестування циклічних треків на плавність переходів

У результаті був сформований повноцінний аудіопакет, який:

- Підсилює атмосферу ігрового світу

- Підтримує ігрові події через динамічну зміну тем і звуків

Звуковий супровід став важливою складовою загального досвіду користувача, доповнюючи візуальну й механічну частину гри глибшою емоційною залученістю.

РОЗДІЛ 6
РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Усі створені компоненти були інтегровані в Unreal Engine 5 та успішно протестовані в умовах реального геймплею. 3D-моделі зберігали правильний масштаб, мали чисту топологію й коректну UV-розгортку. Текстури відображались чітко, незалежно від освітлення чи відстані камери, а оптимізація полігональності забезпечила стабільну продуктивність при великій кількості об'єктів.

Рівень дозволяв гравцю вільно переміщатися всіма зонами, логіка взаємодій працювала коректно, а колізії, тригери й освітлення не викликали технічних проблем. Персонажі мали анімаційну сумісність із UE-скелетом, а деформації одягу й тіла залишались природними навіть у зон згинів.

Інтерфейс був протестований на різних сценаріях використання. Всі елементи реагували коректно, а структура меню, шкали стану й система крафту забезпечували зручність гравцю. Звуки взаємодій, а також фонові музика змінювались відповідно до подій і доповнювали атмосферу гри без аудіоперевантаження.

Усі функції працювали стабільно, візуальна та технічна частини відповідали завданню, що підтверджує готовність проекту до подальшого розвитку.

ВИСНОВКИ

Розробка 3D-гри-симулятора втечі з в'язниці на базі Unreal Engine 5 успішно реалізувала поставлені завдання, створивши цілісний ігровий продукт, який поєднує глибокий геймплей, технічну досконалість та художню цілісність.

Основним досягненням стало створення деталізованого ігрового середовища з низькополігональними, але візуально переконливими 3D-моделями персонажів, предметів і локацій, що поєднують стилізовану графіку з реалістичними PBR-матеріалами. Особливу увагу було приділено оптимізації полігональної сітки та текстур для забезпечення стабільної роботи в мультиплеєрному режимі гри.

ПЕРЕЛІК
ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Пошук звуків для гри: <https://freesound.org/>

Пошук музикального супроводження: <https://pixabay.com/>

Пошук PBR текстур для рівня:

<https://ambientcg.com/list?type=material%2Catlas%2Cdecal&sort=popular>

Канал творця плагіна Scythe: <https://www.youtube.com/@ScytheEditor>