

РОБОТА БАКАЛАВРР

ДРБ. ІІ - 05.00.00.000 ІІЗ

Група ІІ-21-4

Терешкун Віктор

2025

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інформаційних технологій
Кафедра інженерії програмного забезпечення

Терешкун Віктор Романович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 004.942
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Програмування графіки ігрових програм

(назва роботи)

Інженерія програмного забезпечення

(назва освітньої програми)

121– Інженерія програмного забезпечення

(шифр і назва спеціальності)

Робота містить результати власних досліджень, використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело:

Здобувач освітнього ступеня Терешкун В. Р.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник Процюк Володимир Васильович, к.т.н.,
(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Допущено до захисту
Завідувач кафедри

доц. Бандура В.В.
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ – 2024

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут, факультет інформаційних технологій

Кафедра інженерії програмного забезпечення

Ступінь вищої освіти бакалавр

Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою

ІІЗ

доцент.

В.В. Бандура

“ ” 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТОВІ

Терешкун Віктор Романович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проекту (роботи) "Програмування графіки ігрових програм"

керівник проекту (роботи) к.т.н. Процюк В.В.

затвержені наказом вищого навчального закладу від “ 28 ” квітня 2025 р. № 264/7

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Результати і матеріали отримані під час проходження переддипломної практики

4. Зміст розрахунково - пояснювальної записки(перелік питань, які потрібно розробити)

1 Вступ до проблеми

2 Огляд існуючих концепцій , рішень та сервісів в даній області

3 Побудова моделі або алгоритму власного рішення

4 Документування реалізації власного оригінального рішення вибраними засобами

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

1. Карта сучасного стану методів та інструментів ігрового дизайну (рис.1,1 ст.16)

2. Спрощений цикл scrum sprint (рис.2,1 ст.29)

3. Мудборд, створений для Korpus: Buried Over the Black Soil(рис.3,1 ст.39)

4. Макети різних варіацій шрифтів для гри Korpus: Buried Over the Black Soil (рис.3.5 ст.43)

5. Порівняння вигляду з ефектами постобробки та без них (рис.3.7 ст.47)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

2. Дата видачі завдання 10 травня 2025 р.

Керівник _____

(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Визначення та обґрунтування теми роботи	15.02.2025	виконано
2	Огляд існуючих концепцій, рішень та сервісів в даній області	25.02.2025	виконано
3	Побудова моделі або алгоритму власного рішення	15.03.2025	виконано
4	Документування реалізації власного оригінального рішення вибраними засобами	25.04.2025	виконано
5	Оформлення пояснювальної записки бакалаврської роботи	10.06.2025	виконано

Студент _____

(підпис)

Керівник роботи _____

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська робота містить 61 сторінок, 2 таблиці 15 рисунків, список використаних джерел із 20 найменування,

Об'єкт дослідження - процес створення та інтеграції користувацького інтерфейсу (UI) у графічних ігрових програмах.

Предмет дослідження - методи, інструменти та концептуальні підходи до розробки графічного інтерфейсу користувача в ігрових додатках, з урахуванням основ геймдизайну та виробничих процесів.

Мета дослідження - проаналізувати концептуальні та технологічні основи створення інтерфейсу користувача в ігрових програмах, а також розробити ефективні підходи до UI-дизайну на основі сучасних інструментів і практик індустрії.

Результати дослідження - сформульовано вимоги до ефективного UI для ігрових програм на основі геймдизайну.

У першому розділі розглядаються концептуальні основи проектування інтерфейсу користувача, включаючи вплив геймдизайну, методи візуального моделювання для покращення UI-комунікації та висновки щодо підходів до UI в іграх.

Другий розділ присвячений практикам виробництва ігор, з фокусом на етапи розробки, постпродакшн і принципи створення UI.

Третій розділ зосереджується на інструментах і підходах до проектування UI, включаючи програмні методи, системи контролю версій і цілі розробки.

У висновках узагальнено ключові результати та окреслено перспективи розвитку програмування графіки ігрових програм.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПРОГРАМУВАННЯ ГРАФІКИ, ІГРОВІ ПРОГРАМИ, КОРИСТУВАЦЬКИЙ ІНТЕРФЕЙС, ГЕЙМДИЗАЙН, UNITY, UNREAL ENGINE, ВІЗУАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВЕРСІЙ, ПРОТОТИПУВАННЯ, ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ.

ANNOTATION

The bachelor's thesis contains 65 pages, 17 figures, a list of used sources of 20 names,

The object of the study is the process of creating and integrating a user interface (UI) in graphical game programs.

The subject of the study is methods, tools and conceptual approaches to developing a graphical user interface in game applications, taking into account the basics of game design and production processes.

The purpose of the study is to analyze the conceptual and technological foundations of creating a user interface in game programs, as well as to develop effective approaches to UI design based on modern tools and industry practices.

Research results - requirements for effective UI for game programs based on game design are formulated.

The first section considers the conceptual foundations of user interface design, including the influence of game design, visual modeling methods for improving UI communication and conclusions on approaches to UI in games.

The **second section** is devoted to game production practices, with a focus on development stages, post-production, and UI design principles.

The third section focuses on tools and approaches to UI design, including programming methods, version control systems, and development goals.

The conclusions summarize key findings and outline the future of game graphics programming.!

KEYWORDS: GRAPHICS PROGRAMMING, GAME APPLICATIONS, USER INTERFACE, GAME DESIGN, UNITY, UNREAL ENGINE, VISUAL MODELING, VERSION CONTROL SYSTEMS, PROTOTYPING, COMPARATIVE ANALYSIS.

ЗМІСТ

ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА	10
1.1. Основи геймдизайну та їх вплив на інтерфейс користувача	10
1.2. Візуальне моделювання для покращення UI-комунікації в іграх	20
1.3. Висновки щодо концептуальних підходів до UI в іграх	24
1.4 Висновки по розділу.....	27
РОЗДІЛ 2. ВСТУП ДО ПРАКТИК ВИРОБНИЦТВА ІГОР	28
2.1. Етапи виробництва	29
2.2. Постпродакшн	31
2.3. Цілі та принципи розробки користувацького інтерфейсу	35
2.4 Висновки по розділу.....	27
РОЗДІЛ 3. ІНСТРУМЕНТИ ТА ПІДХОДИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА	40
3.1. Інструменти та методи проєктування UI	40
3.2. Системи контролю версій у розробці інтерфейсу	45
3.3. Цілі	50
3.4 Висновки по розділу.....	59
ВИСНОВКИ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАГНИХ ДЖЕРЕЛ	
БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА	

					ДРБ.ІП – 05.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Терешкун В. Р.			Програмування графіки ігрових програм Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Процюк В.В.				8		
Реценз.		Козак О.Ф.				ІФНТУНГ ІП-21-4		
Н. Контр.		Піх М.М.						
Затверд.		Бандура В. В.						

ВСТУП

Програмування графіки ігрових програм є однією з ключових складових сучасної індустрії відеоігор, яка визначає якість візуального досвіду гравців і ефективність їхньої взаємодії з ігровими системами. Графічні інтерфейси користувача (UI) в іграх відіграють вирішальну роль у забезпеченні інтуїтивного керування, передачі інформації та створенні іммерсивного досвіду. Від концептуального дизайну до реалізації за допомогою програмних інструментів, таких як Unity, Unreal Engine, Godot чи спеціалізованих бібліотек (наприклад, OpenGL, Vulkan), програмування графіки вимагає інтеграції технічних знань, креативного підходу та розуміння потреб гравців. Ця область поєднує геймдизайн, візуальне моделювання та сучасні методи розробки, щоб створювати інтерфейси, які є одночасно функціональними та естетично привабливими. У роботі розглянуто теоретичні аспекти проєктування UI, включаючи вплив геймдизайну на інтерфейси, методи візуального моделювання для покращення комунікації та концептуальні підходи до створення UI в іграх. Проаналізовано основні етапи виробництва ігор, принципи постпродакшну та цілі розробки UI, а також програмні інструменти, такі як Unity, Unreal Engine і Godot, з точки зору їх функціональності, оптимізації та підтримки командної роботи через системи контролю версій.

Актуальність теми зумовлена стрімким розвитком ігрової індустрії, де попит на високоякісну графіку та зручні інтерфейси зростає разом із технологічними інноваціями. За даними аналітичних звітів, таких як Newzoo, глобальний ринок відеоігор продовжує розширюватися, а конкуренція між розробниками стимулює впровадження передових графічних рішень. Водночас виклики, пов'язані з оптимізацією продуктивності, кросплатформною сумісністю та адаптацією до різноманітних ігрових жанрів, підкреслюють необхідність системного підходу до програмування графіки та UI в іграх.

Метою цього дослідження є аналіз програмних аспектів створення

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

графіки ігрових програм, з фокусом на проектування користувацьких інтерфейсів, процеси виробництва ігор та інструменти розробки. Робота спрямована на систематизацію знань про концептуальні основи, практичні методи та сучасні технології, які використовуються для створення графічних інтерфейсів у відеоіграх, а також на надання рекомендацій для розробників. Дослідження охоплює як теоретичні аспекти геймдизайну, так і практичні підходи до реалізації UI.

Завдання дослідження - визначити основи геймдизайну та їх вплив на формування UI., дослідити методи візуального моделювання для підвищення якості UI-комунікації, Описати етапи виробництва гри з акцентом на UI-розробку, проаналізувати цілі та принципи постпродакшну в контексті UI. Розглянути інструменти проектування UI та системи контролю версій.

Об'єкт дослідження - процес створення та інтеграції користувацького інтерфейсу (UI) у графічних ігрових програмах.

Предмет дослідження – методи, інструменти та концептуальні підходи до розробки графічного інтерфейсу користувача в ігрових додатках, з урахуванням основ геймдизайну та виробничих процесів.

Методи дослідження: аналіз літературних джерел і геймдизайн-документації; компаративний аналіз інструментів UI-дизайну; моделювання користувацьких сценаріїв; візуалізація прототипів інтерфейсів; практичне тестування UI у середовищі розробки ігор (наприклад, Unity, Unreal Engine).

Наукова новизна: удосконалено підходи до інтеграції геймдизайну з UI-проектуванням в ігрових програмах шляхом поєднання концептуального аналізу та практичної реалізації інтерфейсів, а також запропоновано методичну основу для застосування візуального моделювання у створенні UI в умовах сучасного ігрового виробництва.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА

Дизайн ігор є однією з ключових галузей індустрії цифрових розваг. З появою нових технологій виробничі інструменти значно розвинулися, але мало що було зроблено для підтримки дизайну ігор. Дизайнери досі використовують ті самі інструменти, що й з самого початку розвитку цієї галузі, і, хоча галузь демонструє послідовні успіхи в продажах, дослідники та фахівці погоджуються, що брак інструментів, концептуальних чи програмних, створює перешкоди для будь-яких спроб стандартизації та перешкоджає передачі знань між поколіннями дизайнерів. Вони запропонували концептуальні та конкретні інструменти, які могли б доповнити або замінити дизайнерську документацію, спрямовану на покращення процесу створення ігор. У цій статті представлено систематизацію цих зусиль через хронологічний огляд основних підходів та їх реалізації, щоб відобразити їх у контексті сучасного стану інструментів проектування. Небагато досліджень було проведено були опубліковані з аналогічною метою. Краймайер (2003) підсумував основні методи, запропоновані до 2003 року, аналізуючи їх з точки зору дизайнера. Ніл (2012) представив дискусію щодо необхідності оцінки запропонованих інструментів дизайну.

1.1 Основи геймдизайну та їх вплив на інтерфейс користувача

Процес створення ігор невід'ємно залежить від творчих навичок дизайнерів. Книги, фільми, музика, факти реального світу та культура служать натхненням для ігор. Крім того, існуючі ігри зазвичай виступають основою для нових ідей. Експериментування є важливою частиною цього процесу, який можна узагальнити у три кроки: проектування, документація та прототипування. Документ ігрового дизайну є основним артефактом, створеним ігровим дизайнером. Він використовується для донесення бачення дизайнера до команди розробників. Він також служить дороговказом для всього процесу розробки та

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

багатьма вважається методом виробництва [3]. Як ключова частина діяльності з розробки ігор, дизайн-документ був предметом певних зусиль, спрямованих на встановлення більш стандартизованого контенту та формату. Однак конкретних результатів досягнуто не було. За словами Дорманса (2012), відсутність стандартів у дизайн-документації перешкоджає створенню універсальної методології дизайну. [9] зазначає, що хоча деякі дизайнери підкреслюють необхідність цього документа, інші заперечують його практику. На думку [10], документ рідко використовується розробниками на пізніших етапах розробки, слугуючи лише договірним об'єктом. Розмір та формат документа можуть бути факторами, що призводять до такої практики. Навіть з використанням візуальних посібників, таких як ескізи та розкадровки, [1] вказує, що таких інструментів недостатньо для опису дизайну. Його статичний характер також виділяється як проблема. Дорманс [12] зазначає, що зміни в концепції гри є поширеними, і оновлення документа для їх відображення стає непродуктивним у міру розвитку проекту. [23] наголошує, що хоча документ має на меті донести бачення дизайнерів до всієї команди розробників, ті, хто бере участь у виробництві, відчують мало мотивації його читати. Автор наголошує на необхідності візуальної мови, більш виразної та компактної. Зазвичай у проекті розробки ігор тестові прототипи створюються на попередніх стадіях після розробки документа дизайну, з особливим акцентом на ігровий процес та зазвичай без урахування художнього оформлення. Вони зазвичай використовуються як інструмент для перевірки концепції та середовище для експериментів, щоб оцінити та вдосконалити ігровий процес, спочатку запланований у документі дизайну (Salen and Zimmerman, 2003). Ігрові дизайнери одностайно погоджуються щодо цінності експериментування через прототипування, яке вважається критичною частиною процесу розробки ігор та єдиним надійним методом перевірки якості дизайну [20].

За рідкісними винятками, дизайнери не можуть створювати прототипи ігор. Інструменти для створення ігор є занадто обмежувальними з точки зору

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

творчості, а аналогові прототипи, такі як настільні ігри, неефективні для ігор з механізмами взаємодії, що значною мірою базуються на діях у реальному часі [2] Тому прототипи програмного забезпечення зазвичай створюються людьми, залученими до виробництва, такими як розробники програмного забезпечення та графічні дизайнери, на основі документації та інструкцій, наданих дизайнерами. Це створює розрив між концепцією ігрових ідей та процесом експериментування, який міг би їх підтвердити [12], перетворюючи прототипування на дорогий та повільний процес, що виходить з-під прямого контролю дизайнера. Більше того, прототип зазвичай створюється після завершення значної частини проектного документа, що унеможлиблює для дизайнерів проведення миттєвих ігрових експериментів на етапі розробки концепції гри. Загалом кажучи, дизайнери прагнуть створити інструмент, який дозволив би їм створювати експериментальні прототипи безпосередньо з визначення набору ігрових характеристик. Це може забезпечити спосіб миттєвого підтвердження концепцій під час створення проектної документації через ітеративний процес проектування та тестування ігрового процесу. У цьому середовищі можливість повторного використання існуючих елементів ігор як словника дизайну була б важливим ресурсом. Дослідження збору вимог до інструментів проектування, проведене Нельсоном та Матеасом (2009), підтверджує цей напрямок. Однак програмні засоби є лише посередниками для використання практичних та консолідованих концептуальних інструментів. Архітектура та програмна інженерія є прикладами цього сценарію: програмне забезпечення САПР було розроблено лише для того, щоб допомогти у використанні концептуальних інструментів, які вже існували та були загальноживаними. Таким чином, першим логічним кроком була б розробка концептуального набору інструментів, спрямованого на підтримку дизайну гри, що було головною метою багатьох досліджень у цій галузі.

Хоча він широко застосовується як основний інструмент у галузі, у проектній документації існує значна нестача формалізації та стандартизації.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Незважаючи на видимий успіх галузі, дослідники та фахівці погоджуються, що брак інструментів, концептуальних чи програмних, перешкоджає передачі знань між поколіннями дизайнерів та розвитку самого процесу проектування [21]. Однак, це не нова проблема. У 1994 році [2] опублікував дискусію про необхідність більшого формалізму в ігровому дизайні, пропонуючи пошук спільного словника, який би дозволив дизайнерам аналізувати та описувати ігри. На його думку, дизайнери повинні мати спосіб аналізувати ігри, розуміти їх та визначати елементи, які роблять їх хорошими чи поганими. Тому Костіян наголошує на необхідності створення «спільної мови для ігрового дизайну». Його дискурс прямо чи опосередковано повторили багато дослідників та дизайнерів. [19], головним гальмівним фактором еволюції методів дизайну є відсутність спільного словника дизайну для опису ігрових концепцій, що перешкоджає передачі знань між поколіннями дизайнерів. Пізніше Фуллер [18] також висловив ту саму думку, вказавши на відсутність спільного словника як на одну з найбільших проблем, з якими стикалася індустрія виробництва ігор свого часу. Як і Костіян, Черч виступає за створення словника, інструменту аналізу та дизайну, який би дозволив однозначно ідентифікувати елементи, що складають ігри, з метою створення колекції багаторазових дизайнерських концепцій. За допомогою такого словника Черч сподівається розібрати гру, визначити та розділити її складові компоненти, зрозуміти, як вони поєднуються та баланують між собою, та проаналізувати, які з них корисні, а які шкодять певним іграм чи ігровим жанрам.

Протягом багатьох років практики та дослідники визначили потребу у - формальних моделях та інструментах для підтримки ігрового дизайну (Neil, 2012). У цьому контексті «формальний» стосується не математичних моделей, а організованих, стандартизованих та структурованих моделей та інструментів для допомоги методам ігрового дизайну. У цій статті представлено систематизацію зусиль, докладених до сьогодні для створення таких моделей та інструментів, зіставлення їх зі всесвітом підходів інструментів ігрового дизайну та виділення

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

їхнього конкретного внеску. Ця систематизація представлена у вигляді карти сучасних інструментів ігрового дизайну (Рисунок 1), яка організовує існуючі інструменти у дві основні групи: спільні словники дизайну та мови візуального дизайну.

Багато дослідників та дизайнерів вважають, що спільний та уніфікований словник може принести значні переваги цьому регіону (Neil, 2012). Чотири підходи до цього досягнення обговорюються в цьому розділі (верхній сегмент рис. 1, карта).

У 1999 році Черч (1999) запропонував створити Формальні інструменти абстрактного дизайну (FADT). Вони складаються з словника повторюваних концепцій ігрового дизайну. Кожен термін представлений назвою та описом. На думку автора, FADT має бути точним, однозначним та застосовним до якомога більшої кількості ситуацій. Однак, хоча Черч прагнув розібрати ігри за їхніми складовими частинами, FADT не визначає ігрові компоненти, а радше абстрактні концепції та ознаки. Це можна помітити в одному з лише трьох термінів, визначених автором: «Сприйнятний наслідок: чітка реакція ігрового світу на дії гравця». Загалом, модель занадто проста, і зв'язки з іграми чи жанрами не враховуються. Їй також бракує інформації про наслідки використання кожної FADT у грі. Її застосування занадто залежить від здатності кожного дизайнера до абстракції. Краймайер (2003) зазначив, що зрештою було задокументовано лише 25 FADT, і робота була припинена. Дорманс (2012) повідомив, що між 1999 і 2002 роками Gamasutra На сайті розміщувався форум, де люди обговорювали та розширювали інструмент Черча, хоча немає жодних повідомлень про його використання в реальних проектах. Хоча робота Черча була простою та недовговічною, вона являла собою першу спробу створити стандартизовану колекцію концепцій ігрового дизайну.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

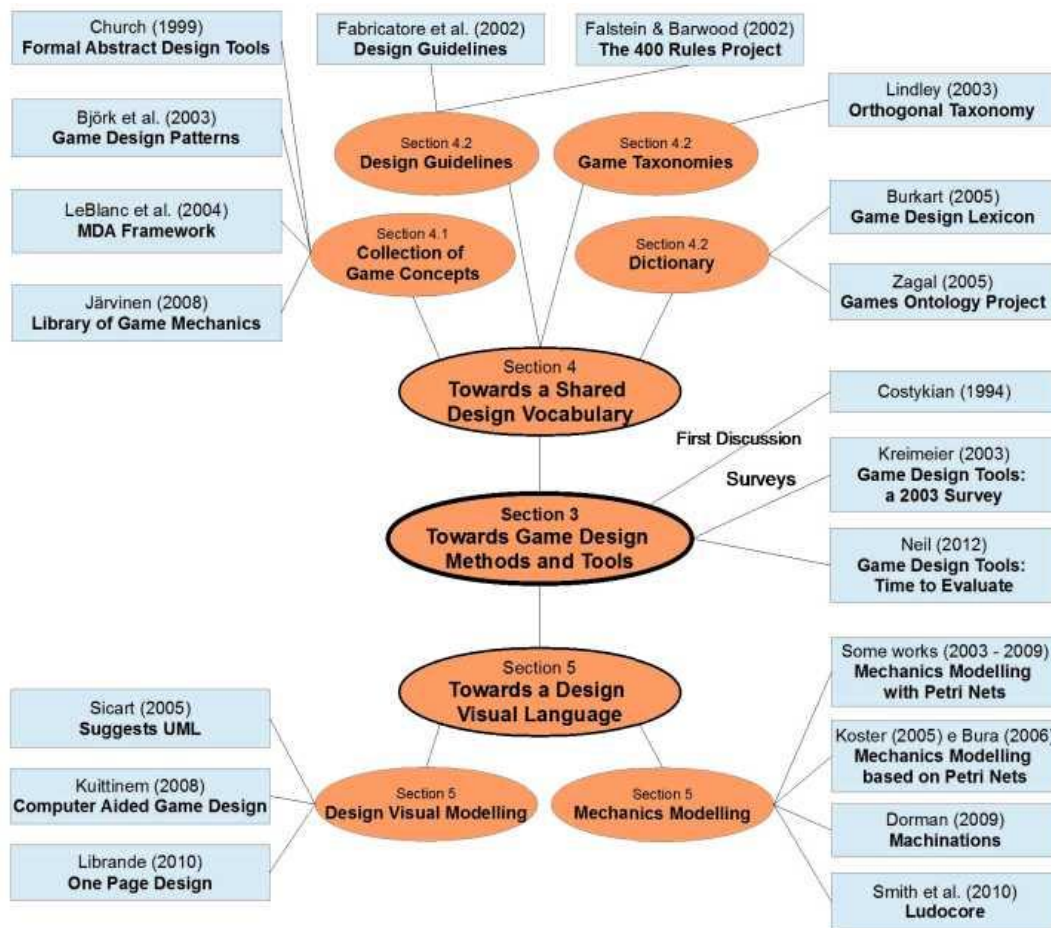


Рисунок 1.1 - Карта сучасного стану методів та інструментів ігрового дизайну

У 2002 році Краймайер запропонував застосувати підхід, подібний до - шаблонів проектування програмного забезпечення Гамма [9], для документування повторюваних концепцій ігрового дизайну. Дотримуючись цієї ж лінії, Бйорк та ін. [3] запропонували модель шаблонів ігрового дизайну (GDP), яка, хоча й натхненна Гамма, не дотримується підходу пар «проблема-рішення» під час структурування шаблонів. GDP документують повторювані концепції ігрового дизайну. Шаблони представляють механіку гри, а також трансверсальні характеристики, як-от FADT Черча. Кожен шаблон дизайну документований чітко визначеною структурою, яка включає назву, визначення, приклади використання, інструкції із застосування, наративні аспекти, наслідки

використання та зв'язки з іншими шаблонами. За словами авторів, метою GDP є надання інструменту для аналізу та дизайну ігор (Бйорк та ін., 2003). Проект має вікі-сторінку, в якій спільно задокументовано 386 шаблонів, що свідчить про намір зробити його інструментом практичного використання.

Як техніка дизайну, шаблони ігрового дизайну (Game Design Patterns) являють собою еволюцію порівняно з FADT та найважливіший внесок у спроби створити базу даних концепцій дизайну. Його структура, натхненна шаблонами дизайну, дозволяє виділити відповідні аспекти кожного шаблону та їхні взаємозв'язки. З іншого боку, проект має недоліки, які перешкоджають його використанню. Немає достатньої відповідності між шаблонами та іграми чи жанрами, які їх використовують, щоб дозволити аналіз, орієнтований на ігри. Простота документації та навігації вікі перешкоджає як розумінню, так і використанню шаблонів. Часто можна знайти неповну та суперечливу документацію щодо шаблонів з розбіжностями між назвами, визначеннями та прикладами використання. Нарешті, бракує графічних моделей для полегшення розуміння шаблонів та візуалізації ієрархії та взаємозв'язків між шаблонами та іграми. Ці характеристики перетворюють GDP на невелику інтуїтивно зрозумілу розсіяну колекцію, яка вимагає високої кривої навчання. Леблан та ін. (2004) підкреслюють важливість врахування як перспективи дизайнера (виробника), так і гравця (споживача) під час розробки ігор. У своїй роботі вони пропонують структуру для аналізу ігор у трьох різних компонентах: механіка, яка описує статичні правила ігрової системи, описані в проектному документі; динаміка, яка представляє поведінку механік під час виконання ігрового сеансу, присутню в іграх та прототипах, та естетика, яка охоплює бажані емоційні реакції гравців, отримані в результаті тестування та експериментів з прототипом або грою. Таке розділення компонентів на правила, реакції під час виконання та емоційні реакції підкреслює зосередженість на ігровому досвіді під час розробки правил гри, а разом з цим і важливість створення прототипів програмного забезпечення для тестування результатів розроблених концепцій. Крім того, це

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

затверджує дуже поширену практику дизайнерів: дослідження емоційного результату механік, реалізованих в існуючих іграх. Таким чином, як частина своєї роботи, дизайнери повинні постійно аналітично випробовувати величезну кількість ігор, що є досить витратним. Таким чином, стає очевидною важливість створення бази даних дизайнерських концепцій, запозичених з існуючих ігор, хоча жодна з існуючих реалізацій не була успішною.

Подібні підходи до підходів [3.9] обговорювалися в роботі бібліотеки механік [22] та визначенні ігрової механіки, натхненному об'єктно-орієнтованою парадигмою Сікарта (2008). Існує також колекція ігрових концепцій, задокументованих у Giant-Bomb. Сайт, який хоча й представляє неформальний підхід і чітко орієнтований на кінцевих користувачів, без очевидного наміру створити інструмент для дизайнерів, пропонує просте та функціональне рішення, засноване на спільній розробці. У базі даних сайту розуміння концепцій полегшується завдяки використанню ілюстрацій. Крім того, він має значний діапазон у бібліотеці доступних ігор, пов'язуючи їх з використаними концепціями. Хоча ця колекція ігрових концепцій позбавлена формалізму, вона має функціональні характеристики, які можуть надихнути на майбутні роботи в цій галузі.

Інші підходи та їх реалізації На відміну від спроб, зосереджених на створенні колекції дизайнерських концепцій, Фальштейн і Барвуд ініціювали «Проект 400 правил» у 2002 році [2]. Його метою було виявити, зафіксувати та поділитися практичним досвідом дизайнерів, які вказували б напрямки, яких слід дотримуватися або уникати в ігровому проекті. З початкового планування 400 правил лише 112 було задокументовано на вебсайті проекту. завдяки співпраці різних дизайнерів. Як і в проекті «Шаблони дизайну ігор», ця робота продемонструвала чіткий намір створити артефакт практичного використання. У подібному підході Фабрикаторе, Нуссбаум та Роузес [2] запропонували рекомендації щодо дизайну на основі аналізу впливу механізмів ігрового процесу на мотивацію гравців. Незалежно від методу отримання, документація

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рекомендацій щодо дизайну може допомогти в передачі знань між поколіннями професіоналів, особливо під час навчання нових дизайнерів. Більше того, вона має власне практичний характер, враховуючи, що відображає конкретне вивчення ремесла дизайнера. З іншого боку, рекомендації не можуть бути інструментом, який фактично підтримує своєрідний творчий процес дизайну ігор.

[5] розпочали окремі проекти, спрямовані на створення спільних словників дизайну, щоб надати однозначні визначення термінам, які зазвичай використовуються в документах з дизайну ігор. Ці словники будуть доступні в цифровій енциклопедії для онлайн-доступу та зберігатимуться в базі даних для вбудовування в документи за допомогою мов розмітки, таких як XML. З них проект «Онтологія ігор» [9] був опублікований у вікі-дослідженні, де задокументовано 179 визначень конкретних термінів дизайну ігор. Хоча самі по собі словники не можуть стати інструментами дизайну, Краймайер [3] стверджує, що вони є необхідним доповненням до будь-якого методу чи концептуального інструменту. На його думку, навіть якщо повторювані концепції дизайну, шаблони механіки та компоненти ігор визначають частину словника, не кожен термін визначає концепцію дизайну, але має бути однозначно визначений. Таким чином, словники термінів можна розглядати як нижчий рівень абстракції, що служить основою для інших підходів. Подібно до вищезгаданих рекомендацій щодо дизайну, спільний словник термінів має конкретну цінність практичного застосування у повсякденному житті дизайнера, особливо під час написання документів та спілкування, але сам по собі не може виступати як інструмент дизайну.

Спільна мова, що практикується промисловістю та академічними колами, є результатом таксономії ігор [8]. Вік, цільова аудиторія, мета та жанр – це приклади критеріїв, які призводять до різних класифікацій. З них класифікація жанрів, мабуть, є найконкретнішим прикладом цінності та практичного застосування ігрового словника, структуруючи ігри з подібними

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

характеристиками взаємодії в рамках однієї групи. Ця класифікація допомагає визначити типові елементи кожного ігрового жанру та зрозуміти, як відбувається змішування між жанрами. Деякі автори припускають, що не всі ігри можна оформити в ієрархічну систему категорій та підкатегорій [12]. Серед запропонував ортогональну таксономію для ігор, яка визначає просторову систему характеристик, де ігри та жанри позиціонуються відповідно до їхньої близькості до цих характеристик. Як приклад, автор представляє простори одного, двох або трьох вимірів, що застосовуються до різних характеристик, таких як симуляція, лудологія та наратологія. Подальші дослідження могли б пов'язати податкові ономії в іграх та колекції дизайнерських концепцій, щоб дослідити, які кількісні та якісні зв'язки можна встановити між елементами, ринком та уподобаннями користувачів. Результати цих досліджень могли б підказати, які елементи є бажаними для конкретного ігрового проекту, що відповідають класифікації. У цьому розділі представлено чотири різні підходи та їхні реалізації, що є спробами створити спільний словник дизайну: колекції концепцій дизайну, рекомендації з дизайну, словники термінів та таксономій в іграх (як видно у верхньому сегменті карти на рис. 1). З них перший має перспективне застосування як допоміжний інструмент для аналізу та дизайну ігор, дозволяючи дизайнерам створювати нові ігри з накопиченої бази знань. Однак існуючі реалізації все ще не дозволяють цього зробити. Інші підходи – словники, таксономії та рекомендації – мають по суті практичний характер, і хоча вони не можуть виступати як інструменти, вони є значним внеском у концепцію та прийняття спільного словника. Загалом, усі підходи демонструють очевидну відсутність зрілості та обчислювальної підтримки для прийняття або навіть для експериментів у реальних сценаріях.

1.2 Візуальне моделювання для покращення UI-комунікації в іграх

Хоча переважно йдеться про текстовий контент, дизайнери зазвичай

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовують візуальні елементи мистецтва як допоміжні інструменти в дизайнерському документі [12]. Ігрові події та поведінка персонажів часто відображаються за допомогою діаграм та розкадровок. Концептуальні ілюстрації використовуються для попереднього перегляду ігрової графіки. Крім того, дизайнери часто створюють власні візуальні нотації, щоб виразити частину ігрового дизайну, над яким вони працюють [11]. Схеми «Односторінкового дизайну» [13] є прикладом такої практики.

Дизайнери знайшли у візуальному моделюванні сильного союзника для передачі свого бачення гри іншим членам команди. Лібранде наголошує, що візуальні моделі є більш синтетичними, природно комунікативними та краще масштабуються. На його думку, практика побудови діаграм змушує дизайнерів витягувати суть ігрового процесу з кількох візуальних елементів. Крім того, дизайнери прагнуть визначити зв'язки між компонентами ігрового процесу та застосувати підхід «зверху вниз», розбиваючи більші проблеми на менші частини. Загалом, візуальні схеми створюють карту ігрового дизайну для команди, полегшуючи її розуміння та оновлення. Однак професії ігрового дизайну бракує стандартної візуальної мови, і зусилля докладаються саме до цього підходу. Поряд зі спробами розробити спільний словник дизайну, попит на мови візуального дизайну становить другий основний підхід, за яким проекти рухалися до формальних методів та інструментів дизайну (нижній сегмент рис. 1). З цією метою можна виділити дві гілки: пошук візуальних мов дизайну та мов для моделювання ігрової механіки. Використання візуальних мов для представлення дизайну нагадує вимоги до моделювання дизайну в програмній інженерії. Цю подібність відзначали деякі автори, які обговорювали використання діаграм UML для створення карт дизайну. Сікарт (2008) представив визначення ігрового дизайну на основі концепції об'єктної орієнтації, пропонуючи використання UML (Фаулер, 2004) для моделювання, хоча прикладів не було наведено. Демачі (2003) обговорив використання екстремального програмування, гнучкого методу розробки програмного

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечення, у створенні ігор. Він також називає UML інструментом дизайну, який можна використовувати для опису ігрових елементів та ігрового процесу. Блюменталь (2005) розробив гру Space Invaders як педагогічну демонстрацію, використовуючи UML для фіксації вимог та дизайну гри. Загалом, хоча текстові документи часто використовуються в специфікації програмного забезпечення, візуальні мови активно використовуються для покращення комунікації всередині та за межами команди розробників. Так само, UML може бути зручним інструментом для комунікації дизайну в ігровому проекті. Однак, необхідні подальші дослідження застосування UML, щоб належним чином адаптувати його до потреб ігрового дизайну.

Для створення дизайн-моделей на основі шаблонів ігрового дизайну [11] впровадив програмне забезпечення CAGE Computer-Aided Game Design, одну з небагатьох ініціатив, що вже були зроблені для створення конкретних інструментів. Його мета — дозволити дизайнерам вибирати шаблони, які складатимуть концепцію гри, та візуалізувати їхні взаємозв'язки на діаграмі. Описи використаних шаблонів потім інтегруються в проектний документ. Хоча ця робота проста та академічна, вона являє собою цікаву спробу застосувати концептуальну модель та інтегрувати її з методом, який зараз використовується в галузі. У протилежному напрямку, програмне забезпечення Sketch-It-Up! [забезпечує візуалізацію дизайнерського наративу. Хоча це програмне [14] забезпечення не пов'язане з моделюванням дизайну, воно являє собою ще одну спробу надати обчислювальну підтримку ігровому дизайну. Центральна ідея інструменту полягає в тому, щоб дозволити дизайнерам та розробникам створювати глобальне уявлення про гру за допомогою анімації (анімованих розкадровок). Під час мозкового штурму учасники одночасно взаємодіють за допомогою програмного забезпечення, керуючи чернетками акторів та об'єктів у грі для створення анімованих послідовностей зображень ігрового процесу.

На відміну від проектного моделювання, академічні підходи зосереджені на нижчому рівні абстракції, намагаючись зібрати словник логічних

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкцій, які дозволяють представляти ігрову механіку, процес, який був виконаний текстово в проектній документації. Адаптації мереж Петрі для цієї мети розглядалися кількома авторами, такими як [16], [9/3..5.6] також представили адаптації мереж Петрі з кількома власними налаштуваннями. Йдучи трохи далі, [8] створив програмний інструмент для моделювання та симуляції механіки в режимі реального часу під назвою *Machinations*. Використовуючи візуальну мову, дизайнери визначають механіку гри. Після завершення правила на діаграмах можна виконати, що дозволяє «симулювати гру». *Ludocore*, інструмент, створений Смітом, Нельсоном та [10], дотримується подібного підходу. Однак, замість графічних конструкцій, дизайнери використовують текстову мову програмування для створення моделей механіки, які також можна імітувати в середовищі. Хоча виконання механіки, здавалося б, є перспективним, обидва інструменти використовують невідомі та мало інтуїтивно зрозумілі мови. Це факт, який заслуговує на увагу, оскільки самі дизайнери використовують блок-схеми для допомоги в текстових описах механіки. Крім того, «симуляція гри», що виконується цими інструментами, не відображає точку зору гравця, що перешкоджає експериментуванню з естетичними компонентами гри. Підходи, представлені в цьому розділі, були розділені на дві групи: створення мов для опису та моделювання ігрової механіки та візуальне представлення ігрової концепції за допомогою дизайн-моделювання. В обох випадках метою є виступати в ролі посередника комунікації в командах розробників та між поколіннями дизайнерів. Загалом вони представляють собою впровадження консолідованих інженерних підходів у геймдизайні. Хоча дизайнери, які значною мірою базують свою роботу на наративних методах, можуть чинити опір використанню візуальних композицій, вони представляють тенденцію та потребу, яку вже підкреслили дослідники та практики.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

1.3 Висновки щодо концептуальних підходів до UI в іграх

У геймдизайні бракує спільного набору інструментів, що містить як широкі прикладні рішення, так і специфічні для певних жанрів ігор. З одного боку, професіонали та компанії прагнуть інструментів, які дозволять їм покращити виробництво та зменшити ризики інвестицій у нові проекти. З іншого боку, незалежні розробники та початківці шукають інструменти, які можуть підвищити їх продуктивність та дати їм орієнтир. Крім того, використання стандартизованих інструментів може зблизити промисловість та академічні кола, сприяючи створенню універсальної бази знань з геймдизайну. Дизайн-документ, основний інструмент, що використовується наразі, багато авторів вважають невідповідним таким прагненням.

Загалом, дизайнери прагнуть продуктивних та стандартизованих інструментів і технік, які не жертвують свободою та креативністю, властивими їхній справі. Було зроблено кілька спроб створити ці інструменти, і їх можна узагальнити за двома підходами: створення дизайнерського словника та розробка візуальних мов для моделювання дизайну. У першій групі дослідники та дизайнери розглядали такі теми, як словники дизайнерських термінів, таксономії в іграх, дизайнерські рекомендації та колекції дизайнерських концепцій. Перші три підходи не можна вважати інструментами. Словники є елементарними, вони служать основою для спілкування між професіоналами та для проектної документації. Дизайнерські рекомендації допомагають передавати досвід новим поколінням дизайнерів. Таксономії допомагають упорядкувати величезну бібліотеку існуючих ігор та скласти дизайнерський словник, крім того, вони є важливими для досліджень ринку. З іншого боку, колекції дизайнерських концепцій, розглянуті в четвертій темі, являють собою перспективну можливість створення дизайнерського інструментарію та важливий компонент у створенні універсальної бази знань з дизайну.

Дизайнери зазвичай будують свою роботу на попередніх результатах

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інших професіоналів, шляхом експериментів та аналізу існуючих ігор. Як джерело натхнення, дизайнери постійно використовують комерційні та незалежні ігри, щоб підвищити вимоги до проекту, над яким вони працюють. Ця практика також дозволяє їм розширити свої знання про ігрову механіку та ігровий досвід, який вони створюють (їхні естетичні компоненти). Більше того, цей процес дослідження та експериментування виступає доказом концепцій бажаної механіки. Загалом, метою цієї практики є вилучення елементів, які можуть призвести ігри до успіху чи невдачі, розуміння того, як вони поєднуються та балансують, та допомога дизайнерам у прийнятті рішення щодо включення цих елементів у свої проекти. З іншого боку, існуючі спроби впровадження цього підходу збору дизайнерських концепцій FADT [3.8.5] не відповідають поставленим критеріям. Разом ці висновки створюють потужний стимул для нових спроб створити колекцію повторюваних елементів дизайну, запозичених з існуючих ігор. Більше того, цей підхід відповідає потребам, порушеним [4.2]

З точки зору розробки, ігри можна розглядати як поєднання - кіновиробництва та програмного забезпечення. Тому було б природно, що інструменти, що походять з цих галузей, були запозичені як для розробки, так і для дизайну ігор. З кіновиробництва відбувається запозичення: дизайнери використовують розкадровки, ескізи, камери та методи оповіді для проектування та документування ігрових концепцій. Однак інструменти розробки програмного забезпечення мають дуже малий вплив на роботу дизайнера. Хоча методи проектування та програмування програмного забезпечення марні для дизайнера, інструменти аналізу вимог можуть бути йому корисними. З точки зору збору та аналізу вимог, геймдизайнери мають дуже схожу роль з системними аналітиками, оскільки вони повинні розуміти та документувати потреби користувачів з їхньої точки зору. Таким чином, можна було б очікувати, що візуальні мови, які широко використовуються аналітиками, такі як UML, будуть адаптовані для геймдизайну, чого на практиці не відбувається. Крім того, хоча

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деякі автори погоджуються з цією точкою зору, а інші підкреслюють переваги використання діаграм у геймдизайні, зроблено небагато. Навіть критикуючи модель проектування ігор загалом, дизайнери та дослідники зосереджувалися виключно на створенні середовищ та мов для моделювання та симуляції ігрових механік, таких як махінації [10]. У цих реалізаціях -використання незнайомих та неінтуїтивних мов, висока крива навчання та невизначеність практичних переваг тримають дизайнерів подалі. Більше того, ці інструменти були валідовані в академічному середовищі, застосовувалися до обмежених робочих груп, зазвичай складаних з науковців та початківців, що не відповідає галузі. Навіть їхні автори не впевнені щодо переваг, які такі інструменти принесуть іншим дизайнерам, та наголошують на необхідності їх оцінки на практиці. [15] запропонував провести таку оцінку.

І останнє, але не менш важливе, окрім визнання потреб дизайнерів, необхідно знати їхні конкретні методи, ті, що не є широко задокументованими. Не можна ігнорувати комерційний успіх галузі, що, безумовно, сприяє сертифікації цих методів. Зокрема, хочеться з'ясувати, які інструменти створюють та використовують власні дизайнери для роботи над особливостями своїх проектів. Можливо, що деякі важливі інструменти вже були розроблені та залишені наприкінці проекту. Схеми дизайну на одній сторінці Librande (2012) є прикладами інструменту, створеного з урахуванням його потреб. Усвідомлення таких інструментів, створених та використаних у конкретних дизайнерських ситуаціях, може сприяти просуванню за допомогою підходів, обговорюваних у цій статті, до створення набору інструментів для дизайну. Той факт, що галузь та академічні кола погоджуються щодо потреб гейм-дизайнерів, свідчить про те, що обидва знають, що потрібно робити, але відмова від використання доступних концептуальних та фізичних реалізацій дає зрозуміти, що вони ще не знають, як це зробити.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 . ВСТУП ДО ПРАКТИК ВИРОБНИЦТВА ІГОР

Цей розділ є вступом до розробки ігор, щоб краще зрозуміти, чим робота команди графіки відрізняється від роботи решти команди розробників. Розробка відеоігор багато запозичує з традиційної розробки програмного забезпечення, але просте впровадження практик розробки програмного забезпечення не приносить користі ні команді, ні продукту. Оскільки експертиза команди розробників ігор зазвичай ширша, ніж експертиза команди розробників програмного забезпечення, для управління проектом та людьми слід використовувати різні стратегії. Окрім більш традиційних ролей розробників, команди розробників ігор часто включають музикантів, письменників та консультантів з тем, які може порушувати гра, наприклад, експертів у галузі охорони здоров'я з ігровими званнями. [4] Ще однією галуззю, з якої розробка ігор часто запозичує ідеї, є кіноіндустрія. Такі посади, як режисер, художник-постановник, трюки та навіть дизайн костюмів, сьогодні можна побачити в титрах ігор AAA-класу [5][6]. Це означає, що командам розробників ігор, можливо, доведеться застосовувати деякі інструменти та методи, що використовуються в культурному менеджменті. Поєднання практик розробки програмного забезпечення та висококреативної кіноіндустрії означає, що розробники ігор стикаються з унікальними проблемами. Необхідність перезнімати сцени з акторами озвучування або повторювати основні елементи ігрового процесу може перешкоджати більш традиційним моделям розробки, таким як каскадна методологія. Тому ігрові студії часто використовують більш гнучкі (тобто гнучкі методи) інструменти управління проектами, такі як Scrum або Kanban. Поєднання гнучких методів та каскаду забезпечує необхідну структуру для більших студій, тоді як більш реактивне поєднання гнучких методів дозволяє меншим студіям скористатися перевагами свого меншого розміру та більш плоскої структури керівництва.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1 Етапи виробництва

Виробництво відеоігор складається з визначених фаз, які різняться залежно від команди, компанії та проекту. Порядок цих фаз залишається незмінним, але визначення фаз різняться, і межі між різними фазами можуть розмитися. Фази можна розділити на три категорії залежно від того, де вони хронологічно з'являються у часовій шкалі виробництва. [7]

- Передпродакшн
- Виробництво
- Постпродакшн

Передпродакшн

Передпродакшн – це фаза, яка настає першою у виробничій шкалі. Команда розробників може розпочати передпродакшн у різний час, оскільки керівництво, ймовірно, працює над передпродакшном наступного проекту, поки попередній проект знаходиться в стадії запуску або наближається до запуску. Перш ніж розпочати виробництво, необхідно скласти деякі плани. Що потрібно зробити, коли, ким і як. На ці питання слід відповісти під час передпродакшну, щоб команда мала чіткий план того, як слід підходити до проекту. Передпродакшн детально розглядається в наступному абзаці. [7]

Виробництво

Виробництво – це фаза, на якій відбувається фактична розробка. Фази, які часто включаються до виробництва, це розробка (іноді її називають просто виробництвом), бета-версія та альфа-версія. Як згадувалося раніше, вони різняться залежно від компанії та команди розробників. Деякі включають бета- та альфа-версії як частини виробництва, деякі бачать їх як окремі фази, що йдуть після виробництва та перед пост-виробництвом. [8] Під час розробки створюються функції для продукту. Залежно від стилю управління проектом, ці функції можуть проходити через менші цикли спринту. На рисунку 1 показано традиційний цикл спринту Scrum.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

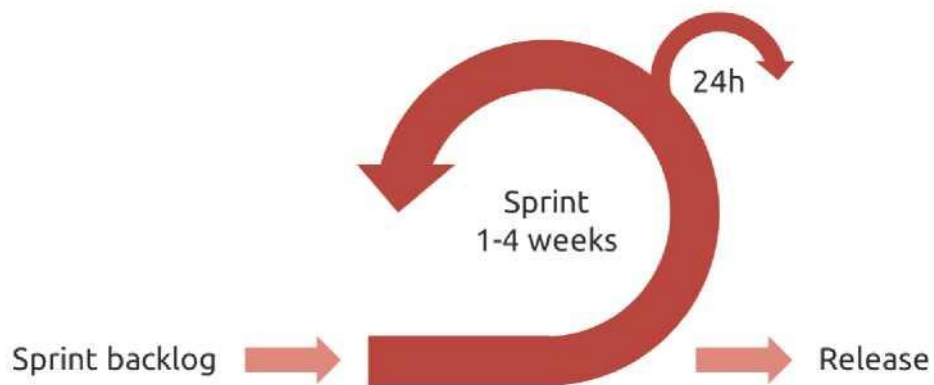


Рисунок 2.1- Спрощений цикл scrum sprint3

Протягом цього циклу, який називається спринтом, функція проходить етап розробки (тобто програмується ігрова механіка або створюється художній ресурс) та потрапляє на тестування або огляд, де колеги надають відгуки та оцінюють створений ресурс. Якщо ресурс має необхідну якість, він позначається як виконаний, і може розпочатися створення нового ресурсу. Якщо ресурси потрібно ітерувати, вони повертаються до виробництва. Спринти плануються до їх початку, а також визначаються функції та завдання, які мають бути виконані протягом цього спринту. Ця зустріч, яка відбувається до того, як команда розробників почне спринт, називається плануванням спринту або зустріччю спринту. Така структура допомагає керівництву відстежувати, чи функції додаються вчасно, і скільки роботи виконано за певні терміни. Не всі команди розробників використовують спринти, але оскільки вони полегшують відстеження прогресу завдань, їх часто використовують. Коли спринт завершується, команда розробників переглядає роботу, виконану протягом цього спринту, та планує наступний. [9]

Бета- та альфа-версії зазвичай відносяться до пізніх стадій виробництва, коли тестування завершено. Ближче до або під час альфа-версії проект входить

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у стан блокування функцій (також званий блокуванням контенту або «заморожуванням» у розробці програмного забезпечення). Блокування означає, що до проекту більше не додаються жодні функції, і це завершує ітеративний процес розробки, щоб продукт міг бути запущений. В альфа-версії завершується внутрішнє тестування продукту. Коли результати внутрішнього тестування достатні, починається стадія бета-тестування. У бета-версії продукт надсилається зовнішньому тестеру, який тестує різні аспекти продукту. Коли споживачі говорять про те, що відеогра перебуває в бета-версії, вони мають на увазі, що гра ще не завершена, але доступна всім через відкрите бета-тестування або обраним особам/регіонам через закрите бета-тестування. [8]

2.2 Постпродакшн у розробці ігор

Постпродакшн означає фазу, яка настає після продакшену. Стиль постпродакшену сильно залежить від типу гри, оскільки багато невеликих ігор можуть мати дуже мінімальну фазу постпродакшену. Перш ніж продукт буде готовий до глобальної публікації (також званий релізом або запуском), він може пройти м'який запуск. Під час м'якого запуску гра публікується в певному регіоні або для певних демографічних груп, перш ніж вийти на світовий ринок. Зазвичай це стосується виключно мобільних ігор. Використання терміна «реліз» може вводити в оману, оскільки він часто асоціюється з релізом. Реліз означає гру, яка має постійну підтримку, і регулярно додається новий контент. Це не стосується багатьох невеликих ігор для ПК та консолей, які запускаються і не мають постійного створення контенту, окрім патчів та випадкових додаткових DLC. З цієї причини в цій статті використовується термін «запуск», і ми зосередимося на іграх, які не є релізом. [4]

Після запуску виникає багато завдань, безпосередньо не пов'язаних з розробкою. Підтримка клієнтів, управління різними магазинами, наборами та розпродажами – це деякі з цих завдань. Команда розробників може бути

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залучена, коли потрібно створювати нову маркетингову графіку або патчі. Патчі – це доповнення до гри, які часто включають виправлення помилок та невеликі коригування на основі відгуків гравців (прямих або отриманих через ігрову аналітику). Патч також може містити деякий новий контент.

DLC – це додатковий контент, доданий до гри (який доступний у цифровому вигляді). DLC часто включають нові карти, зброю або косметику. Коли працюється над новим DLC, він проходить власний цикл розробки з фазами, згаданими раніше. На відміну від патчів, DLC – це додатковий контент, тоді як патчі – це прямі доповнення до оригінальної гри, які, можливо, доведеться завантажити, щоб гра працювала належним чином. [7]

Мета передвиробництва

Мета передпродакшну — підготовка до виробництва. Визначення графічного стилю, інструментів, які слід використовувати, та визначення конвеєрів — це деякі з важливих завдань. Збір команди та чітке визначення ролей для кожної людини також слід зробити якомога раніше, щоб уникнути плутанини в команді. Якщо команді потрібно опанувати нові навички, будь то нові робочі процеси чи інструменти, це слід чітко визначити до початку виробництва. Робоче навантаження часто суттєво відрізняється між різними дисциплінами в команді в міру просування проєкту. Художня команда може випереджати програмістів, що може призвести до проблем, якщо вони занадто залежать від програмістів або дизайнера. Це слід враховувати під час визначення конвеєрів. Як кожен може працювати максимально незалежно, не залежаючи від інших людей для просування своїх завдань? Наявність у художників широкого спектру інструментів допомагає розподілити робоче навантаження. Наприклад, якщо художники самі збирають ресурси в движку, а не головний художник, програмісти чи технічний художник, це допомагає розподілити робоче навантаження. Бачення кожного окремого ресурсу залишається послідовним, з чіткою, цілеспрямованою документацією та рецензуванням (або ж керівник перевіряє кожен ресурс, перш ніж передати його решті команди).

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

На самому початку передпродакшну слід поставити цілі. Що потрібно зробити, щоб перейти до виробництва? Ці цілі різняться для кожного проекту та можуть змінюватися під час передпродакшну. Питання, на які має відповісти передпродакшн: «Що? Як?, Коли?, Хто? і Чому?». [10] «Що» слід зробити, означає визначити стиль гри, скільки ресурсів слід створити та які вони будуть. Арт-біблія, мудборди та мініатюри допомагають відповісти на це питання. «Як» це слід зробити означає інструменти, а також пайплайни створення та дизайну. Арт-дизайн документ та Технічний дизайн документ повинні відповісти на ці питання. Планування роботи також певною мірою буде виконуватися під час передпродакшну. Визначення того, що потрібно для мінімально життєздатного продукту, і чи є ресурси, які можуть знадобитися негайно іншим дисциплінам? Технічному художнику або програмісту геймплею може знадобитися персонаж гравця якомога швидше, тому йому слід надати пріоритет над другорядними ресурсами середовища. Визначення чітких ролей для кожного відповідає на питання «хто». Це допомагає уникнути плутанини та запобігає пропуску завдань, коли ніхто не впевнений, хто над ними повинен працювати. Ролі не є остаточними і можуть змінюватися пізніше під час виробництва в міру просування проекту, але ці зміни слід обговорити, щоб усі були на одній хвилі. «Чому» слід запитувати себе під час визначення будь-якої мети. Чому щось робиться саме так? Чи це тому, що так завжди робилося і чи є нові, кращі способи досягнення цієї мети? Це також стосується створення ресурсів. Чому варто створити певний ресурс, що він додає до враження? Під час передпродакшну команда художників повинна тісно співпрацювати з дизайнерами, щоб враження було цілісним, а мистецтво посилювало ефект, якого прагнуть досягти дизайнери.

Обмеження

Художня команда рідко може створювати все, що забажає, без жодних обмежень. Цільова аудиторія та обладнання, розмір та склад команди обмежують те, що можна та потрібно зробити. Деякі з цих вимог іноді визначаються до

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

початку виробництва, наприклад, під час роботи над DLC або продовженням існуючої гри. Зазвичай це не так, тому всі ці аспекти вирішуються в міру просування передпродакшну.

Апаратне забезпечення

Обмеження апаратного забезпечення слід пам'ятати з самого початку. Деякі стилі нелегко досягти на певному обладнанні, а деякі майже неможливо відтворити без суттєвих змін у стандартному робочому процесі для цього стилю. Наприклад, створення HDRP-матеріалів для мобільної VR-гри буде неможливим [11]. Цільове обладнання також часто говорить про цільову аудиторію; клієнти на ПК, ймовірно, очікують іншого графічного стилю, ніж клієнти на мобільних пристроях.

Склад команди

Склад та розмір команди розробників відіграють важливу роль у вирішенні питання про те, який тип графічного оформлення слід створювати та який його обсяг можна реалізувати. Якщо команда графіки невелика, створення великої кількості реалістичних персонажів та ресурсів оточення, ймовірно, буде неможливим. У такому випадку слід оцінити, які кроки можна обмежити для досягнення мети. Купівля деяких ресурсів у третіх сторін, використання фото-башингу для текстур замість створення всього з нуля, а також підвищення універсальності ресурсів та їх перепрофілювання – все це прийнятні варіанти. Також слід враховувати розмір решти команди. Якщо графічний стиль вимагає модульних ресурсів, хтось повинен розробити їх та способи їх взаємодії один з одним. Крім того, якщо команда програмістів невелика, вона навряд чи матиме графіку, складну для програмістів, таку як складно налаштовані, процедурно анімовані персонажі або процедурно деструктивне оточення.

Спеціальні інструменти можуть бути корисними для команди, наприклад, можливість створювати колайдери всередині програмного забезпечення для 3D-моделювання може бути дуже корисною для деяких команд. Ці інструменти потрібно розробляти, шукати та тестувати, а також оцінювати цінність, яку вони

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приносять у проект. Як і всі інструменти та програми, їх слід використовувати лише тоді, коли вони вирішують проблему, з якою стикається команда, або якщо вони роблять існуючий робочий процес ефективнішим.

2.3 Роль UI/UX на етапах виробництва гри

Коли команда починає передпродакшн проекту, їй слід знати, які інструменти є в їхньому розпорядженні та допомагають досягти своїх цілей. Як згадувалося в попередньому розділі, передпродакшн повинен мати на увазі певну мету. Вибір інструментів та практик, які допомагають досягти цих цілей, також є частиною передпродакшну, якщо немає існуючих конвеєрів для подальшого розвитку.

Документи – це інструмент, який команда використовує для передачі бачення гри один одному. Зазвичай ці документи або створюються керівником команди, або контролюються ним, щоб бачення залишалось послідовним. Формат документа варіюється залежно від дисципліни, а вподобання між документами різняться між окремими особами. Сама гра також впливає на вміст документа; мобільна 2D-гра може мати широке охоплення елементів інтерфейсу користувача, тоді як атмосферна 3D-гра VR може ні. Деякі студії віддають перевагу документації у стилі вікі, де все зберігається у вікі, тоді як біблія світлового мистецтва може бути презентацією PowerPoint. Це слід обговорити з людьми, які використовуватимуть документ. Документи слід оновлювати, якщо це можливо, але застарілі документи, які ніхто не використовує, можна і потрібно відмовитися. Їх слід створювати в міру необхідності, тому що якщо вони створюються занадто рано, вони пізніше, ймовірно, більше не відобразатимуть продукт, який розробляє команда. [12]

Документ художнього дизайну або Біблія художнього дизайну (ADD та АВ) часто є єдиними документами, створеними для та художнім відділом. Коли документ містить більше тексту та нагадує традиційний документ, його часто

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

називають Документом художнього дизайну, а коли він більш візуальний, широкий та високорівневий, його називають Біблією художнього дизайну. АВ часто більше стосується візуального стилю гри, тоді як ADD містить більше технічної інформації, такої як використані інструменти, правила іменування та блок-схеми інтерфейсу користувача. Біблію художнього дизайну також можна називати Посібником зі стилю. Чудовим прикладом АВ або візуального посібника є Посібник з художнього дизайну персонажів Dota 2, створений Valve Corporation, як показано на рисунку 2.2.

Візуальні посібники з Dota 2 можна знайти в Steam на сторінці Майстерні Dota 2. Сайт містить окремі сторінки для малюнків персонажів, ігрових предметів, емодзі чату, анімації тощо, і він постійно оновлюється разом із грою. Сайт допомагає моддерам створювати контент, який відповідає візуальному стилю гри, оскільки Valve часто залучає спільноту до створення контенту. [13]

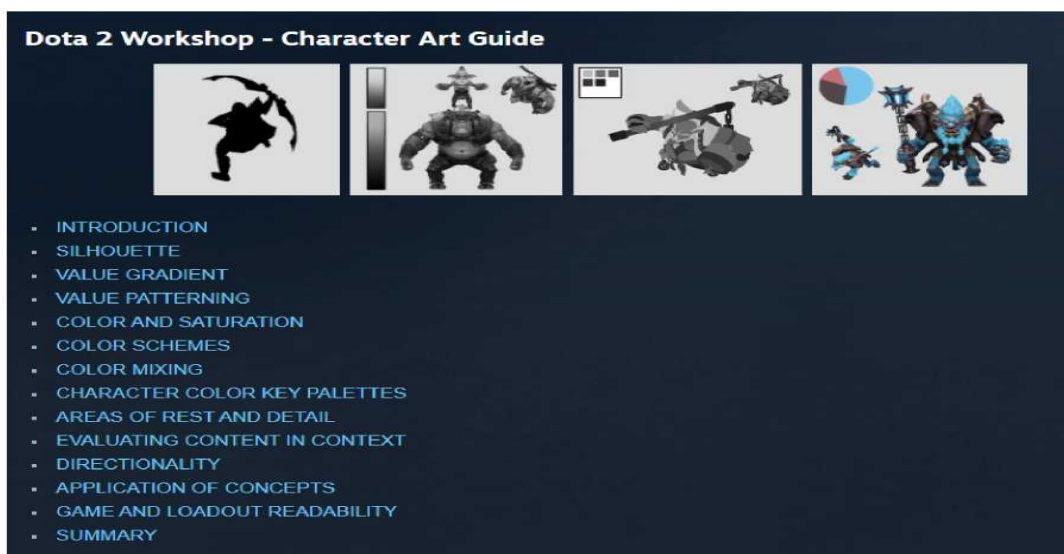


Рисунок 2.2 - Зміст посібника з малюнків персонажів Dota 2

Окрім керування візуальним стилем гри, документація може використовуватися для передачі технічної інформації. Яке програмне забезпечення та доповнення слід використовувати, наскільки великими мають бути елементи відносно один одного, яку роздільну здатність або кількість

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

полігонів слід використовувати тощо. Один дуже практичний документ (або частина більшого документа) – це список ресурсів. Список ресурсів містить усі ресурси, які необхідно створити для гри. Слід вирішити, чи список ресурсів містить усі ресурси та їх варіації, чи лише ресурси інтерфейсу користувача або важливі елементи квесту, які необхідно створити. Якщо список містить інформацію про статус ресурсів (чи створені вони, хто їх створює, коли), список ресурсів може перетинатися з дошкою Канбан команди розробників, якщо вона них є. Це може бути бажаним або ні, тому це слід враховувати

Тип активу	Префікс	Суфікс	Нотатки
Текстура	T_		
Текстура (дифузна/альbedo/базовий колір)	T_	_D	
Текстура (звичайна)	T_	_N	
Текстура (шорсткість)	T_	_R	
Текстура (Альфа/Непрозорість)	T_	_A	
Текстура (Окклюзія навколишнього середовища)	T_	_O	
Текстура (Рельєф)	T_		
Текстура (емісійна)	T_	_E	
Текстура (маска)	T_		
Текстура (дзеркальна)	T_	_S	
Текстура (металева)	T_		
Текстура (упакована)	T_	*	Дивіться примітки нижче щодо пакування.
Текстурний куб	TC_		
Текстура медіа	MT_		
Ціль рендерингу	RT_		
Ціль рендерингу куба	RTC_		
Профіль світла текстури	ТЛП		

Рисунок 2.3 - Правила іменування текстур в Unreal Engine 4

Правила іменування часто не враховуються, але стають важливими, щойно з одним ресурсом працює кілька людей. Узгоджені правила іменування допомагають швидко та легко розрізнити ресурси та не залишають місця для здогадок. Особливо з картами PBR може бути важко розрізнити різні карти градацій сірого, якщо вони названі неправильно. У цьому посібнику з іменування від Майкла Аллара для проектів Unreal Engine 4 ресурси іменуються за допомогою префіксів та суфіксів.

На рисунку 2.3 Майкл Аллар задокументував правила іменування для текстур у проектах Unreal Engine 4 (UE4). Хоча деякі з них є специфічними для UE4, цей тип системи можна адаптувати для будь-якого двигуна або зробити незалежною від нього. Як і будь-який документ, правила іменування слід адаптувати до вашої гри, оскільки така система, ймовірно, не буде корисною для 2D-гри. Поряд із правилами найменування, масштаб ресурсів має бути визначений та десь повідомлений. Масштаб, у цьому випадку, може означати роздільну здатність текстур, кількість полігонів або «фізичний» масштаб 3D-ресурсів. Якщо гравцеві потрібно безпосередньо взаємодіяти з ресурсами, це стає дедалі важливішим. Можуть бути ресурси, на які гравець повинен мати можливість стрибати, під які він може пригинатися або за які він може пригинатися.

2.4 Висновки по розхділу

Розділ 2 демонструє, що виробництво ігор є багатофазним процесом, який поєднує технічні та креативні підходи з гнучким управлінням проектами. Особливу роль у цьому процесі відіграє проектування користувацького інтерфейсу (UI/UX), яке потребує ретельної документації, чіткого визначення цілей, ролей і стандартів, що забезпечує злагоджену командну роботу та ефективну реалізацію візуальної складової гри.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

РОЗДІЛ 3. ІНСТРУМЕНТИ ТА ПІДХОДИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА

3.1 Інструменти та методи проєктування UI

У цьому підрозділі представлено деякі інструменти, корисні для визначення графічного стилю гри. Вони перелічені окремо, але часто так чи інакше перетікають один в одного. Наприклад, можна використовувати існуючі мініатюри для уточнення колірної палітри.

Мудборди

Мудборди можуть здатися очевидними. Це колекції зображень або інших медіафайлів, які допомагають визначити настрій, якого прагне гра або певна її частина. Спочатку можуть бути загальні мудборди для всієї гри, а пізніше – для різних областей гри, персонажів або реквізиту.



Рисунок 3.1 - Мудборд, створений для Korpus: Buried Over the Black Soil

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Вважається гарною практикою додавати до мудбордів різноманітні зображення, не лише концепт-арт/скріншоти з існуючих ігор. Наявність широкого спектру посилань допомагає команді впроваджувати інновації, а не просто імітувати існуючі назви та ідеї. На рисунку 4 мудборд був створений для того, щоб відобразити настрій та загальну естетику старої занедбаної ванної кімнати.

Мініатюри

Мініатюри – це невеликі, зазвичай сірого кольору зображення, які містять дуже мало деталей. Мета мініатюр – передати загальну мову форми об'єкта/середовища, що відображається на мініатюрі, без необхідності звертати увагу на дрібніші деталі чи колір. Кількість використовуваних значень також часто обмежена, і іноді мініатюра – це лише силует. Створення мініатюр часто є одним із перших процесів під час розробки чогось візуального, і зазвичай вважається, що кількість має цінуватися вище за якість. Кожна мініатюра все ще повинна мати мету, і вона повинна досліджувати ідею, але не слід витратити час на вдосконалення та полірування мініатюр. Велика кількість допомагає команді відсіяти ідеї, які вважаються вартими розвитку, одночасно відсікаючи ті, які не потребують подальшого опрацювання [14].

Щойно буде достатньо мініатюр для порівняння, їх слід оцінити. Слід вирішити, які форми та значення підходять, а які ні. На основі цього можна створити новий набір мініатюр. Мініатюри на рисунку 5 були намальовані далі в процесі проектування. Основні риси персонажа були певною мірою визначені, і це пізніші ітерації. Цього разу рівень деталізації може бути вищим, а кількість використаних значень може бути збільшена. Цей процес повторюється стільки разів, скільки необхідно. Як і персонажі, середовища також можна створювати мініатюрами.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.2 - Невелика добірка мініатюр персонажів

На рисунку 3.3 мініатюри є частиною більшого набору. Метою цих мініатюр було дослідити різні ідеї не лише для планування та меблів, а й для настрою. Такі мініатюри можуть бути не такими корисними для розробки точного планування рівня, але вони пропонують гарну відправну точку та допомагають донести різні ідеї до інших членів команди.

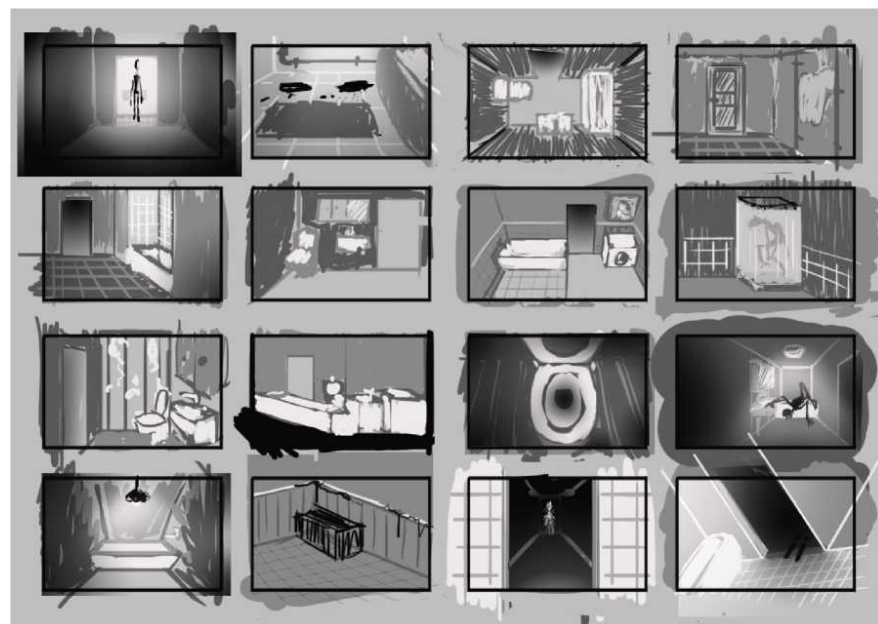


Рисунок 3.3 - Мініатюри внутрішнього середовища для Korpus: Buried
Over the Black Soil

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Кольорові палітри

Колір є важливим фактором, незалежно від того, чи є гра реалістичною, чи сильно стилізованою. Навіть під час роботи над реалістичною грою слід враховувати використані кольори. Елементи, які не є важливими для гравця, не повинні привертати його увагу без потреби, оскільки це призведе до плутанини. Якщо є об'єкти, на які гравцеві потрібно звернути увагу, колір слід використовувати так само, як і форму, рух та освітлення. Теорія кольору – це сама по собі широка тема, яка важлива в будь-якому виді візуального дизайну, тому розробка палітри для вашої гри, ймовірно, займе більше часу, ніж передбачалося спочатку [15].



Рисунок 3.4 - Колірна довідка, що використовується для оточення в грі Journey від thatgamecompany

Колірна довідка на рисунку 7 від Метта Нави показує, як змінюється палітра середовища в міру проходження гри. Це створює різкі зміни настрою та

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

налаштовує гравця на майбутні випробування лише кольорами та відтінками середовища. Холодніше та темніше середовище є більш ворожим і містить більше загроз для гравця, ніж його світліші, тепліші аналоги. [16]

Концепт-арт

У цьому випадку концепт-арт стосується відшліфованих ілюстрацій гри. Вони часто використовуються для передачі настрою, якого прагне гра. Концепт-арт часто сприймається як найважливіший елемент передпродакшну, коли йдеться про мистецтво, що зазвичай не так. Яскраві зображення чудово підходять для просування гри та мотивації команди, але вони часто не приносять великої користі команді художників. Вони часто недостатньо точні, щоб використовувати їх як орієнтир для 3D-моделей, і займають забагато часу для створення, як мініатюри чи інші ескізи. Це не означає, що концепт-арт не має місця в передпродакшні; багато студій передають на аутсорсинг кілька високоякісних концепт-артів одразу на початку виробництва для використання в маркетингу (для зовнішніх та внутрішніх презентацій). [10]

Макети

Макети часто плутають з концепт-артом. Макети — це часто візуалізації певного аспекту гри, такого як певний рівень або інтерфейс користувача, тоді як концепт-арт має на меті передати певне відчуття.

Їх можна використовувати по-різному: щоб краще відчувати макет рівня або продемонструвати, як буде проходити гра. Макети на рисунку 8 створені для того, щоб визначити основний стиль шрифту, який буде використовуватися в інтерфейсі гри. Хоча макети зазвичай є зображеннями, вони також можуть бути у відеоформаті. Таким чином, можна експериментувати з анімацією, перебігом гри та переходами між екранами. Наприклад, можна створити макет трейлера ігрового процесу [10].

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

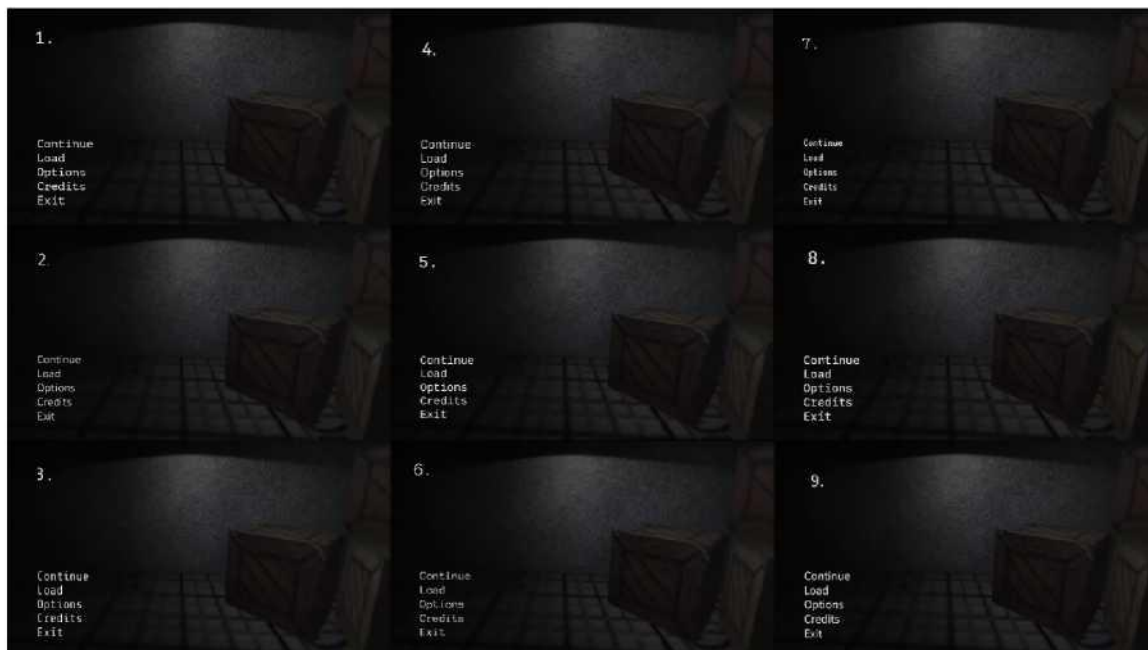


Рисунок 3.5 - Макети різних варіацій шрифтів для гри Korpus: Buried Over the Black Soil

3.2 Системи контролю версій у розробці інтерфейсу

Контроль версій є життєво важливим для будь-якого комерційного проекту, оскільки він зберігає запис змін, внесених до файлів. Це дозволяє користувачам співпрацювати над файлами разом і за потреби повертатися до попередньої версії файлу. Контроль версій – це сама по собі широка тема, тому її буде розглянуто лише коротко. Важливо вибрати систему контролю версій (VCS), яка працює для команди, і ретельно навчити всіх, як її слід використовувати.

Може існувати окрема структура контролю версій, репозиторій, для самої гри та файлів малюнків. Репозиторій малюнків містить усі робочі файли, такі як файли .PSD та .BLEND. Це потрібно для того, щоб кожен художник мав доступ до робіт усіх інших. Це корисно для перевірки масштабу, кількості вершин, кольорів та візерунків, що використовуються, а також для того, щоб переконатися, що ресурси, над якими ведеться робота, добре виглядають разом. Зберігання всіх файлів у централізованій системі, а не на окремих

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комп'ютерах/облікових записах, також є частиною управління ризиками. Якщо один жорсткий диск пошкодиться або людина раптово покине команду, вся робота цієї людини не буде втрачена. Обрану вами систему контролю версій слід впровадити якомога раніше, оскільки вона також потребує тестування, і існує крива навчання для тих, хто не знайомий із системою VCS, що використовується.

Тепер, коли обговорено різні методи визначення графічного стилю гри, будуть представлені деякі інструменти та робочі процеси. Окремі програми не будуть розглянуті, оскільки вони не мають відношення до обговорюваних тем. Усі робочі процеси та останнє згадане не є специфічними для програми. Ефективність є ключовою на будь-якому етапі виробництва гри. Тим більше на передпродакшні, оскільки плани можуть швидко змінюватися порівняно з тим, якими вони були раніше. Створення графіки, яка виконує свою функцію з високою швидкістю, є важливою навичкою, і команда графічних дизайнерів повинна використовувати всі доступні їй інструменти.

Нанесення малюнків поверх 3D-графіки (також зване розфарбовуванням) прискорює процес створення готового 2D-зображення. Будь то концепт-арт чи макети оточення, нанесення малюнків означає, що не потрібно розбиратися з масштабом, освітленням чи перспективою лише на 2D-поверхні. [17] На рисунку 9 Сема Кемпа одна й та сама сцена зображена на різних етапах моделювання. Наскільки далеко просунуті ці 3D-моделі, залежить від художника, чи він більш впевнений у 3D чи 2D? Якщо 3D є його сильною стороною, він може розвинути сцену далі та намалювати лише значення, текстури та дрібніші деталі поверх 3D-моделей.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

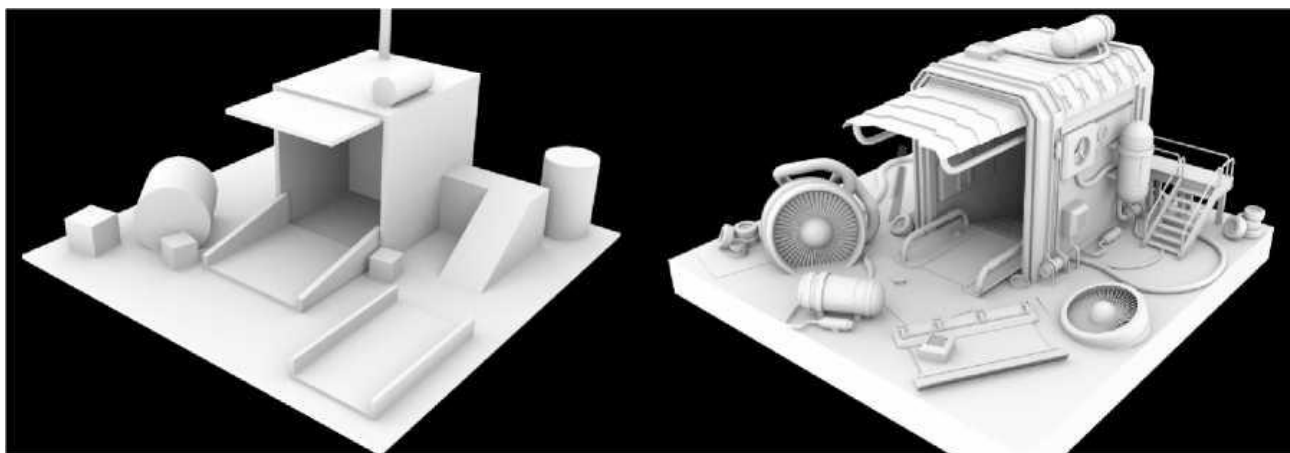


Рисунок 3.6 - 3D-сцена, створена для зафарбовування для концепт-арту

У той час як зафарбовування — це поєднання 3D-моделей та 2D-малювання, фотобешинг означає об'єднання колекції 2D-зображень для створення нового зображення. Ця техніка, як і зафарбовування, значно скорочує час, витрачений на макети та концепт-арт, особливо якщо прагнеться реалістичного стилю. У фотобешингу кілька зображень поєднуються для створення нової ілюстрації. Фотореалістичні деталі з фотографій означають, що художнику не потрібно витрачати час на профарбовування всіх деталей зображення. [18]

Теорію, викладену в попередніх розділах, тепер можна застосувати на практиці, спланувавши передвиробничий процес відеогри. Ці специфікації впливають з планів, складених командою розробників, а також з проектною та виробничою документації, підготовленою командою. Гра — це головоломка в жанрі екшн-хоррор для ПК, де гравець опиняється в порожньому залі аркадних автоматів. У міру проходження гри гравець знаходить аркадний автомат з привидами, який може використовувати для маніпулювання світом, у якому він знаходиться. На момент написання статті проєкт перебував у розробці протягом семи тижнів, і робочі процеси для дизайну, програмування та аудіо були налагоджені. Гра має графіку в стилі PS1, з низькополігональними 3D-ресурсами з текстурами низької роздільної здатності та піксельною графікою для гри з аркадним автоматом з привидами. Проєкт використовує значні ефекти

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

постобробки, найбільш помітним з яких є ефект пікселізації, який штучно знижує роздільну здатність гри.



Рисунок 3.7 - Порівняння вигляду з ефектами постобробки та без них

Хоча метою є створення схожості зі старими іграми епохи PS1, команда також використовуватиме сучасніші методи, такі як складні налаштування освітлення та PBR-матеріали. У лівій частині рисунка 10 можна побачити відносно легкий ефект пікселізації в дії (разом з деякими іншими ефектами). Таким чином, гра виглядає відшліфованою, і гравцям стає зрозуміло, що графіка в стилі PS1 є навмисним, художнім вибором, а не просто технічним обмеженням.

Використаний ігровий рушій — Unity 2019.4.9f1, який пропонує безліч нових інструментів пост-обробки та освітлення з конвеєром рендерингу високої чіткості (HDRP). Деякі помітні функції включають об'ємний туман, вбудовані ефекти пост-обробки (PP-ефекти) та можливість створення власних PP-ефектів, екранного простору, що оточує, та екранного простору, що спотворює зображення [19]. Окрім вбудованих PP-ефектів, команда використовує сторонній ретро-ефект зображення, який допомагає досягти вигляду, схожого на PS1.

Команда розробників складається з трьох осіб: одного дизайнера, одного

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

звукоінженера/програміста геймплею та одного графічного дизайнера. Команда вже працювала разом над опублікованою великомасштабною грою зі схожим художнім стилем та основним геймплеєм. Попередня гра була опублікована на Steam та Itch.io і має активний канал у соціальних мережах. Загальний графік вже визначено; гра має пройти шлях від початкового прототипування до заморожування контенту за 17 тижнів (загальний час розробки близько чотирьох з половиною місяців), а основні елементи ігрового процесу вже реалізовані на момент написання статті. Двоє людей (дизайнер та звукоінженер) працюють над проектом повний робочий день, оскільки це також їхній дипломний проект, тоді як художник працює над проектом у міру своїх можливостей, віддалено від решти команди. Художник займатиметься впровадженням ресурсів у ігровий рушій та будь-яким необхідним графічним програмуванням.

Виходячи з цих вимог та обмежень, можна провести SWOT-аналіз (сильні сторони, слабкі сторони, можливості, загрози).

- Сильні сторони о Команда розробників вже працювала разом раніше в подібному проекті.

- о Усі члени команди гнучкі, їм комфортно працювати поза межами своєї сфери знань.

- о Невеликий розмір команди забезпечує швидший час реакції під час розробки
- Слабкі сторони о Нерівномірне робоче навантаження між членами команди, оскільки не всі працюють над проектом повний –робочий день. о Невеликий розмір команди сильно залежить від усіх; якщо хтось втратить можливість працювати над проектом, це суттєво вплине на розробку.

- о Художник працює віддалено від решти команди.

- Можливості о Попередньо опублікована назва означає, що команда розробників має принаймні певну кількість підписників у соціальних мережах.

- Загрози

- о Оскільки команда розробників наразі завершує навчання, вони можуть працевлаштуватися під час проекту.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

о Команда повинна покладатися на деякі сторонні ресурси через жорсткий графік, який може мати неадекватну підтримку клієнтів у разі технічних проблем.

Беручи до уваги ці спостереження, наступним кроком є визначення цілей проекту.

3.3 Цілі та принципи розробки користувацького інтерфейсу

Перш ніж складати будь-які плани, важливо встановити цілі, яких ці плани прагнуть досягти. У мистецтві ці цілі можна розбити на кілька способів. У цьому випадку цілі встановлюються для кожного типу ресурсів (моделі середовища, інтерфейс користувача, візуальні ефекти тощо). Важливо точно передати загальний настрій, і кожен елемент має працювати на його досягнення. Дія гри відбувається у старій, порожній аркаді, тому використовуються яскраві кольори та яскраве освітлення. Саме освітлення та ефекти постобробки допомагають створити ефект жаху.

Оскільки гра є 3D-грою, більшість ігрових ресурсів – це текстуровані 3D-моделі. Щоб досягти модернізованої графіки в стилі PS1, моделі повинні бути низькополігональними, а текстури можуть мати низьку роздільну здатність. Використаний ефект пікселізації допомагає досягти ретро-естетики, а також зменшує навантаження на художника, оскільки 3D-ресурси неможливо розглянути детально. Мета полягає в тому, щоб створити якомога більшу кількість ресурсів з відносно невеликими зусиллями, оскільки ресурси обмежені. Ресурси повинні бути створені таким чином, щоб їх можна було використовувати в багатьох різних сценаріях.

Оскільки проект — це гра жахів, гравцеві потрібно щось боятися. У цьому випадку команда обрала монстра, який переслідує гравця у 3D та 2D світах. Проста передумова щодо монстра полягає в тому, що це глюк у програмуванні аркадної гри з привидами. Візуальні ефекти повинні передавати це як у 3D, так і

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в 2D світі по-своєму. Ймовірно, потрібно буде зробити багато візуальних ефектів та користувацьких шейдерів, щоб монстр виглядав зламаним. Дизайнер хотів, щоб монстр якимось чином спотворював реальність, а сам монстр був дещо абстрактним. У грі також є сегменти 2D-геймплею, де гравець грає на старому аркадному автоматі. Графіка має бути значно спрощена, щоб виглядати значно старішою, ніж у будь-якій іншій грі в аркаді. Це означає, що гра, ймовірно, матиме обмежену кольорову палітру та невелику роздільну здатність текстур для спрайтів.

Інтерфейс користувача гри також повинен відповідати ретро-естетиці, тому ігрові меню слід ретельно дослідити на основі ігор, спочатку випущених для PS1. Гра містить проєкційний дисплей (HUD) – просту систему інвентарю, яка завжди відображається на екрані. Також буде головне меню, меню опцій та меню паузи. HUD – це єдиний елемент інтерфейсу, з яким гравцеві потрібно регулярно взаємодіяти під час ігрових сесій, тому він повинен мати вищий пріоритет, ніж інші елементи інтерфейсу. Візуальні ефекти допомагають досягти ретро-вигляду, а освітлення додає графіці більш сучасного відтінку. Освітлювальні установки, що складаються з кількох джерел світла та об'ємного туману, швидко та ефективно створюють різноманітні настрої, які дизайнер може використовувати, намагаючись зобразити атмосферу певної сцени. У грі буде поєднання світла в реальному часі та запеченого світла, щоб забезпечити продуктивність гри на різних пристроях. Єдина анімація в грі буде у 2D-світі. Анімація складатиметься лише з кількох кадрів, щоб краще передати ретро-стиль.

Знаючи обмеження та цілі, поставлені перед проєктом, можна розпочати планування передпродакшну. Найбільшим обмеженням є обсяг роботи, який може виконати один художник. Але наявність одного художника також має деякі неочікувані переваги, оскільки це майже усуває одну з найбільших проблем у будь-якому проєкті: комунікацію. Документація для графіки не повинна бути такою вичерпною, як це було б у великій команді. Оскільки художник працює

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

над ресурсами самостійно від початку до кінця, робочі процеси, які він використовує, можуть швидко змінюватися, як він забажає.

Планування графічного стилю залучатиме дизайнера як своєрідного креативного директора, і він буде активно залучений до ранніх етапів планування. Дизайнер також може захотіти розмістити деякі власні ресурси на рівнях. Це означає, що ресурси повинні бути чітко позначені, якщо він забажає це зробити. Оскільки дизайнер працює над дизайном рівнів та білим боксом, він, ймовірно, знає, які 3D-ресурси потрібно створити для кожного рівня. Повинен бути спосіб ефективно донести це з мінімальним ризиком втрати інформації, тому слід розглянути список ресурсів. Оскільки графічний стиль дуже схожий на попередню гру команди, більша частина графічного дизайну пов'язана із загальним настроєм, а не з візуальним стилем окремих ресурсів. Для цієї мети слід використовувати мудборди. Залежно від уподобань дизайнера, можна створити один мудборд для всієї гри або кілька для різних областей чи рівнів у грі. Усі мудборди не обов'язково створювати на етапі передпродакшну, якщо немає впевненості, що вони будуть використані. У цьому випадку створення одного базового мудборду для всієї гри та кількох за потреби, ймовірно, є найкращим підходом, щоб уникнути зайвої роботи.

Створення окремих ресурсів середовища досить просте, оскільки існує існуюча гра та робочі процеси, на які можна посылатися. Створення низькополігональних ресурсів з низькою роздільною здатністю та фотобешованими текстурами – це швидкий процес, тому навіть якщо ресурс потребує певної переробки, це не така велика проблема, як у проекті зі складнішим стилем малювання. Можливо, варто ризикнути не розробляти окремі ресурси детально перед початком моделювання, щоб заощадити час. Це стосується менших ресурсів, на які гравець не звертатиме багато уваги. Але важливі ресурси, такі як об'єкти, які повинні привертати увагу гравця, або предмети героїв, такі як ігровий автомат з привидами, повинні пройти більш вдосконалений процес проектування. Цей процес може включати створення

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мініатюр, ескізів або власних мудбордів. Такими предметами, ймовірно, будуть ігровий автомат з привидами, монстр та предмети, які гравець може збирати, такі як ключі та монети. Усі важливі предмети, які повинні пройти цю обробку, ймовірно, не будуть відомі на момент передпродакшну. Цей процес проектування слід певною мірою продумати на випадок, якщо це потрібно буде зробити у стислі терміни пізніше у процесі виробництва.

У грі також є 2D-геймплей. У грі є аркадний автомат з привидами, який має виглядати та відчуватися старшим за решту аркади. Це також головна фішка гри. Дизайнер гри вже продумав графічний стиль 2D-гри, і він вже просунувся далі в процесі розробки, ніж 3D-середовища.



Рисунок 3.8 - Макет, виготовлений дизайнером

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Макет на рисунку 3.8 вже відповідає на багато запитань разом із проектною документацією, розробленою дизайнером:

- Усі елементи мають один або два кольори (основний колір та колір фону).
- Окремі спрайти мають низьку роздільну здатність.
- Обмежена кольорова палітра. Основні елементи оточення білого кольору, а фон чорний. Важливі елементи мають окремі кольори.
- Стиль не суворо відповідає жодному стилю існуючої ретро-системи, тому розміри спрайтів, доступні кольори тощо може визначати команда.

Дизайн двовимірного світу все ще потребує певного доопрацювання. Через спрощений характер стилю макети швидко створюються, а весь додатковий дизайн можна виконувати з повними макетами. Єдиною анімацією в грі буде анімація персонажів гравця у двовимірному світі, і ретро-ігри слід дослідити, щоб з'ясувати, який стиль анімації найкраще поєднується з цим стилем.

Оскільки інтерфейс користувача – це перше, з чим гравець стикається в грі (у вигляді головного меню), він має задати настрої і сформувані очікування гравця на решту гри. Оскільки це дослідження було проведено для *Korpus: Buried Over the Black Soil*, деякі з цих досліджень можна використати для цього проєкту.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

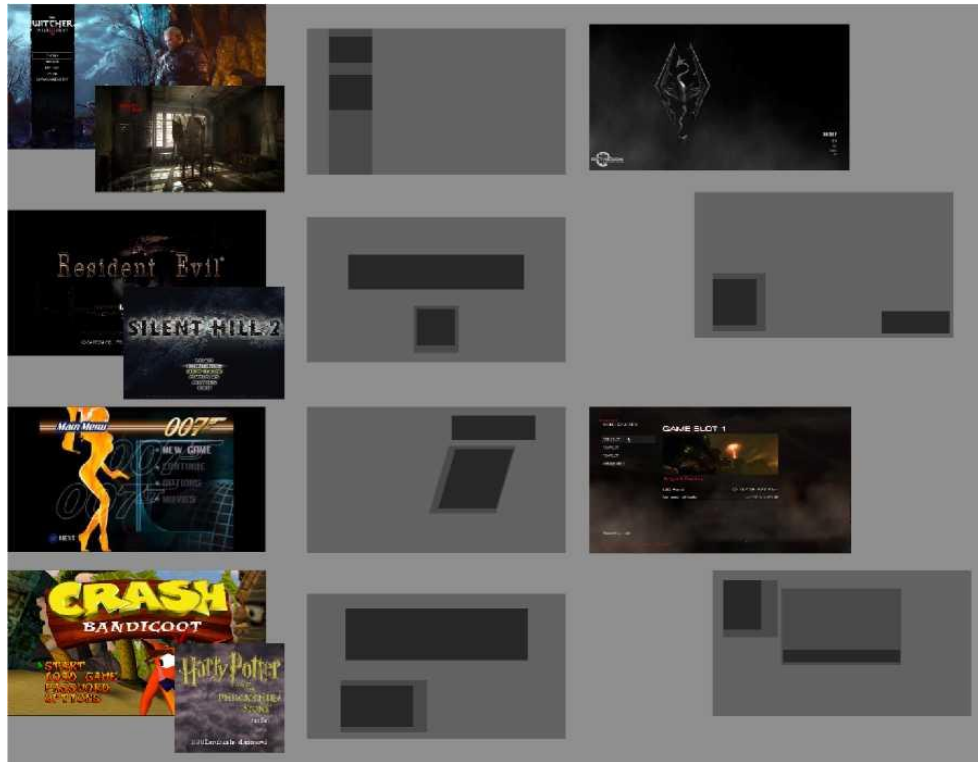


Рисунок 3.9 - Дослідження макетів головного меню, виконані для Korpus: Buried Over the Black Ground.

У дослідженнях на рисунку 12 головні меню кількох ігор були спрощені до простих форм на основі елементів інтерфейсу користувача. Їх можна використовувати як основу під час обговорення з дизайнером основного макета меню. Також є деякі існуючі дизайни та ідеї для інтерфейсу користувача; меню мали б відповідати стилю 2D-гри, а головне меню можна було б переглядати через ігровий автомат із привидами.

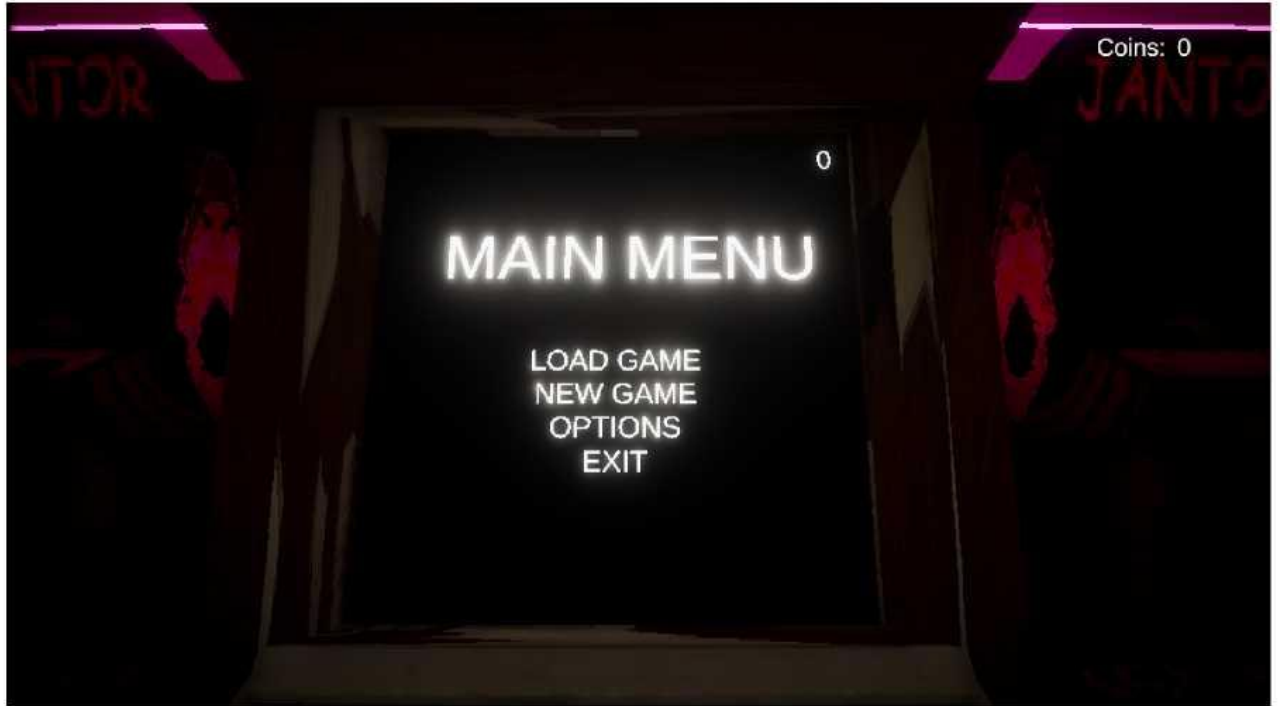


Рисунок 3.10 - Макет головного меню в двигуні.

Макет на рисунку 3.10 показує основну ідею головного меню. Меню намальовано на аркадному автоматі з привидами, який можна побачити у 3D-світі. 3D-фон може бути основною ігровою сценою, тому не потрібно створювати додаткові 3D-ресурсів.

Оскільки монстр має виглядати як глюк і спотворювати реальність навколо себе, це являє собою одну з найбільших проблем у проєкті. Розробка такої істоти є складною за допомогою традиційних методів, таких як мініатюри, оскільки візуальний вигляд монстра залежить від контексту, в якому він відбувається. Макети в двигуні можна і потрібно створювати якомога раніше. Для досягнення бажаного ефекту необхідно створювати власні візуальні ефекти у вигляді шейдерів та систем частинок.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54



Рисунок 3.11 - Перше випробування монстра в двигуні

Тест на рисунку 3.11 показує сильно деформовану сітку з користувацьким шейдером спотворення, який відображає навколишнє середовище. Сітка анімована та перемикається між різними положеннями, тоді як частинки залишаються нерухомими під час повторного появи та зникнення. Це працює як відправна точка, оскільки цей ефект удосконалюється, і поверх монстра накладаються додаткові частинки та шари спотворення.

Різні методи, які ігрові студії використовують для підходу до передпродакшну, здебільшого вивчалися в доповідях керівників арт-команд або режисерів. Ці доповіді не завжди стосувалися виключно передпродакшну –арту. Щоразу, коли порушувалися різні пайплайни та зроблені рішення, також давалися відповіді на питання щодо передпродакшну. Також обговорювалися варіанти вибору, чому та наскільки добре вони досягли поставлених цілей . Окрім цих доповідей та інтерв'ю, навчання автора в університеті значною мірою вплинуло на підхід до цієї дисертації.

Автор вивчала як продакшн, так і графічні курси, а також працювала продюсером, арт-лідером та програмістом у проектах, у яких вона брала участь.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Це розширило кругозір, а це означало, що частини цих трьох дисциплін були розглянуті або згадані в цій дисертації. Отже, перші абзаци розглядають основи циклу виробництва ігор, коротко розглядають цикли scum та чому згадується важливість контролю версій. Планування передпродакшну для поточного проєкту стало цікавим викликом. Як і будь-який проєкт команди розробників та ігровий проєкт, цей випадок був унікальним зі своїми власними викликами та особливостями. Завданням потрібно було чітко визначити пріоритети, і було надзвичайно важливо покладатися на дослідження, проведені під час попереднього проєкту команди.

Хоча створення планів було приємним, більш традиційний ігровий проєкт спрацював би кращим прикладом. На багато питань вже було дано відповідь або в попередньому проєкті, або в планах, розроблених дизайнером команди. Деякі аспекти візуального стилю не були розглянуті в розділі «Планування передпродакшну», такі як візуальні ефекти, як це було згадано в розділах «Довідкова інформація» та «Цілі». Передпродакшн розпочався, і плани, складені під час написання цієї дисертації, розглядаються в міру просування виробництва. Багато чого можна було б покращити в цій дисертації; обсяг можна було б звужити для більш цілеспрямованого результату.

3.4 Висновки по розділу

Акцент можна було б зосередити на темах, що охоплюють графіку, різні інструменти та методи, а також більше практичної інформації. Можна було б більше сказати про «білий бокс», планування з урахуванням продуктивності гри та про заповнювачі ресурсів. Наприклад, як налаштувати контроль версій спеціально для художників або як створювати корисні та практичні документи. Загалом, я задоволений результатом і вважаю, що ця дисертація слугує гарною відправною точкою для тих, хто вперше береться за передпродакшн як керівник дизайну.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Дослідження, проведене в рамках цієї роботи, підкреслює важливість програмування графіки ігрових програм як ключового елементу створення іммерсивних і зручних користувацьких інтерфейсів (UI) у відеоіграх. Аналіз концептуальних основ проєктування UI показав, що принципи геймдизайну суттєво впливають на створення ефективних інтерфейсів, які забезпечують інтуїтивну взаємодію гравців з ігровим світом. Візуальне моделювання, як інструмент покращення UI-комунікації, виявилось критично важливим для передачі інформації та створення естетично привабливих інтерфейсів. Висновки щодо концептуальних підходів підкреслили необхідність балансу між функціональністю, візуальною чіткістю та адаптивністю до різних ігрових жанрів і платформ.

Другий розділ, присвячений практикам виробництва ігор, виявив, що етапи розробки, постпродакшн і чітко визначені цілі створення UI є основою для успішної реалізації графічних інтерфейсів. Етапи виробництва, від концепту до тестування, демонструють важливість інтеграції графічного програмування з іншими аспектами розробки ігор, такими як геймплей і наратив. Постпродакшн відіграє ключову роль у вдосконаленні UI, забезпечуючи оптимізацію продуктивності та виправлення помилок. Принципи розробки UI, орієнтовані на гравця, підкреслюють необхідність врахування різноманітності аудиторії та її потреб.

Третій розділ, що охоплює інструменти та підходи до проєктування UI, показав, що сучасні програмні рішення, такі як Unity, Unreal Engine і Godot, а також спеціалізовані бібліотеки (наприклад, Dear ImGui, NGUI), значно спрощують створення графічних інтерфейсів. Інструменти та методи проєктування UI дозволяють розробникам створювати прототипи, тестувати їх і швидко адаптувати до змін у дизайні. Системи контролю версій, такі як Git, відіграють важливу роль у координації командної роботи та управлінні змінами

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

в UI-компонентах. Визначення цілей розробки UI допомагає забезпечити відповідність інтерфейсу загальній концепції гри та очікуванням гравців.

Узагальнюючи, програмування графіки ігрових програм, з акцентом на UI-дизайн, є багатогранною дисципліною, яка поєднує технічні навички, креативність і розуміння користувацького досвіду. Результати дослідження можуть бути використані розробниками ігор, дизайнерами UI та менеджерами проєктів для створення високоякісних графічних інтерфейсів, які підвищують залученість гравців. Перспективи подальших досліджень включають інтеграцію штучного інтелекту для автоматичного генерування UI, розвиток інструментів для підтримки іммерсивних технологій, таких як AR/VR, і вдосконалення методів оптимізації графіки для мобільних платформ. Ці напрямки сприятимуть створенню більш інноваційних і користувацько-орієнтованих ігрових інтерфейсів у майбутньому.

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Adams, E. *Fundamentals of Game Design*. — 3rd ed. — Berkeley, CA: New Riders, 2013. — 696 с. — Режим доступу: <https://www.peachpit.com/store/fundamentals-of-game-design-9780321929679>
2. Akenine-Möller, T., Haines, E., & Hoffman, N. *Real-Time Rendering*. — 4th ed. — Boca Raton, FL: CRC Press, 2018. — 1045 с. — Режим доступу: <https://www.realtimerendering.com/>
3. Blender Foundation. *Blender Documentation: 3D Modeling and Game Development*. — 2024. — Режим доступу: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/>
4. Blow, J. *Game Programming Patterns*. — Pragmatic Bookshelf, 2014. — 354 с. — Режим доступу: <https://gameprogrammingpatterns.com/>
5. Chandler, H. M. *The Game Production Handbook*. — 3rd ed. — Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2013. — 496 с. — Режим доступу: <https://www.jblearning.com/catalog/productdetails/9781449698096>
6. Crytek. *CryEngine Documentation: Lua Scripting for UI and AI*. — 2024. — Режим доступу: <https://docs.cryengine.com/>
7. Dunn, F., & Parberry, I. *3D Math Primer for Graphics and Game Development*. — 2nd ed. — Boca Raton, FL: CRC Press, 2011. — 846 с. — Режим доступу: <https://www.crcpress.com/3D-Math-Primer-for-Graphics-and-Game-Development/Dunn-Parberry/p/book/9781568817231>
8. Epic Games. *Unreal Engine 5 Documentation: UI and Materials*. — 2025. — Режим доступу: <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/>
9. Gibson, J. *Introduction to Game Design, Prototyping, and Development*. — 2nd ed. — Boston, MA: Addison-Wesley, 2017. — 944 с. — Режим доступу: <https://www.pearson.com/store/p/introduction-to-game-design-prototyping-and-development/P100000576135>
10. Godot Engine Team. *Godot Engine Documentation: 2D and 3D Graphics Programming*. — 2024. — Режим доступу: <https://docs.godotengine.org/en/stable/>

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

11. Gregory, J. *Game Engine Architecture*. — 3rd ed. — Boca Raton, FL: CRC Press, 2018. — 1240 с. — Режим доступу: <https://www.gameenginearchitecture.com/>

12. Hocking, J. *Unity in Action: Multiplatform Game Development in C#*. — 3rd ed. — Shelter Island, NY: Manning Publications, 2022. — 416 с. — Режим доступу: <https://www.manning.com/books/unity-in-action-third-edition>

13. Комаров, О. *Найкращі програми та додатки для малювання у 2024*. — Komarov.Design, 2024. — Режим доступу: <https://www.komarov.design/blog/najkrashchi-prohramy-ta-dodatky-dlya-malyuvannya-u-2024>

14. Koster, R. *A Theory of Fun for Game Design*. — 2nd ed. — Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2013. — 300 с. — Режим доступу: <https://www.oreilly.com/library/view/a-theory-of/9781449363154/>

15. Lemon.School. *Як розробляють ігри? Етапи розробки, команда, мови програмування*. — 2024. — Режим доступу: <https://lemon.school/blog/yak-rozroblyayut-ihry>

16. Lemon.School. *Ігрові мови програмування*. — 2024. — Режим доступу: <https://lemon.school/blog/igrovi-movy-programuvannya>

17. Lengyel, E. *Mathematics for 3D Game Programming and Computer Graphics*. — 3rd ed. — Boston, MA: Cengage Learning, 2011. — 576 с. — Режим доступу: <https://www.cengage.com/c/mathematics-for-3d-game-programming-and-computer-graphics-3e-lengyel/9781435458864>

18. Nystrom, R. *Crafting Interpreters*. — Genever Benning, 2021. — 640 с. — Режим доступу: <https://craftinginterpreters.com/>

19. Rogers, S. *Level Up! The Guide to Great Video Game Design*. — 2nd ed. — Chichester, UK: Wiley, 2014. — 560 с. — Режим доступу: <https://www.wiley.com/en-us/Level+Up%21+The+Guide+to+Great+Video+Game+Design%2C+2nd+Edition-p-9781118877166>

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Salen, K., & Zimmerman, E. *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. — Cambridge, MA: MIT Press, 2003. — 688 с. — Режим доступу: <https://mitpress.mit.edu/books/rules-play>

21. Schell, J. *The Art of Game Design: A Book of Lenses*. — 3rd ed. — Boca Raton, FL: CRC Press, 2019. — 652 с. — Режим доступу: <https://www.crcpress.com/The-Art-of-Game-Design-A-Book-of-Lenses-Third-Edition/Schell/p/book/9781138632059>

22. Schreier, J. *Blood, Sweat, and Pixels: The Triumphant, Turbulent Stories Behind How Video Games Are Made*. — New York, NY: Harper Paperbacks, 2017. — 304 с. — Режим доступу: <https://www.harpercollins.com/products/blood-sweat-and-pixels-jason-schreier>

23. Solarski, C. *Interactive Stories and Video Game Art: A Storytelling Framework for Game Design*. — Boca Raton, FL: CRC Press, 2017. — 192 с. — Режим доступу: <https://www.crcpress.com/Interactive-Stories-and-Video-Game-Art-A-Storytelling-Framework-for-Game/Solarski/p/book/9781138627505>

24. Sylwestrowicz, I. *Програмування графіки в DX12/C++*. — 2024. — Режим доступу: <https://www.youtube.com/@ISzlachtycz>

25. Unity Technologies. *Unity Documentation: UI Toolkit and Graphics Programming*. — 2025. — Режим доступу: <https://docs.unity3d.com/Manual/UIToolkit.html>

26. Volyn24. *Топові мови програмування для розробки ігор*. — 2023. — Режим доступу: <https://www.volyn24.com/news/208346-topovi-movy-programuvannia-dlia-rozrobky-ihor>

27. Zhadko, A. *Тенденції в розробці ігор у 2024 році*. — IDC Games, 2024. — Режим доступу: <https://idcgames.com/en/blog/game-development-trends-to-keep-an-eye-on-in-2024>

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА

Тема бакалаврської роботи : " Програмування графіки ігрових програм"

Обсяг пояснювальної записки: 65 аркушів

Дата закінчення бакалаврської роботи 10 червня 2025р.

Підпис студента _____

					БР.ІІІ - 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		