

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації  
(повна назва)

Кафедра медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем  
(повна назва)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

### Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)  
(позначення документа)

Комплексна тема. Дослідження засобів створення ігрових додатків  
на прикладі створення візуальної новели. Концепт дизайн.  
(тема)

Виконав:  
студент 2 курсу, групи СТМм-21-1  
Дарина ЗІНОВАТНА  
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 171 Електроніка  
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)  
Освітня програма Системи, технології і  
комп'ютерні засоби мультимедіа  
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Леонід ТИМОШЕНКО  
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ Володимир КАРТАШОВ  
(підпис) (прізвище, ініціали)

2022 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації  
Кафедра Медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 171 Електроніка  
(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма "Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа"

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Студентці \_\_\_\_\_ Зіноватній Дарині Віталіївні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комплексна тема. Дослідження засобів створення ігрових додатків на прикладі створення візуальної новели. Концепт дизайн.

затверджена наказом по університету від " 21 " 11 \_\_\_\_\_ 2022 р. № 1503 Ст

2. Термін подання студентом роботи 08.12.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

1. Розробити концептуальні карти ігрових персонажів

2. Розробити діючі ігрові сцени

3. Розробити графічний інтерфейс

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

ВСТУП

1. Огляд технологій для створення ігрових додатків на прикладі візуальної новели

2. Аналіз технологій розробки ігрового контенту

3. Проектування та розробка ігрового додатку

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ


5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням обов'язкових креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій:

1. Постановка задачі; 2. Актуальність; 3. Механіки жанру; 4. Вибір графічного редактора; 5. Вибір движка; 6. Проектування ігрового застосунку; 7. Планування розробки; 8. Створення графічного інтерфейсу; 9. Створення карток персонажів; 10. Висновки

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд технологій для створення ігрових додатків на прикладі візуальної новели	21.11.22–28.11.22	
2	Технології розробки ігрового контенту	23.11.22–02.12.22	
3	Проектування та розробка ігрового додатку	01.12.21–05.12.22	
4	Графічна частина проекту	07.12.21–08.12.22	
5	Перевірка керівником проекту	07.12.22-08.12.22	
6	Перевірка нормоконтролем	08.12.22-09.12.22	
7	Перевірка зав. кафедрою, рецензування	09.12.22-10.12.22	

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 21.11.2022 р. \_\_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Дарина ЗІНОВАТНА

(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ проф. Леонід ТИМОШЕНКО

(підпис)

(посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи має: 75 с., 44 рис., 3 табл., 5 додатків, 57 посилань.

VISUAL NOVEL, HIDDEN OBJECTS, ІГРОВИЙ ЗАСТОСУНОК, ГРАФІЧНИЙ ІНТЕРФЕЙС, СЮЖЕТ, CLIP STUDIO PAINT, PHOTOPEA, ДВИЖОК, REN`PU, КОНЦЕПТ

Об'єкт дослідження – ігровий застосунок.

Предмет дослідження – технології для створення ігрових застосунків на прикладі візуальної новели на Ren`Pu.

Мета кваліфікаційної роботи – розробити ігровий застосунок за допомогою движку Ren`Pu

Ця робота включає класифікацію ігрових жанрів та ігрових механік, докладний аналіз технологій для створення графічного наповнення ігрового застосунку, докладний аналіз сучасних движків для створення ігрових застосунків, огляд процесу створення і реалізації ігрових застосунків, перелік функціональних вимог, розроблено графічний інтерфейс застосунку.

## ABSTRACT

The explanatory note of the qualification work has: 75 pages, 44 figures, 3 tables, 5 appendices, 57 sources.

VISUAL NOVEL, HIDDEN OBJECTS, GAME APPLICATION, GUI, STORY, CLIP STUDIO PAINT, PHOTOPEA, ENGINE, REN`PY, CONCEPT

The object of research is a game application.

The subject of research - technologies for creating game applications using the example of a visual novel on Ren'Py.

The purpose of the qualification work is to develop a game application using the Ren'Py engine.

This qualification work includes the classification of game genres and game mechanics, a detailed analysis of technologies for creating the graphic content of a game application, a detailed analysis of modern engines for creating game applications, an overview of the process of creating and implementing game applications, a list of functional requirements, a graphical interface of the application was developed.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	8
ВСТУП.....	9
1 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІГРОВИХ ДОДАТКІВ НА ПРИКЛАДІ ВІЗУАЛЬНОЇ НОВЕЛИ .....	12
1.1 Аналіз ігрових механік жанру «Visual Novel» .....	12
1.2 Аналіз механік ігор у жанрах «Hidden Object» та «puzzle» .....	15
1.3 Аналіз графічних редакторів .....	16
1.4 Аналіз ігрових движків для створення мобільної гри.....	24
2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ .....	33
2.1 Визначення та аналіз етапів розробки ігрового контенту .....	33
2.1.1 Пре-продакш.....	33
2.1.2 Концепт .....	34
2.1.3 Прототип .....	35
2.1.4 Розробка .....	36
2.1.5 Етапи випуску.....	40
2.1.6 Пост-продакш.....	44
2.2 Обґрунтування функціональних вимог до мобільної гри в жанрі ВН.....	46
2.3 Аналіз схеми процесу створення проекту ігрового застосунку .....	48
3 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ІГРОВОГО ДОДАТКУ .....	51
3.1 Створення головного концепту та сценарію гри .....	51

3.2 Створення GUI .....	51
3.3 Створення спрайтів персонажів .....	57
3.4 Створення фонових зображень.....	61
ВИСНОВКИ.....	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	69
ДОДАТОК А Код головного меню .....	76
ДОДАТОК Б Код опису персонажів .....	78
ДОДАТОК В Код рівня з пошуком предметів.....	80
ДОДАТОК Г .....	83
ДОДАТОК Д.....	94

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І  
ТЕРМІНІВ

ADV – Adventure – ігровий жанр;

НОРА - Hidden Object Puzzle Adventure - Пригодницька Головоломка з Пошуком  
Об'єктів (ПГПО);

IDE - Integrated development environment – інтегроване середовище розробки;

GUI - Graphical user interface - Графічний інтерфейс користувача;

БДВН - База даних візуальних новел;

ВН – Візуальна новела.

## ВСТУП

Згідно з базою даних візуальних романів [1], напрям комп'ютерних ігор «візуальний роман» зародився ще у 1980 році. Цей жанр поступово розвивався і набрав обертів у 1993-х роках. Аж до цього моменту візуальні новели понад 30 років були феноменом переважно властивим східній (а саме – японській) культурі. Але після виходу «Katawa Shoujo» (що буквально перекладається з японської як «Дівчата з обмеженими здібностями») [2] у 2012 році цей жанр набув особливого розголосу. Ця подія спричинила неймовірний сплеск інтересу, що з того часу тільки зростає, до візуальних новел у всьому світі. При цьому вона викликала фурор не тільки серед читачів, а й серед розробників, які прийшли в цей жанр комп'ютерних ігор.

Взагалі, «Katawa Shoujo» стала феноменом у іграх жанру ВН, адже історія її створення починається з начерків художника додзінсі (аматорські видання або журнали японських літературних і художніх творів), які знайшли читачі. За цією знахідкою піде низка хаотичних і неймовірних подій, розтягнутих на роки, які призведуть до того, що один із найнеймовірніших проєктів побачить світ. Тому що не лише група незнайомців була здатна об'єднатися, щоб завершити монументально великий проєкт, на створення якого пішли б роки, але ще неймовірнішим є те, що він призвів до однієї з найбільших візуальних новел, коли-небудь виходили із західної спільноти. Це історія групи, яка розробила вигнанця, що у часи свого становлення не набула широкої популярності і була відома у вузьких колах, але що перевершила усі очікування.

Візуальний роман - це жанр комп'ютерних ігор, підвид текстового квесту, який представляє історію аудиторії за допомогою графічних елементів - статичних (або анімованих) зображень персонажів і фону, відображення тексту на екрані, і звуковий та/або музичний супровід. Також часто використовується вставка короткометражного відео. Візуальні романи включають в себе велику кількість літературних жанрів - наукову фантастику, фентезі, пародійні комедії,

жахи, любовні романи, тощо. Так само створюються деякі візуальні романи, щоб навчати дітей науці, соціальним аспектам, фінансовій грамотності тощо. Насамперед, мета візуальної новели - розповісти історію.

«Katawa Shoujo» стала першою візуальною новелою, яка зацікавила західного читача «відмінно продуманим сюжетом і зворушливою, добре написаною історією» [3]. З випуском цієї ВН змінився підхід до спроб створити успішний аналог японської візуальної новели у країнах західної Європи, у тому числі і в Україні.

Візуальні новели як відносно нове явище досі не має точного визначення: згідно з одним визначенням їх вважають особливим різновидом ігор, згідно з іншими - новим видом інтерактивних мультимедійних видань. Візуальні новели характеризуються тим, що оповідання, яке є основою цього жанру, доповнюється візуальним компонентом та інтерактивністю, яка надає читачеві можливість впливати на розв'язку сюжету.

Наукових праць, присвячених дослідженню засобів створення ігрових додатків на прикладі візуальних новел, практично немає. З англomовних дослідників і критиків, які згадували у своїх статтях аспекти створення та просування візуальних новел, можна назвати Х. Хагтведта [4] і Т. Агнос [5], а також Б. Криммінса, Дж. Севакіса, Т. Охлью та Д. Міллера.

В українській науковій літературі зовсім немає статей, присвячених візуальним новелам, інформацію про них можна знайти тільки в блогах любителів ВН на декількох сайтах чи вузько направлених чатах у соціальних мережах.

У зв'язку з відсутністю робіт, присвячених створенню візуальній новелі, тема даного дослідження є актуальною з наукового погляду. Виявлення особливостей створення, характерних рис, створення єдиної концепції новели з урахуванням аналізу існуючих ВН своєю чергою обумовлює новизну досліджуваної теми.

Основною метою дипломної роботи є дослідження створення ігрових додатків на прикладі створення візуальної новели.

Для досягнення цієї цілі були поставлені такі задачі:

- Проведення аналізу предметної області.
- Створення основної концепції гри.
- Розробка та створення ігрового додатку в жанрі «Візуальна-новела».

## 1 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІГРОВИХ ДОДАТКІВ НА ПРИКЛАДІ ВІЗУАЛЬНОЇ НОВЕЛИ

### 1.1 Аналіз ігрових механік жанру «Visual Novel»

Хоча гра буде мати змішані механіки, основою буде саме механіка ігр «Візуальних новел». Вона має свої жанрові підвиди, але загалом візуальні новели поділяються саме по механіці будування проходження. Існують з виборами та без (кінетичні), звукові, текстові та дейта-сім [6].

Найпопулярніший вид візуальних новел – це візуальні новели з виборами, де рушієм сюжету є вибір читача. При розробці гри передбачається декілька «гілок» сюжету і, відповідно, кінцівок і лише від читача залежить яку саме він отримає. Приклади новел з такою механікою (рис 1.1): Clannad [7], Rewrite [8], Katawa Shoujo [2].



Рисунок 1.1 – Приклади наведених вище новел у жанрі «Visual Novel», де: а – Clannad [7]; б – Rewrite [8]; в – Katawa Shoujo [2]. Кожна гра має свій унікальний графічний стиль

Наступна механіка за популярністю йде в ногу з попередньою – це новели без виборів або кінетичні новели (*Kinetic Novel*), де характерною рисою є повна відсутність розгалужень сюжету. У глядача відсутня можливість впливати на

сюжет такої гри, і він просто занурюється в історію, яку пропонують йому розробники.

Приклади новел з такою механікою (рис 1.2): Planetarian ~Chiisana Hoshi no Yume~ [9], Umineko no Naku Koro ni Chiru [10], A Requiem For Innocence [11].



Рисунок 1.2 – Приклади наведених вище новел у жанрі «Kinetic Novel», де:  
 а – Planetarian [9]; б – Umineko no Naku Koro ni Chiru [10]; в – A Requiem For Innocence [11]. Кожна гра має свій унікальний і відмінний від інших графічний стиль

Механіка візуальних новел «Дейта-сім» визначається складною системою відносин з персонажами, великою кількістю діалогів, а також у такій механіці кінцівки можуть обчислюватися десятками, адже залежать від кількості персонажів.

Приклади новел з такою механікою (рис 1.3): Шкільні дні [12], The Second Reproduction [13], Maji de Watashi ni Koishinasai [14].



Рисунок 1.3 – Приклади наведених вище новел у жанрі «*Дейта-сін*», де:  
 а – Шкільні дні [12]; б – The Second Reproduction [13]; в – Maji de Watashi ni Koishinasai [14]. Кожна гра має свій унікальний і відмінний від інших графічний СТИЛЬ

Наступні механіки з переліку є змішаними і менш відомими та популярними за попередні, але мають свою аудиторію:

- Звукові новели (Sound Novel) – механіка цього підвиду полягає у фокусі на звуковому\музикальному супроводі. Зазвичай представники такого жанру мають досить слабку графічну складову, або взагалі не мають її. Також можуть поєднувати в собі механіку кінетичної новели.

Приклади новел з такою механікою: Higurashi no Naku Koro ni [15], Umineko no Naku Koro ni [16].

- Текстові новели – мають мінімальне візуальне оформлення або відсутність і дуже гарно прописаний сюжет, персонажів, тощо, але залишається інтерактивність – читач обирає розвиток сюжету своїми виборами.

- RPG та ADV візуальні новели – в обох механіках розповідь сюжету виконується шляхом діалогів у жанрі «візуальних новел», але ще є особливість інтерактивної подорожі між локаціями. В RPG новелах - рух по сюжету виконується у жанрі РПГ, де є обмежений світ і персонаж рухається між локаціями за допомогою клавіш і звичайно, що перевага надається жанру РПГ. В ADV новелах подорож через локації здійснюється шляхом натискання кнопок на

екрані. Часто використовуються допоміжні ефекти, такі як спалах, наближення, затемнення, віддалення, тряска, тощо.

Приклади новел з такою механікою: *Undertale: Forgotten Story*, *Нарака*, *Ever 17: The Out of Infinity* [17].

## 1.2 Аналіз механік ігор у жанрах «Hidden Object» та «puzzle»

НОРА ігри (Hidden Object Puzzle Adventure) – це казуальні ігри, в яких гравець шукає заховані предмети. Список об'єктів, що шукає гравець, подають у вигляді слів, силуетів чи анаграм, обмежують час на проходження рівня, різними способами ускладнюють процес.

Якщо перші hidden object ігри були адаптаціями паперових головоломок на пошук захованих предметів та відмінностей на картинках, то сучасні НОРА games можуть похвалитися різноманітними механіками та продуманим сюжетом. У таких квестах користувачі все частіше шукають не просто гру-клікер, а ще й цікаву історію. Це робить жанр НОРА дуже схожим на Візуальні новели.

Для механіки hidden object потрібне збалансоване заповнення сцени пошуку. Порожні локації і занадто очевидно заховані предмети знижують інтерес до гри. Локації у грі треба наповнити за принципом граючих та неграючих предметів, тобто в кожній сцені пошуку треба ввести звичайні об'єкти інтер'єру та аксесуари, так і ті, які потрібно знайти, що б кліканням навмання гравець не пройшов бездумно гру. При малюванні сцен пошуку та наповненні захованими предметами треба враховувати дозвіл та рівень яскравості екранів ігрових девайсів, щоб пошук об'єктів залишався можливим іприємним челенджем.

Логіка має бути скрізь: у послідовності рівнів, у траєкторії руху персонажів, у тому, якою виходить кінцівка історії. Велику роль відіграє логічність вибору предметів для пошукових сцен в іграх hidden object. Усі заховані об'єкти повинні відповідати локації та ситуації (дивно знайти картину відомого художника часів

ренесансу в автосалоні). Тому доречність того чи іншого предмета в hidden-локації не повинна викликати питань.

Не менш важлива і ціль об'єктів. В іграх жанру hidden object знайдені предмети або використовують для якоїсь задачі (знаходять пароль від кодового замку двері та за допомогою нього потрапляють у секретну локацію), або пошуком заробляють бали для досягнення невеликої мети та подальшого прогресу. Тобто пошук не є безцільним - гравець НОГ має чітко розуміти сенс того, що він робить.

Не треба забувати ще й про рівні складності. Щоб гравець не занудгував, розробники квестів часто чергують легкі рівні з дуже складними: ще більше обмежують час, додають перешкоди, шифрують назви об'єктів, що шукаються.

Щодо ігор у жанрі puzzle, то це назва жанру ігор, головною метою яких є вирішення логічних завдань, що вимагають від гравця задіяння інтуїції, логіки, деякої стратегії та іноді ерудиції й уважності. Головоломки можуть включатися до ігор інших жанрів як ключові елементи ігрового процесу або ж для його урізноманітнення (міні-ігри). Але до головоломок не зараховуються ігри та їх елементи, де гравець покладеться на удачу або швидкість реакції.

Таким чином поєднання цих трьох жанрів дозволяє побудувати досить цікаву гру як для гравця так і для розробника.

### 1.3 Аналіз графічних редакторів

Графічним редактором називається програма (або пакет програм), що дозволяє користувачеві створювати й редагувати зображення на екрані комп'ютера. Вибір графічного редактору для обробки зображень це важливий етап.

Питання по обробці та передачі зображень, які використовуються в цій роботі, розглянуті в публікаціях по науковим напрямкам кафедри МІРЕС [18-36].

Графічні редактори можна поділити на чотири типи:

- 1) Растрові графічні редактори, що спеціалізуються на створенні та обробці растрових зображень, а також може зберігати їх в різних растрових форматах, які мають можливість зберігати растрову графіку з незначним зниженням якості за рахунок використання алгоритмів стиснення з втратами (JPEG, PNG, GIF і TIFF), або є такі, що також підтримують стиснення (RLE), але загалом є «попільським» описом зображення (BMP);
- 2) Векторні графічні редактори, що спеціалізуються на створенні та обробці векторних зображень, а також дозволяють зберігати ці зображення у різних векторних форматах, наприклад, EPS, PDF, WMF або SVG. Основним інструментом векторних редакторів є криві Без'є, які дозволяють користувачеві створювати прямі, ламані і гладкі криві, що проходять через вузлові точки з певними дотичними в цих точках утворюючи потрібні фігури;
- 3) Гібридні графічні редактори, що являють собою растрово-векторні редактори, що забезпечують інтерактивну роботу з векторною і растровою графікою одночасно за допомогою набору спільних інструментів для обох форм представлення графіки і перетворювати одну в іншу.
- 4) Тривимірні графічні редактори, це застосунки, які дають можливість користувачу створювати, редагувати та зберігати на комп'ютері 3Д-зображення.

Найкращим вибором для створення елементів гри буде гібридний редактор. Для аналізу гібридних графічних редакторів мною було обрано декілька популярних програм – Clip Studio Paint, Photopea, IbisPaintX, MediBang Paint PRO.

В цей перелік я не додала таких відомих мастадрів як Adobe Photoshop та Krita за певних обставин. І хоча перший являє собою гарний приклад гібридного редактору (є підтримка 3Д але для простих фігур та форм), але він дуже сильно навантажує систему і його легко можна замінити альтернативними редакторами.

Krita теж сильно навантажує систему, але не так сильно як Adobe Photoshop, і хоча вона повністю безкоштовна вона має проблеми зі зберіганням файлів (після збереження файл можна більше не відкрити навіть в Криті, адже програма сама їх пошкоджує). Як заміна художнім фільтрам в Adobe Photoshop для пост-обробки до переліку було додано програму FotoSketcher.

Проаналізуємо обрані програми:

- Clip Studio Paint [37] - серія програм, що розроблена японською графічною компанією Celsys. Він використовується для створення цифрових коміксів, 2D ілюстрацій, сторібордів [38] та 2D-анімації. Clip Studio – це допоміжна програма, що входить до Clip Studio Paint для керування цифровими ресурсами та спільного використання, що постачається разом. Програмне забезпечення доступне для macOS, Windows, iOS, iPadOS, Android та Chrome OS. Скріншот програми надано на рисунку 1.4.

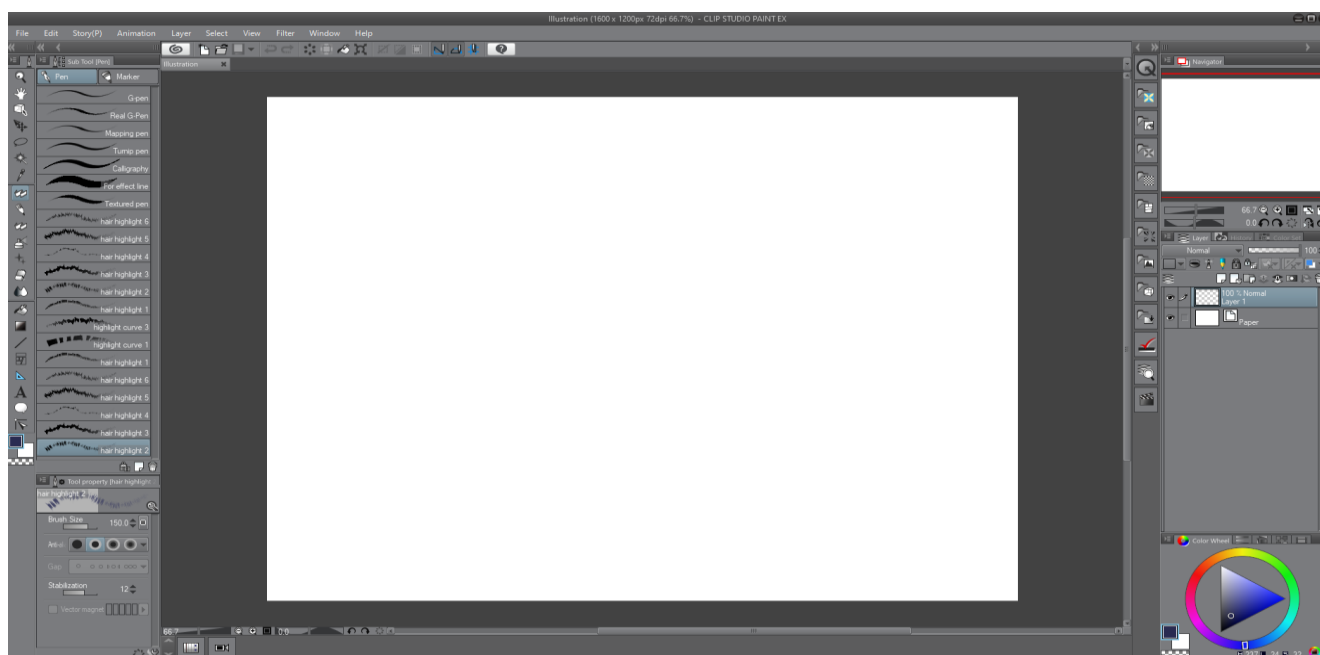


Рисунок 1.4 - Скріншот інтерфейсу програми Clip Studio Paint [37]

- MediBang Paint PRO [39] - безкоштовне програмне забезпечення для малювання, створення коміксів та анімацій. Програма включає більше 1000

інструментів: пензлі, шрифти, готові фони та інші матеріали. MediBang Paint доступний на платформах Windows, Mac OS X, Android та IOS. Зберігши свою роботу в хмарі, ви можете легко відкрити її на іншому мобільному пристрої або ПК. Скріншот програми надано на рисунку 1.5.

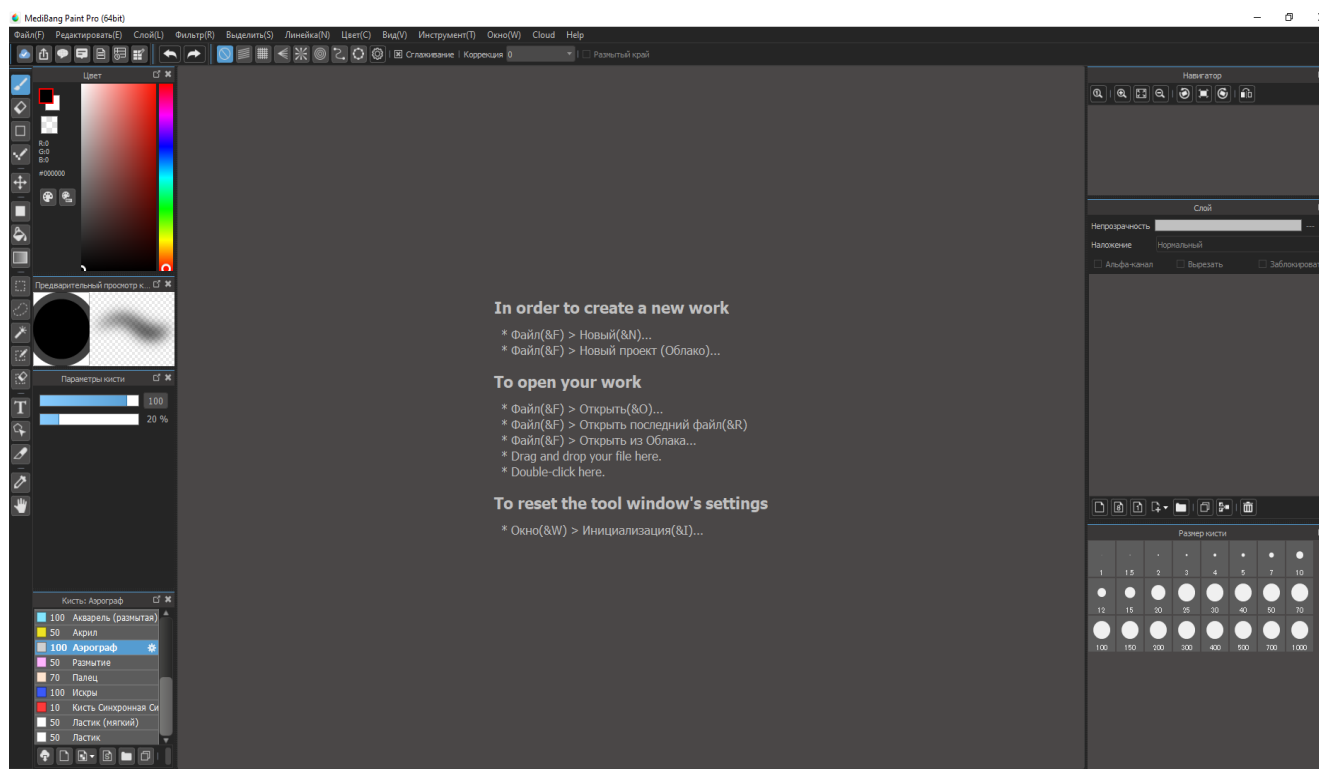


Рисунок 1.5 - Скріншот інтерфейсу програми MediBang Paint PRO [39]

- ibis Paint X [40] - це популярна та універсальна програма для малювання, яку загалом завантажили понад 280 мільйонів разів. Вона надає понад 15000 пензлів, понад 15000 матеріалів, понад 1000 шрифтів, 80 фільтрів, 46 текстур, 27 режимів змішування, запис процесів малювання, має функцію стабілізації штриха, та інші різні функції. ibis Paint має широку функціональність як додаток для малювання разом із функціями обміну процесами малювання з іншими користувачами. Скріншот програми надано на рисунку 1.6.

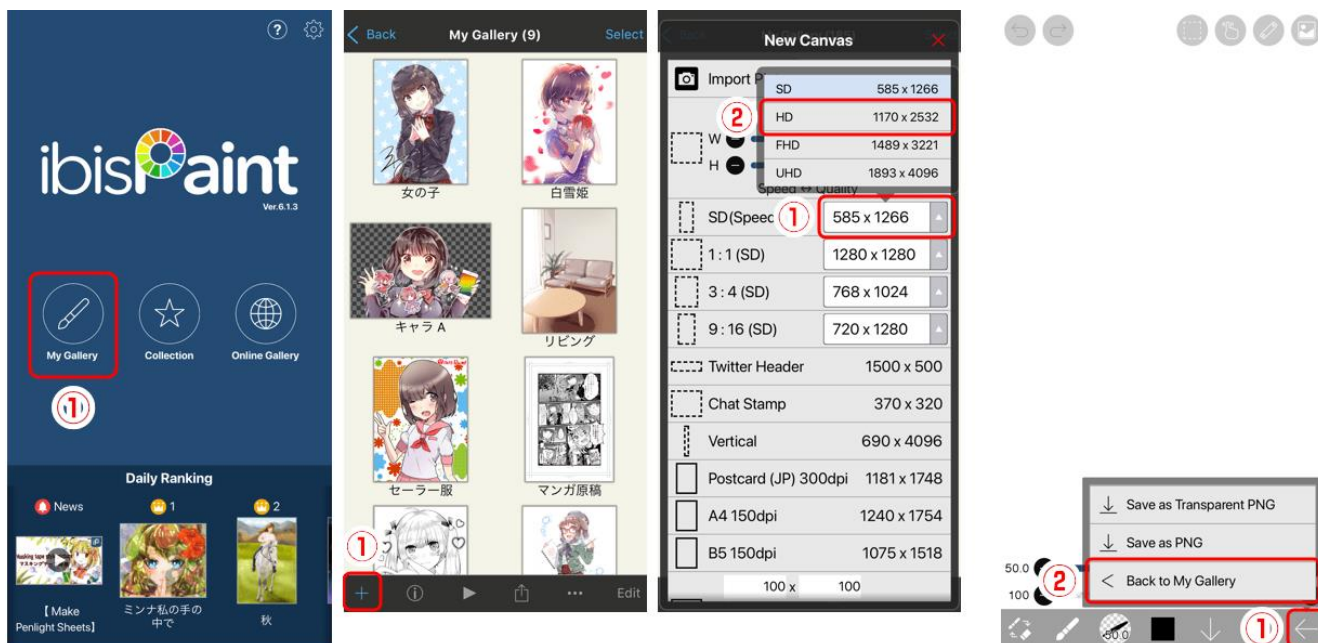


Рисунок 1.6 - Скріншот інтерфейсу програми ibis Paint X [40]

- Photorea [41] – растровий вебредактор, розроблений українцем Іваном Куцкіром, для редагування зображень, ілюстрацій, веб-дизайну або конвертації між різними форматами зображень. Він сумісний з багатьма веб-браузерами, включаючи Opera, Edge, Chrome і Firefox. Програма сумісна з форматом PSD Photoshop, а також із форматами JPEG, PNG, DNG, GIF, SVG, PDF та іншими.

Хоча, Photorea працює на основі браузера, усі файли зберігаються локально, а не завантажуються на сервер. Програмне забезпечення підтримує шари, маски шарів, канали (RGB та CMYK), виділення, контури, смарт-об'єкти, стилі шарів, текстові шари, фільтри та векторні фігури.

Оскільки Photorea за дизайном і робочим процесом схожий на Adobe Photoshop, людям, які навчаються Photoshop, легше опанувати його, ніж інші безкоштовні растрові редактори, такі як GIMP. Скріншот програми надано на рисунку 1.7.

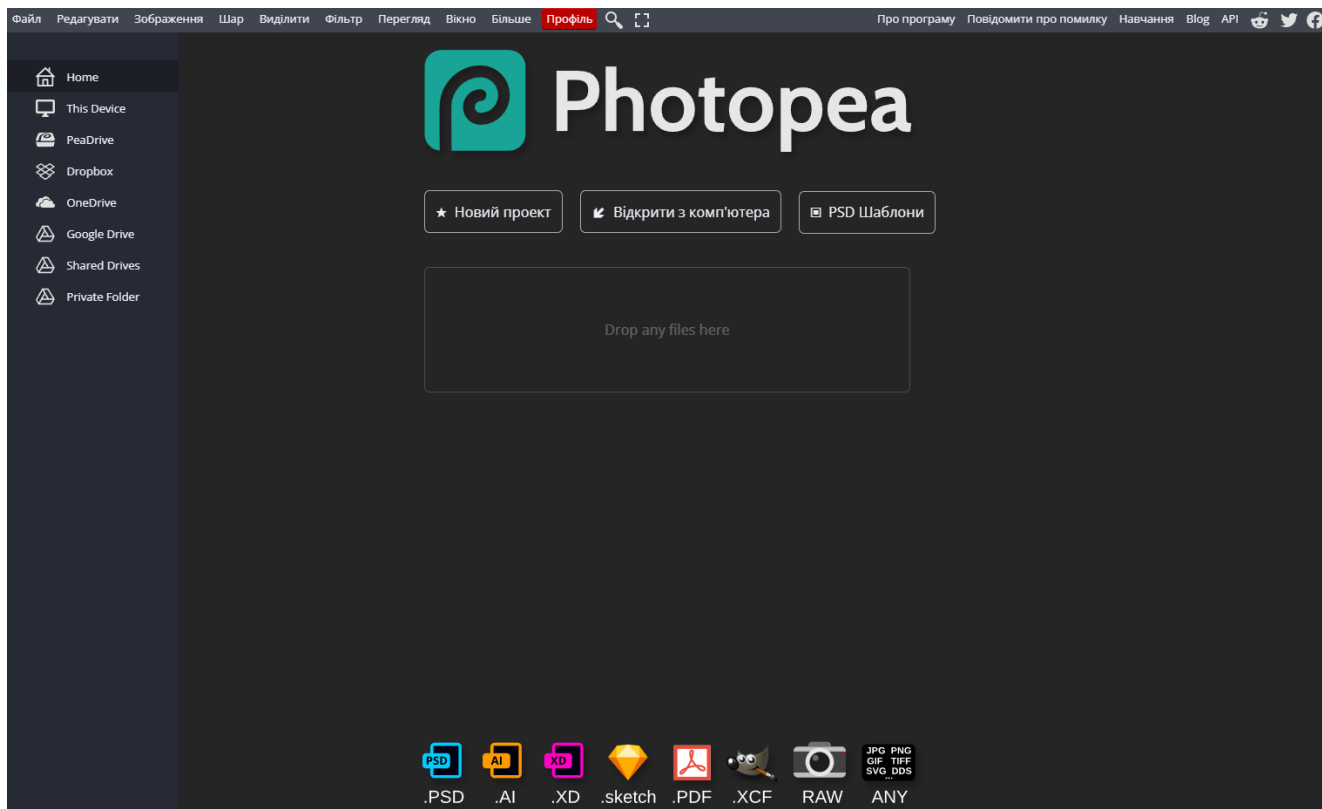


Рисунок 1.7 - Скріншот інтерфейсу програми Photopea [41]

- PhotoSketcher [43] – це безкоштовний та простий у використанні фоторедактор із можливістю пакетної обробки файлів. Застосунок дозволяє переробити фотографію на картину, виконану в десятці різних стилів. З його допомогою можна створювати повноцінні ескізи, портрети, натюрморти, досить просто докласти небагато зусиль.

Незважаючи на те, що утиліта призначена для перетворення фотографій, її функціонал не обмежується лише цим. Ви можете редагувати зображення, налаштовуючи параметри яскравості, контрасту, визначати його роздільну здатність, вставляти написи та багато іншого.

Програма призначена для використання на ОС Windows, а завантажити її можна абсолютно вільно з офіційного ресурсу виробника. Скріншот програми надано на рисунку 1.8.

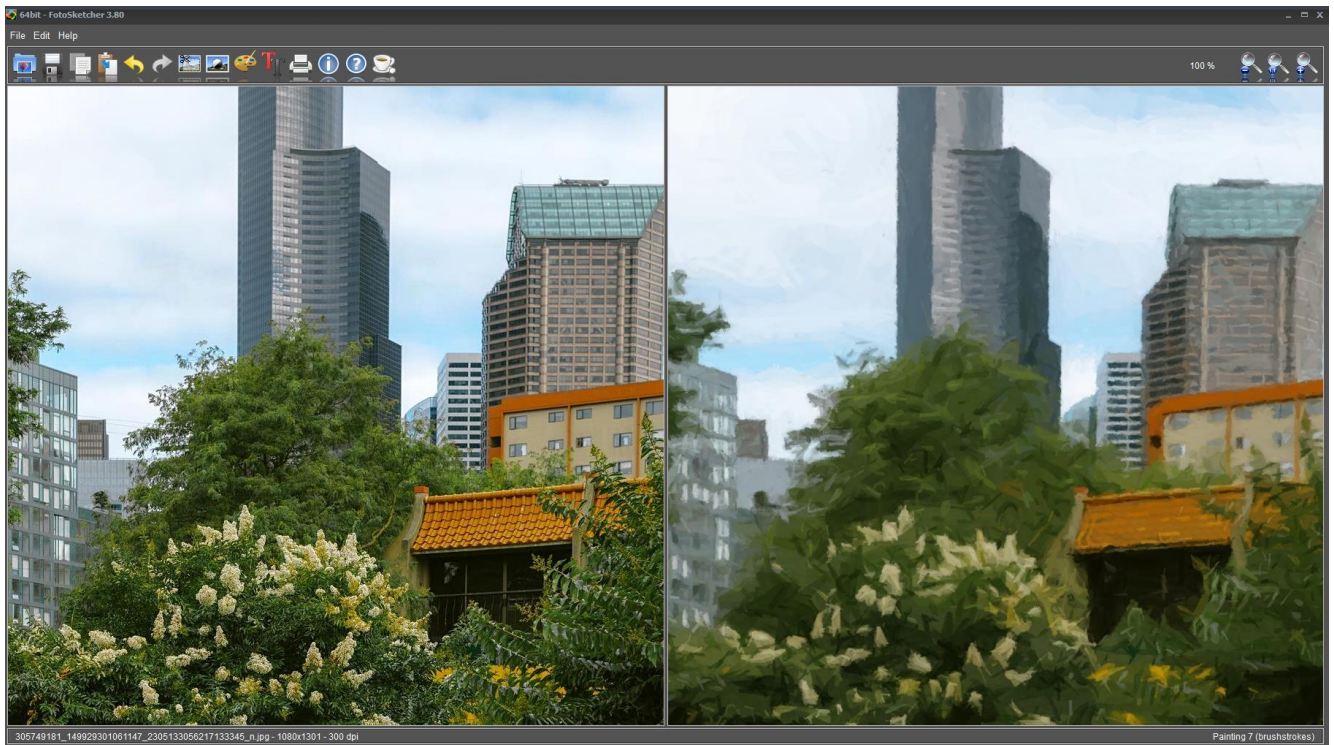


Рисунок 1.8 - Скріншот інтерфейсу програми PhotoSketcher з прикладом обробки фотокартки [43]

Оскільки обрані програми мають низку схожих параметрів, то для прийняття рішення, щодо найбільш відповідного редактору було вирішено виділити найважливіші критерії та записати мультиплекативну цільову функцію. Таким чином було визначено наступні критерії:

1. p – ціна;
2. d – підтримка 3D;
3. lc – підтримка великих холстів (розмір від 2048×1080 та 400 dpi);
4. so – підтримка смарт-об’єктів;
5. ram – кількість оперативної пам’яті для 64-бітної системи;
6. psd – підтримка формату psd;
7. fp – можливість пост-обробки фільтрами;
8. cl – можливість обробки корегуючими шарами;
9. i – потреба в постійному інтернет з’єднанні.

Аналіз графічних редакторів надано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Аналіз графічних редакторів

Критерії Програми	p	d	lc	so	ram	psd	fp	cl	i
Clip Studio Paint	45	+	+	+	2 GB	+	+	+	-
MediBang Paint PRO	0	+ -	+ -	-	8 GB	+	+	+ -	-
ibis Paint X	50	+ -	+ -	-	8GB	-	-	-	+

Формула мультиплікативної цільової функції, де у чисельнику параметри які вимагають максимізації, а у знаменнику вимагають мінімізації:

$$P = \frac{d * lc * so * psd * fp * cl}{p * ram * i} \quad (1.1)$$

Не числові значення було переведено до числових, таким чином маємо:

«+» → 1

«-» → 0,1

«+ -» → 0,5

Підставимо у формулу значення для кожного з додатків та порахуємо:

$$P_{CSP} = \frac{1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1}{45 * 2 * 0,1} = \frac{1}{9} = 0,111 \quad \text{– Формула для 1го додатку}$$

$$P_{MBP} = \frac{0,5 * 0,5 * 0,1 * 1 * 1 * 0,5}{8 * 0,1} = \frac{0,013}{0,8} = 0,016 \quad \text{– Формула для 2го додатку}$$

$$P_{IPX} = \frac{0,5 * 0,5 * 0,1 * 0,1 * 0,1 * 0,1}{50 * 8 * 1} = \frac{2,5 * 10^{-5}}{400} = 6,25 * 10^{-8} \quad \text{– Формула для 3го додатку}$$

Порівняємо отримані значення:

$$P_{CSP} = 0,111 > P_{MBP} = 0,016 > P_{IPX} = 6,25 * 10^{-8}$$

Після аналізу графічних редакторів їх умовно було поділено для 2х задач – створення концептуальної картки персонажа та створення фонів та GUI [44].

За допомогою мультиплікативної цільової функції було обрано програмне забезпечення для створення концептуальних карток персонажів, а саме - Clip Studio Paint, оскільки вона мала всі необхідні функції для малювання, а також функції постобробки та корекції зображення.

Для створення фонів на GUI було обрано комбінацію редакторів Photorea та PhotoSketcher. Ці дві програми мають увесь необхідний функціонал для виконання поставлених задач, мають підтримку 3Д, шарів, постобробки фільтрами та обробки корегуючими шарами, а головне що мають підтримку psd формату, що дозволить сумістити працю з Clip Studio Paint за потреби.

#### 1.4 Аналіз ігрових движків для створення мобільної гри

Станом на 2022 розробка мобільних ігор та геймдев в цілому є дуже актуальною галуззю розробки, адже під час локдаунів інтерес до мобільних ігор зріс - користувачі, які опинилися далеко від звичних розваг, звернулися до своїх мобільних пристроїв - і почали шукати можливість відволіктися, розслабитися у мобільних іграх. На рис. 1.9 надана статистика прибутку всіх розважальних галузей, як у минулих роках так і з прогнозом на майбутнє за дослідженням MarketWatch [45].

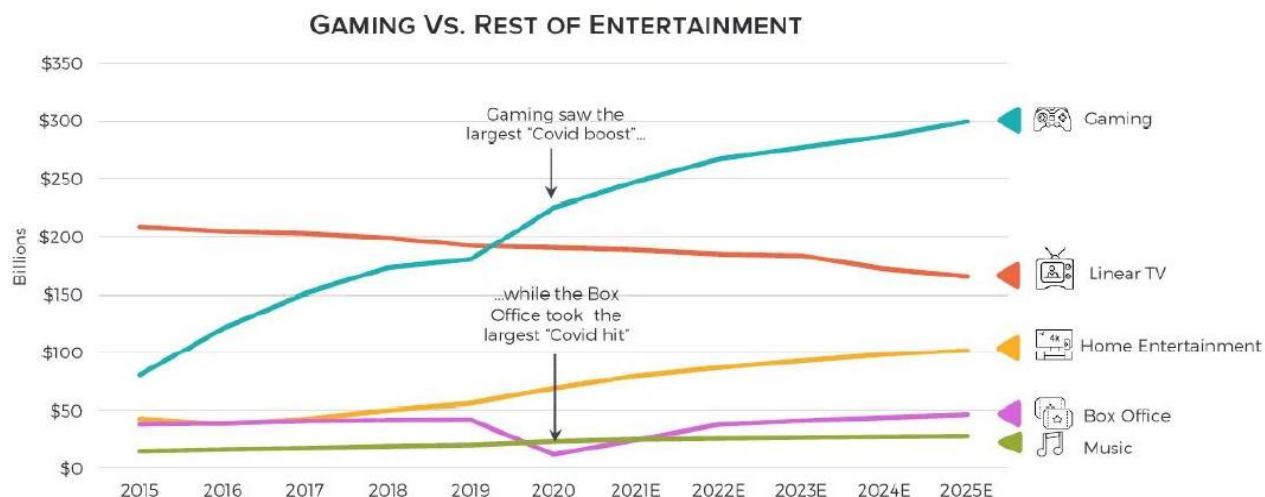


Рисунок 1.9 – Статистика прибутку ігрового ринку [45]

Ігрова індустрія продовжує зростати, і мобільний геймінг - її найшвидше зростаючий сегмент. На рис. 1.10 надана статистика користувачів в залежності від платформи.

**2022 Global Games Market**  
Per Segment

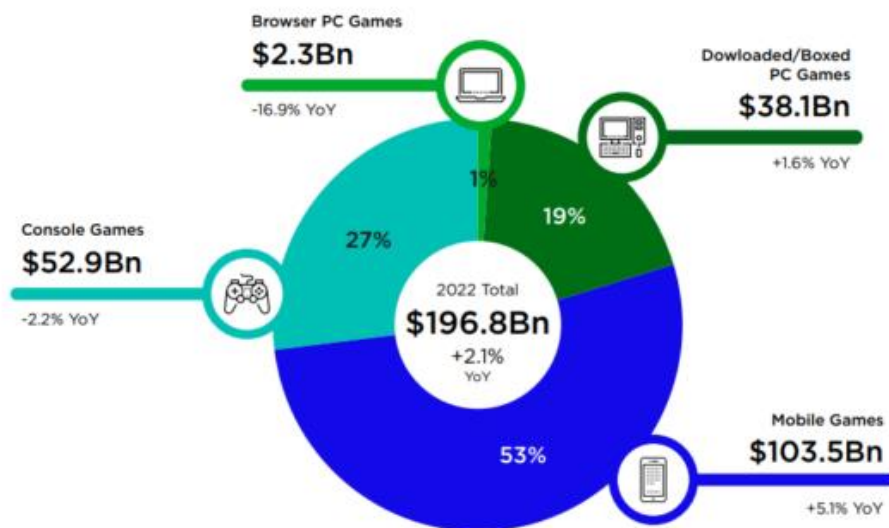


Рисунок 1.10 – Статистика користувачів в залежності від пристроїв [45]

Дуже важливу роль відіграє регіональний розподіл. Азія - це майже половина всього ринку відеоігор. Більшість азіатських геймерів ніколи не користувалися комп'ютером або ігровою приставкою. Це не заважає отримувати надприбутки великим компаніям, які публікують свої продукти в App Store та Google Play. Статистика показує, що переважна більшість населення AAA[46] проекти нецікаві і не потрібні. Адже зростання йде там, де консолі та ПК продаються погано, а смартфони є у кожній кишені. На рис. 1.11 надана статистика користувачів в залежності від регіону.

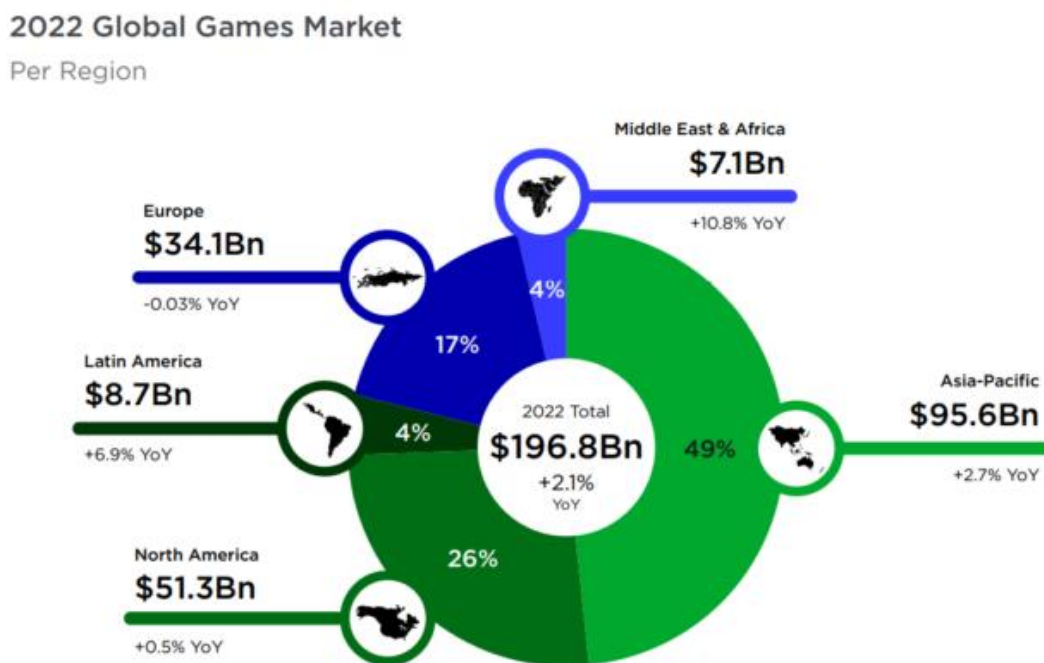


Рисунок 1.11 – Статистика користувачів в залежності від регіону [45]

Найбільший відсоток гравців у Японії - дві третини населення грають у відеоігри. Наприклад, в Україні цей показник (за версією Statista[47]) становить трохи більше ніж 5%. Насправді цифра значно вища, враховуючи велику кількість гравців неповнолітнього віку. Без сумніву, в Україні більше половини гравців відносяться до юної аудиторії, завдяки доступності та поширеності мобільного

геймінгу. США залишається найбільшим ринком для розробників. Японія та Китай майже вирівнялися та розмістилися відразу за США. Азіатський ринок дає гарний прибуток лише завдяки мобільним іграм. На рис. 1.12 надано порівняння доходів індустрії геймінгу в Україні та інших регіонах світу.

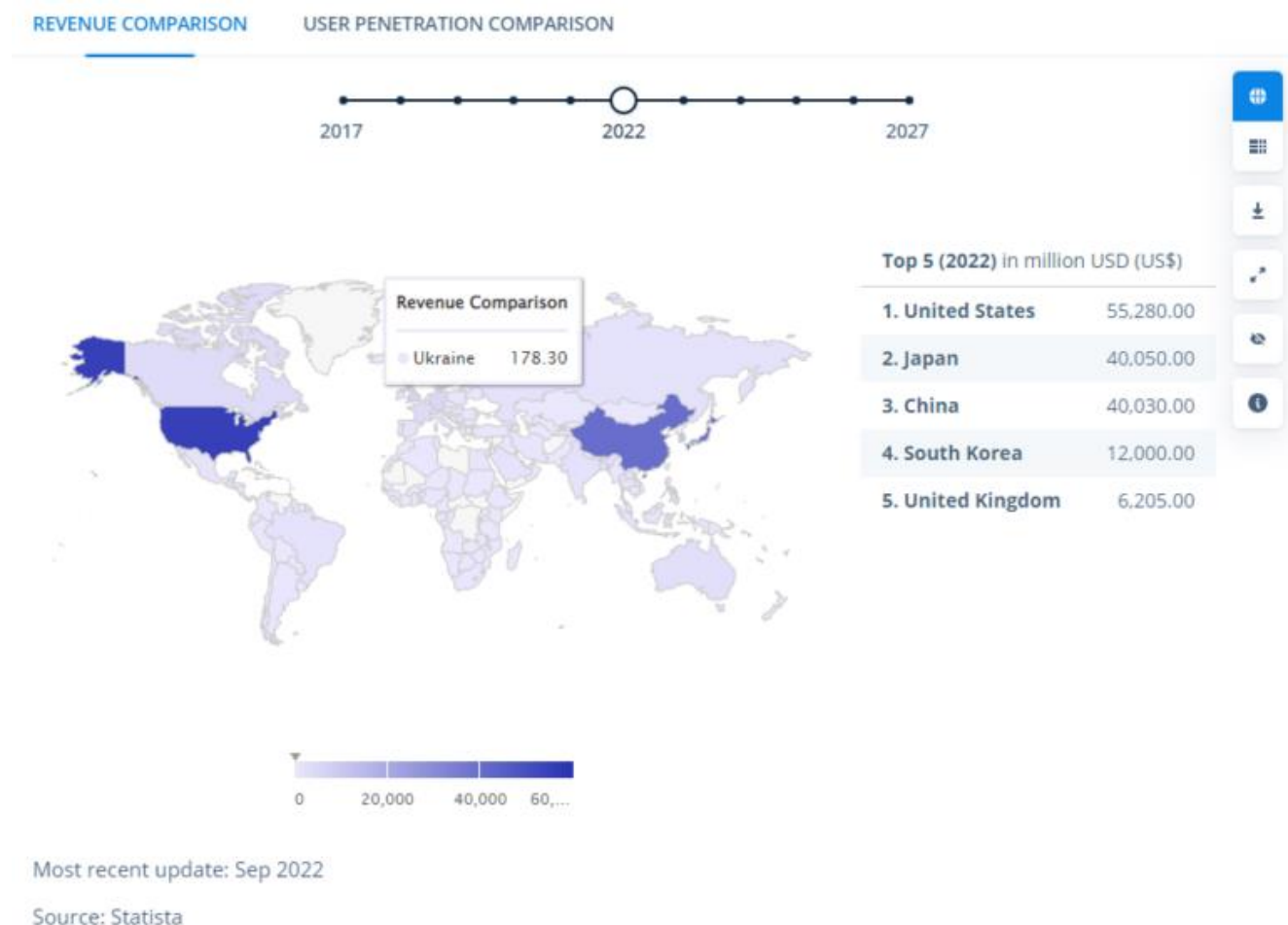


Рисунок 1.12 – Порівняння доходів індустрії геймінгу в Україні та інших регіонах світу [47]

Хоча ринок мобільного геймінгу швидко розвивається, ігрових движків для розробки 2D ігрових застосунків небагато і вони не надто поширені. Серед таких можна виділити Unity, Rabico, Kocho та Ren'Py.

- Rabico [48] - це передовий ігровий движок візуальних романів. Завдяки ньому можна створити власну гру у жанрі Visual Novel. Цей ігровий движок дозволяв створювати ігри одразу на мобільному пристрої, що було дуже зручним для тестування. Присутня можливість експортувати свій ігровий проект як APK файл (потрібен обліковий запис OpenServer), а потім завантажити його в Google Play Store (потрібен обліковий запис розробника) або завантажити на Rabico! OpenServer і поділитися ним з усіма у світі. Нажаль Rabico більше не оновлювався, хоча деякі розробники продовжують його використовувати. Скріншот програми надано на рисунку 1.13.

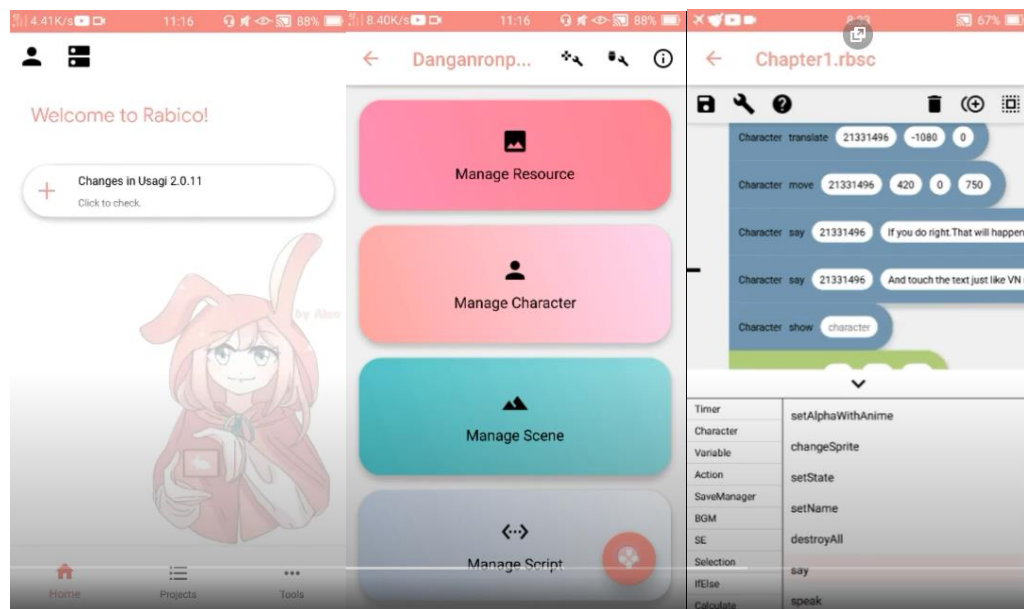


Рисунок 1.13 - Скріншот інтерфейсу програми Rabico з прикладом кодування [48]

- Kocho [49] - набув величезної популярності завдяки простому, але ефективному інтерфейсу. Це безкоштовний офлайн движок і програвач візуальних романів, який дозволяє вам легко грати, створювати та ділитися своїми власними іграми. З Kocho ви можете бути гравцем або творцем простих чи складніших історій. Як гравець ви матимете доступ до історій, розроблених спільнотою.

Як творець, ви маєте у своєму розпорядженні потужний і простий у користуванні новий застосунок. Важливо зазначити, що Kocho підтримує візуальне програмування, а розробка гри відбувається на мобільному пристрої. Скріншот програми надано на рисунку 1.14.

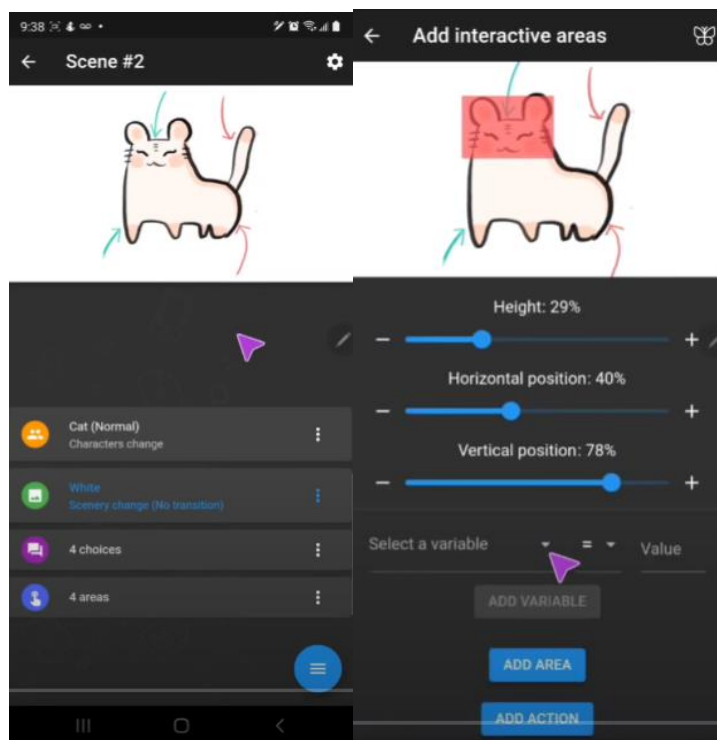


Рисунок 1.14 - Скріншот інтерфейсу програми Kocho з прикладом кодування [49]

- Ren'Py [50] - це движок для створення візуальних романів, яким користуються тисячі творців з усього світу. Він підтримує створення ВН як на персональні комп'ютери так і на мобільні пристрої. Це можуть бути як візуальні романи, ігри- головоломки, ігри з пошуком предметів так і ігри-симулятори життя.

Ren'Py є програмою з відкритим кодом і безкоштовним для комерційного використання. Ren'Py базується на pygame [51] і використовує Python [52], щоб дозволити візуальним романам містити досить складну логіку. Ren'Py

підтримується в Windows, Mac OS X і Linux і може працювати на інших платформах. Скріншот програми наданий на рисунку 1.15.

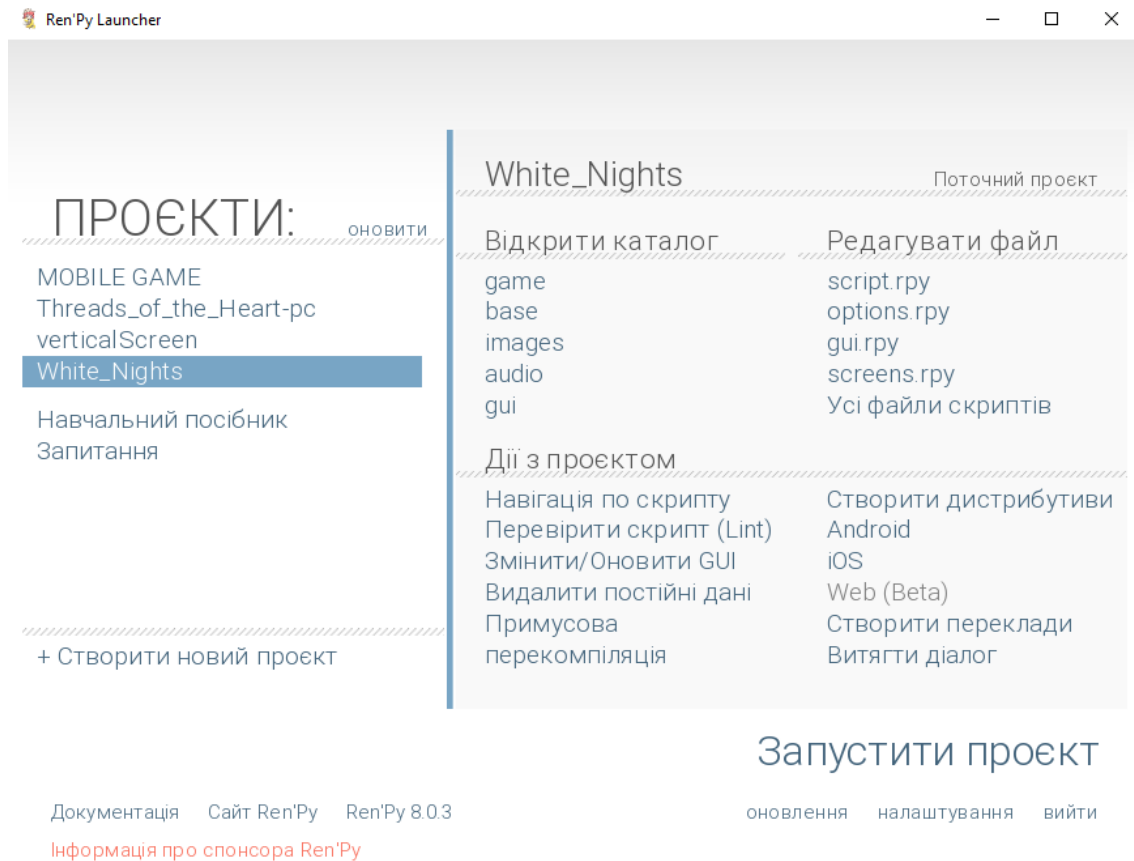


Рисунок 1.15 - Скріншот інтерфейсу програми Ren'Py [50]

- Unity [19] - кросплатформний інструмент для розробки відеоігор і застосунків, а також рушій, на якому вони працюють. Програми, створені за допомогою Unity, працюють на настільних комп'ютерних системах, мобільних пристроях та ігрових консолях у 2D та 3D графіці, а також на пристроях віртуальної чи доповненої реальності.

Для створення гри в жанрі «Візуальний роман» Unity потребує додаткових плагінів, це можуть бути Ink [54] або articy:draft 3 [55]. Скріншот програми представлений на рисунку 1.16.

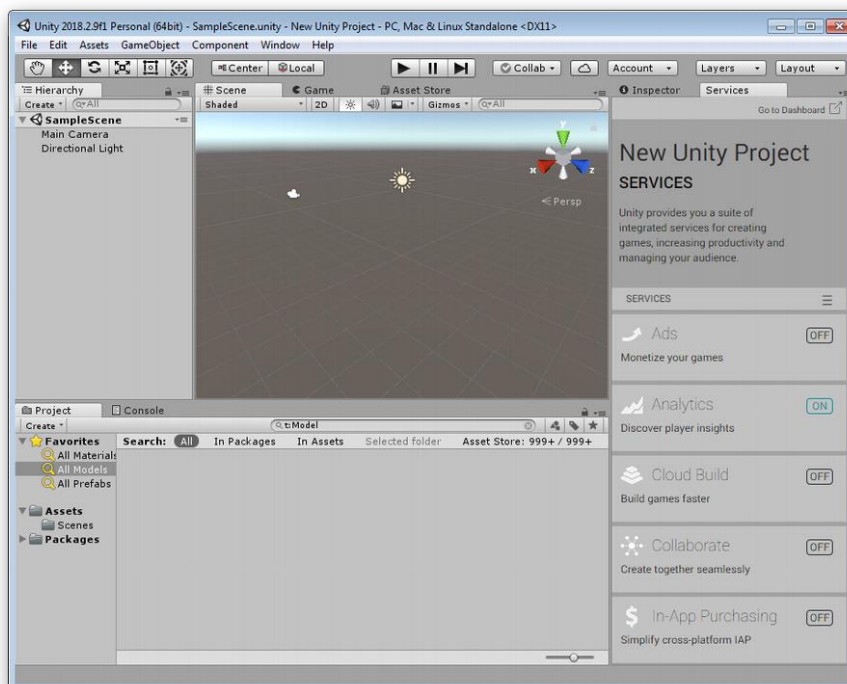


Рисунок 1.16 - Скріншот інтерфейсу програми Unity [19]

Аналіз ігрових движків надано в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Аналіз ігрових движків

Критерій	Unity	Ren'Py	Rabico	Kocho
Локалізація	+	+	+	+
Зручність використання	7/10	9/10	5/10	5/10
Ліцензія	Умовно-безкоштовна	Безкоштовна	Безкоштовна	Безкоштовна
Наявність навчальної документації	5/5	5/5	1/5	1/5
Мови програмування	C#, Javascript	Власна скриптова мова Ren'Py та Python	Власна мова та візуальне програмування	Власна мова та візуальне програмування
Підтримка та оновлення програми	+	+	-	Невідомо

Після огляду технологій для створення ігрових додатків на прикладі Візуальних новел і проведення аналізу сучасних графічних редакторів і движків для написання ігор було встановлено, що Ren'Py - беззаперечний лідер серед спеціалізованих ігрових движків. У ньому є всі функції, необхідні для створення класичних візуальних новел. Також його функціонал можна розширити за допомогою мови Python. Тому саме цей ігровий двигун відповідає всім нашим потребам у написанні ігор.

Так само було обрано програмний продукт серед графічних редакторів. Де, серед великої кількості критеріїв було визначено ті, що необхідно мінімізувати і було розраховано за допомогою Clip Studio Paint. На додадок до неї було обрано ще два, але вузько направлених редактори – Photopea та PhotoSketcher. Вони саме доповнюють функціонал CSP додаючи більшого різноманіття творчих фільтрів для обробки зображень, що буде в нагоді при створення фонових зображень.

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ

### 2.1 Визначення та аналіз етапів розробки ігрового контенту

Розробка ігор – це, насамперед, процес розробки програмного забезпечення, оскільки відеогра це програмне забезпечення з зображенням, аудіо та ігровим процесом. Розробка відеоігор - це дуже довгий і виснажливий процес, а для успіху проекту варто приділити багато уваги його розвитку. Однак нові ідеї можуть з'являтися у розробників весь час у процесі розробки, і вся певна концепція гри, що розробляється, згодом може істотно змінитися. Щоб цього не допустити, варто чітко визначити етапи розробки кінцевого продукту. Формальні методи розробки програмного забезпечення часто ігноруються. Ігри з поганою методологією розробки, ймовірно, перевищать бюджет і час, а також містять велику кількість помилок. Планування дуже важливе як для індивідуальних, так і для групових проектів.

Загальна розробка ігор не підходить для типових методів життєвого циклу програмного забезпечення, таких як модель водоспаду. Одним із методів розробки ігор є гнучка розробка. Гнучка розробка залежить від відгуків і вдосконалення ітерацій гри з поступовим збільшенням набору функцій. Цей метод ефективний, оскільки більшість проектів не починаються з чіткого плану вимог. Популярним методом гнучкої розробки програмного забезпечення є Scrum [56].

#### 2.1.1 Пре-продакш

Етап підготовки або проектування є етапом планування проекту та фокусується на розробці ідей, концепцій та створення вихідної проектної документації. Мета розробки концепції - створити чіткий, зрозумілий документ, в якому описані всі завдання, графіки та кошториси для команди розробників.

Комплект документів, створений на цьому етапі, називається виробничим планом.

Видавці зазвичай не надають фінансування на цьому етапі, але хороші видавці можуть вимагати від розробників створити план підготовки до виробництва.

Концептуальний документ можна розділити на три етапи або документи: висока концепція, висновок та концепція. Проте, немає стандартної галузевої номенклатури. Наприклад, Бетке та Бейтс називають презентаційні документи «пропозиціями щодо гри», а Новак називає концептуальні документи «пропозиціями щодо гри».

Пізніші етапи підготовки до виробництва, також відомі як перевірка концепції або технічний огляд, призводять до створення більш детальної документації з гри.

### 2.1.2 Концепт

Концепція є більш докладними документами, ніж попередні і містить всю інформацію про гру. Це включає високу концепцію, жанр гри, опис ігрового процесу, функції, сеттинг, сюжет, цільову аудиторію, апаратну платформу, маркетинговий аналіз, вимоги до команди та аналіз ризиків.

Перш ніж затверджений проект буде завершено, основна команда програмістів та художників зазвичай починає роботу. Розробник може швидко та грубо розробити прототип, що демонструє одну або кілька функцій, які зацікавлена сторона хоче включити до кінцевого продукту, а художники можуть розробляти концепт-арти та ескізи ресурсів як трамплін до розробки реальних ігрових ресурсів.

Створення концепту гри є дуже важливим етапом, і хоча в процесі створення ігрового проекту багато речей можуть змінитися (суть гри і навіть її жанр), на етапі концепту визначаються з основною ідеєю, яка буде каркасом для подальшої розробки.

В створенні концепту велику роль відіграють художники, адже візуальна складова завжди є найважливішою і по ній одразу можна робити якісь висновки щодо подальшого розвитку чи змін.

### 2.1.3 Прототип

Прототипування є важливим кроком розробки, адже він відбувається безпосередньо перед початком розробки ігрового застосунку, для перевірки та ствердження основної концепції та ідеї. Графіка як заповнювачів є типовою для ранніх прототипів ігор. Створення прототипів ідей та функцій ігрового процесу - важливе завдання для програмістів та дизайнерів ігор, що дозволяє випробувати різні алгоритми та сценарії зручності використання. Більшість прототипування може бути виконана на попередніх етапах. Це допомагає побачити виробництво до завершення проектної документації, по суті визначаючи характеристики притаманні в гейм-дизайні. Прототипування на цьому етапі часто виконується вручну (паперове прототипування), а не у цифровому вигляді.

Часто буває простіше і швидше протестувати та внести зміни, перш ніж витратити час та ресурси на покинуті ідеї та проекти. Прототипи також можна робити під час активної розробки, щоб перевіряти нові ідеї з розвитком гри.

Прототипи часто використовуються для перевірки концепції або тестування ідей - змінюють або видаляють деякі функції. Більшість алгоритмів та функцій, що дебютували в прототипі, можуть бути перенесені в гру після її завершення.

Прототипи часто потрібно швидко розробляти, залишаючи мало часу на попередній дизайн (близько 15-20 хвилин тестування)

#### 2.1.4 Розробка

Розробка - це основний етап створення ігрового застосунку, на якому створюються ігрові активи та вихідний код.

Загалом під розробкою зазвичай визначається період, протягом якого проект повністю завершено. Програмісти пишуть новий вихідний код, а художники розробляють ігрові активи, такі як спрайти персонажів та фони. Звукорежисер розробляє звукові ефекти, а композитор - музику для гри. Дизайнер рівнів створює ігрові рівні, а сценарист пише репліки та діалоги NPC. Гейм-дизайнер продовжує розробляти дизайн гри протягом усього виробництва.

Дизайн гри - важливий і спільний процес розробки ігрового контенту і правил гри, що вимагає художньої, технічної майстерності та навичок письма. Креативність та відкритість необхідні для успішної відеоігри. Під час розробки дизайнери впроваджують та модифікують ігровий дизайн, щоб відобразити поточне бачення гри. Функції та рівні часто видаляються або додаються. Художній твір може розвиватися, а передісторія може змінюватись.

Програмування гри виконується одним чи кількома програмістами ігор. Вони розробляють прототипи для перевірки своїх ідей, багато з яких можуть не потрапити до остаточної гри. Програмісти включають нові функції, необхідні дизайну гри, і виправляють помилки, виявлені у процесі розробки. Навіть якщо ви використовуєте наявний у продажу ігровий двигун - майже всі ігри вимагають багато програмування для налаштування.

Створення рівнів, з погляду часу, гри розвиваються найдовше, особливо перші рівні. Дизайнери рівнів та художники використовують інструменти для створення рівнів, тому їм потрібні функції та зміни внутрішніх інструментів, які дозволять прискорити та покращити розробку. Нещодавно введені функції можуть зробити застарілими попередні рівні, тому ранні розроблені рівні можуть бути перероблені і відкинуті. З-за динамічного середовища розробки гри, дизайн початкових рівнів також може змінюватись з часом. Пізніші рівні можуть бути

розроблені набагато швидше, з повнішим набором функцій і більш чітким і стабільним баченням гри.

Під час розробки художники створюють художні активи відповідно до специфікацій, наданих дизайнерами. На ранніх стадіях виробництва концепт-художники створюють концепт-арт, щоб спрямовувати художній напрямок гри, створюють чорновий арт для прототипів.

Дизайнери працюють з художниками над розробкою візуального стилю та візуальної мови гри. Під час виробництва створюються остаточні зображення, а існуючі зображення редагуються на основі відгуків гравців.

Звук у грі можна розділити на три категорії: звукові ефекти, музика та оповідання. Виробництво звукових ефектів - це створення звуків шляхом налаштування семплів для досягнення бажаного ефекту або їх відтворення за допомогою реальних об'єктів. Звукові ефекти включають звуковий дизайн інтерфейсу користувача, який ефективно передає інформацію як у візуальних елементах інтерфейсу користувача, так і в звукових дисплеях. Забезпечує звуковий зворотний зв'язок ігрового інтерфейсу. На додаток до загальної естетики гри - звукові ефекти важливі та впливають на ігровий процес.

Музика може бути синтезована або виконана наживо. Є чотири основні способи відображення музики у грі:

- Музика може бути ембійентною, особливо у періоди повільної гри. Така музика впливає на естетичний настрій та ігрове середовище;
- Музика може бути викликана внутрішньоігровими подіями. Наприклад, у таких іграх, як Pac-Man та Mario, коли гравець збирає бонус, він запускає відповідну музичну партитуру;
- Музика в жанрі екшн, така як в сценах погоні, бою та полювання – динамічна і має досить стрімкий темп;
- Музика в меню, подібно до музики в титрах, створюються звукові ефекти з відносно невеликою кількістю дій.

Наприклад, 20-годинна гра грає має близько години різної музики. Після кінцевого стведження графічного та музичного матеріалу їх збирають у збірки – малюнки, концепти та дизайн в артбук (рис 2.1), а музику в збірку саунтреку гри (рис 2.2). Такі збірки можуть надаватись в вільному доступі, продаватись як цифровий товар або надаватись у вигляді фізичних носіїв (книжки та диски).

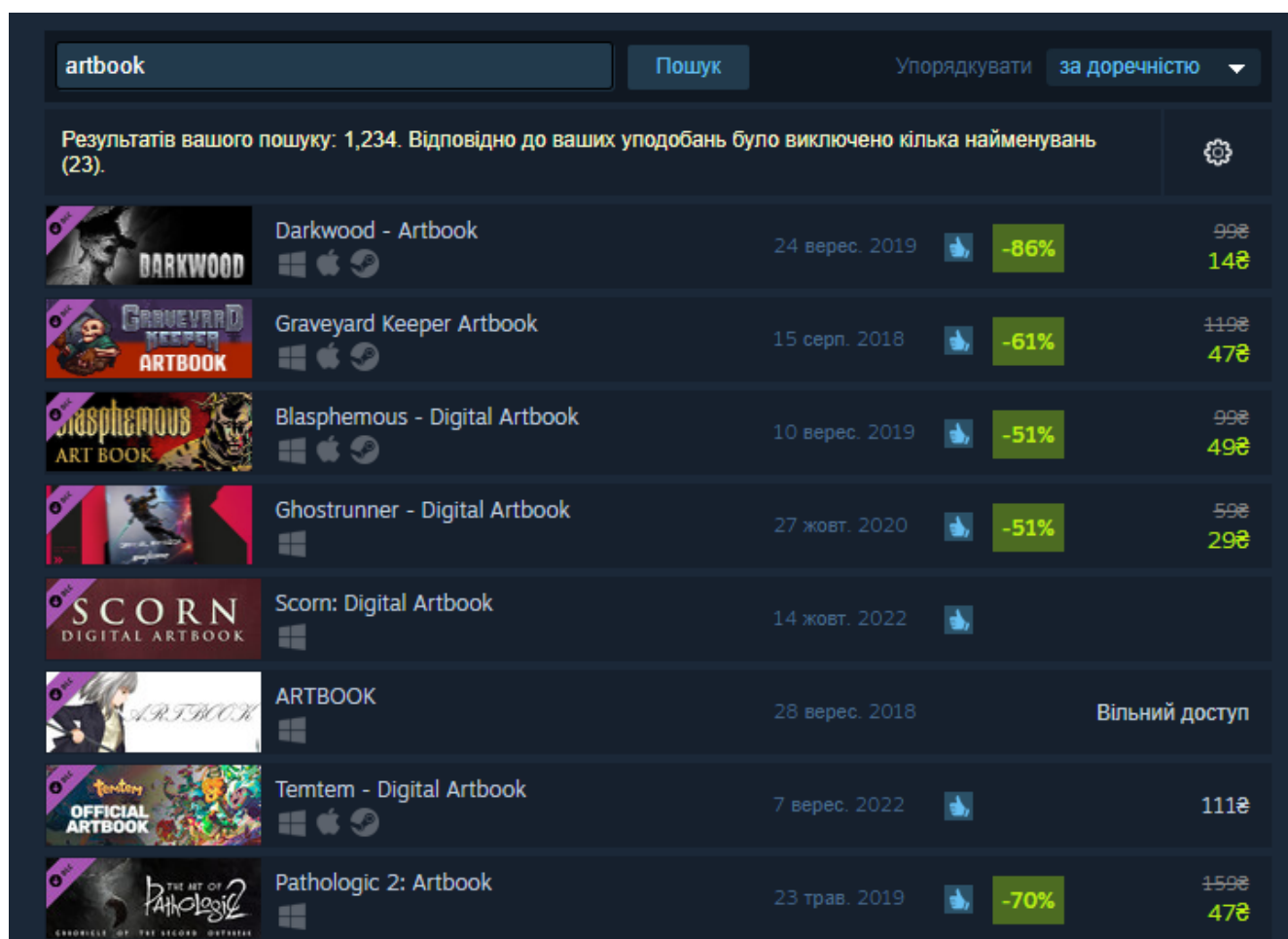


Рисунок 2.1 - Скріншот з артбуками різних відеоігр на платформі Steam [57]

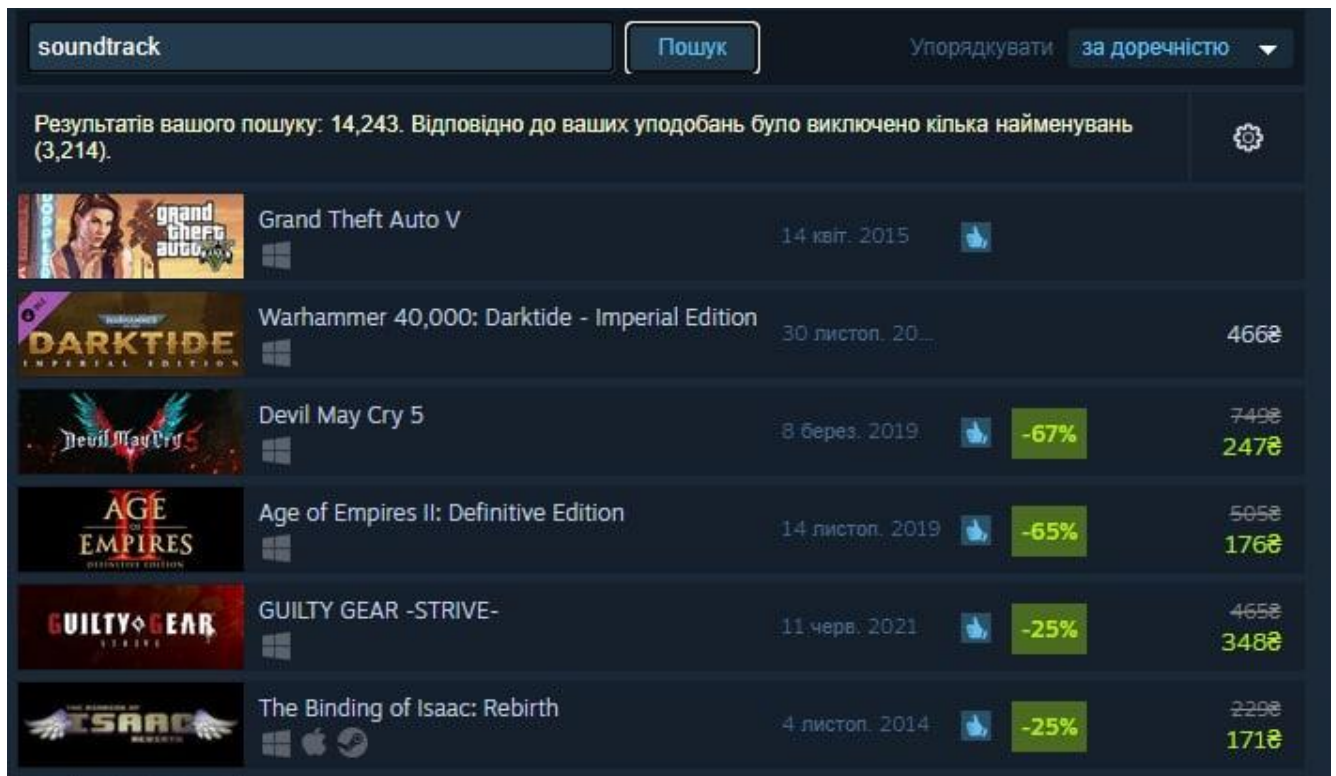


Рисунок 2.2 - Скріншот з саундтреками різних відеоігор на платформі Steam [57]

Останнім етапом розробки є тестування ігор. Забезпечення якості продуктів для відеоігор відіграє важливу роль протягом циклу розробки гри, але стає все більш важливим, коли гра наближається до завершення. На відміну від інших програмних продуктів та додатків для підвищення продуктивності, відеоігри призначені в першу чергу для розваги. Таким чином, при тестуванні відеоігор більше уваги приділяється досвіду кінцевого користувача, ніж правильності продуктивності програмного коду, що впливає на те, як розробляється ігрове програмне забезпечення.

Розробка ігор зосереджена на представленні та ігровому процесі з погляду гравця. Часто на ранніх етапах розробки немає потреби ретельно підтримувати та тестувати базовий код, оскільки такий код можна легко видалити, якщо ігровий процес зміниться. Деякі автоматичні тести можуть бути використані для перевірки правильної роботи основного ігрового движка, але більшість тестів ігор виконується за допомогою Game Tester.

Як тільки буде доступний ігровий прототип, ми розпочнемо процес тестування. Це може бути один рівень або підмножина програмного забезпечення, яке можна розумно використовувати.

У міру розвитку коду та закріплення особливостей ігрового процесу, розробка зазвичай включає більш ретельне управління тестуванням, таке як регресійне тестування, щоб гарантувати, що нові оновлення кодової бази не змінять робочі частини гри. Ігри - це складні програмні системи, і зміна однієї області коду може призвести до несподіваного збою в, здавалося б, незв'язаних частинах гри.

Перед тестувальниками ставиться завдання багаторазово перевірити оновлені версії гри на цих пізніших етапах у пошуках проблем або помилок, які, можливо, не були виявлені під час автоматичного тестування. Грати в ту саму гру знову і знову може бути стомлюючим, тому цей процес часто призводить до того, що ігри випускаються з невиявленими помилками і збоями.

Є й інші специфічні для відеоігор фактори, які ускладнюють тестування. Це включає використання рандомізованих ігрових систем. Це вимагає більше тестування, ніж лінійна гра, як для ігрового балансу, так і для відстеження помилок, а також врівноважує вартість та час, які вам потрібно витратити на тестування, в рамках вашого бюджету на розробки.

### 2.1.5 Етапи випуску

Етап розробки відеоігор слідує процесу, аналогічному процесу розробки іншого програмного забезпечення. Комерційним проектам із розробки ігор може знадобитися досягти контрольних точок, встановлених видавцем. Етапи випуску використовуються для позначення основних подій під час розробки гри та відстеження ходу гри. Етапи проекту залежить від графіка розробника.

Такими етапами є:

- Перший ігровий прототип;

- Alpha версія гри;
- Beta версія гри;
- Випуск коду;
- Фінальна збірка.

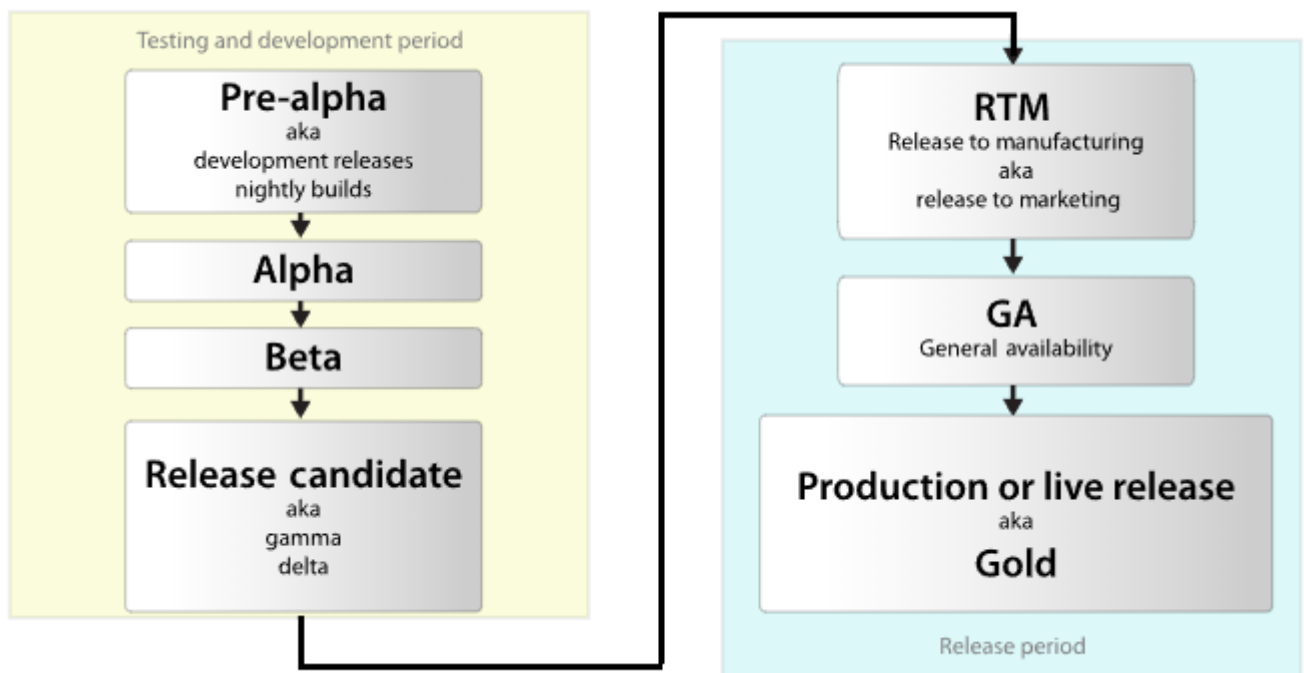


Рисунок 2.3 – Схематичне зображення етапів розробки відеоігор, що відбуваються за подібним процесом, що й у розробці іншого програмного забезпечення

Перший ігровий прототип (ППП - first playable prototype - FPP) називають першу придатну для гри версію застосунку. Цей етап реалізації винесено як окремий, адже PPP ще не достатньо розвинений щоб бути альфою, але набагато чистіша і повніша за прототип, це перша версія з функціональними основними елементами ігрового процесу. Він часто базується на прототипі, створеному на підготовчому виробництві.

ППП покликана показати справжню суть гри. Концепт першого ігрового прототипу не пропонує повноцінного ігрового досвіду, головне що присутні основні елементи присутні та відтворюються. Використання неякісних ресурсів для

прототипів – це нормально, адже потім все бути замінено більш якісною графікою.

Зазвичай наприкінці цього етапу розробники вже мають продукт, що можна показати потенційним інвесторам, не попереджаючи про помилки та тимчасові дефекти. На даному етапі зміст цілком зрозумілий для розуміння сюжету. Ця демонстрація гри використовується для перегляду вашого дизайну, для тестування ігрової механіки та внутрішнього тестування.

Наступним етапом випуску є Alpha версія гри. Альфа - це етап, на якому реалізовані основні функції ігрового процесу та частково завершені активи. При закінченні Альфа-версії гри завершено - в гру можна грати і вона включає всі основні функції. Ці функції можуть бути додатково переглянуті на основі тестування та відгуків. Додаткові невеликі нові функції можуть бути додані та заплановані. Також, нереалізовані функції можуть бути видалені. Програмісти насамперед зосереджені на завершенні кодової бази, а не на додаткових реалізаціях.

На цьому етапі внутрішні тестувальники компанії зазвичай використовують методологію тестування "білої скриньки": огляд вихідного коду та оцінка продукту. Альфа-версія включає весь ігровий контент і завершений повністю сюжет. На цьому етапі ми можемо працювати з нашими постачальниками обладнання для оптимізації та перенесення на всі платформи.

Після закінчення альфа-тестування гра відповідатиме наступним критеріям випуску:

- Цей випуск майже завершено;
- У цю гру можуть грати щонайменше нові гравці з цільової аудиторії;
- Графіка та інтерфейс досить гарно пропрацьовані, щоб зацікавити гравців;
- Гравець у цільовій аудиторії вказує на бажання продовжувати грати в гру;
- Реалізовано основні звукові ефекти;
- Основний ігровий цикл наочно демонструє інтеграцію у ігрові механіки.

Між етапами Альфа та Бета релізів є невеличкий етап «заморожування» кодування. Це етап, коли новий код більше не додається до гри, а лише

виправляються помилки. Заморожування коду відбувається за три-чотири місяці до випуску коду.

Бета-версія - це вже повна версія гри з функціями та ресурсами, що чекає лише на виправлення помилок. Ця версія не містить помилок, що перешкоджають надсиланню ігор. Жодні ігрові функції, ресурси або код не будуть змінені. Бета-версії будуються за два-три місяці до випуску коду.

Бета – це сума того, що уявляє собою гра, зміст чи функції якої зазвичай не змінюються після бета-тестування. Інтернет-видавці часто публікують бета-версії програмного забезпечення таким чином проводячи, так звану, "відкриту бету" - коли запрошуються клієнти у відкрите бета-тестування, де їм надається можливість пограти в гру та повідомляти про знайдені проблеми.

Також на цьому етапі гра перевіряється на якість та коректність, покращуються налаштування та виправляються критичні помилки. Тому наша мета в бета-версії – створити гарний, функціональний та повноцінний продукт. Ігри, що пройшли бета-тестування, повинні відповідати таким умовам:

- Усі функції завершені та відшліфовані у цьому випуску;
- Цільовий час завершення гри було повністю досягнуто;
- Усі письмові матеріали мають професійне озвучення;
- Немає художніх об'єктів для заповнення відсутніх елементів;
- На головному екрані є справжня назва та логотип;
- Остаточну назву ігрового застосунку узгоджено;
- Усі наявні художні матеріали відповідають основному стилю;
- Більшість нових гравців можуть грати без стороннього керівництва;
- Багато гравців з цільової аудиторії грають за власним бажанням;
- Усі звукові ефекти та музика вбудовані відповідно до сюжету;
- Гра працює із заданою частотою кадрів у більшості тестових сценаріїв;
- Усі функції та зміст завершено;

- Інтерфейс користувача завершено і відповідає основному стилю, за деякими винятками.

Передостаннім етапом є випуск коду, коли більшість помилок виправлено, і гра готова до надсилання на перевірку до плаформи. Ця версія перевірена на відповідність плану тестування якості. Перший кандидат на випуск коду зазвичай готовий за три-чотири тижні до випуску коду.

Кінцевим етапом є створення фінальної збірки або «Gold master» - це остаточна збірка гри, яка використовується як майстер для створення гри. Все, що було заплановано на розробку повинно бути реалізовано, щоб надати повний досвід для всіх гравців. Фінальна збірка має відповідати певним критеріям:

- Цей випуск повністю налагоджений та протестований;
- Усі види інтерфейсів завершено;
- Усі нові гравці можуть грати без стороннього посібника;
- Відсутність різних рівнів дефектів;
- Усі звукові ефекти та озвучення узгоджені;
- Є достатньо видів звукових ефектів та музики, щоб запобігти відволікаючих повторень протягом цільового часу гри;
- Гра працює із заданою частотою кадрів у всіх протестованих сценаріях.

#### 2.1.6 Пост-продакшн

Після випуску гри починається етап обслуговування відеоігри. Ігри, розроблені для консолей, рідко мають період обслуговування. Представлені ігри завжди матимуть ті самі помилки та функції, що й на момент їх випуску. Це було притаманно консолям, оскільки всі вони мають ідентичне або майже ідентичне обладнання. Несумісності, що викликають багато помилок, не є проблемою. в такому випадку.

Обслуговування здійснюється тільки для портів, сиквелів або покращених ремейків, в яких повторно використовується більша частина двигуна та ресурсів. Розробники можуть підтримувати своє програмне забезпечення за допомогою завантажених виправлень. Ці зміни були б неможливими в минулому без широкого доступу до Інтернету.

Підтримка ігор на ПК відрізняється. Розробники ігор намагаються пристосувати більшість конфігурацій та обладнання. але, кількість можливих апаратних та програмних змін неминуче призводить до виявлення критичних ситуацій, які програмісти та тестувальники не врахували. Розробники чекають деякий час, щоб отримати якнайбільше звітів про помилки. Як тільки розробники відчують, що отримали достатньо відгуків - програмісти починають працювати над виправленнями. На розробку виправлень можуть піти тижні або місяці, але вони повинні виправити більшість відомих помилок і проблем з ігровим процесом, пропущених у попередніх випусках коду або, в окремих випадках, викликаних попередніми виправленнями. Такі виправлення випускаються «патчами» (рис 2.4) і автоматично завантажуються на пристрій користувачів. Патчі можуть містити додаткові функції, контент або зміни ігрового процесу.

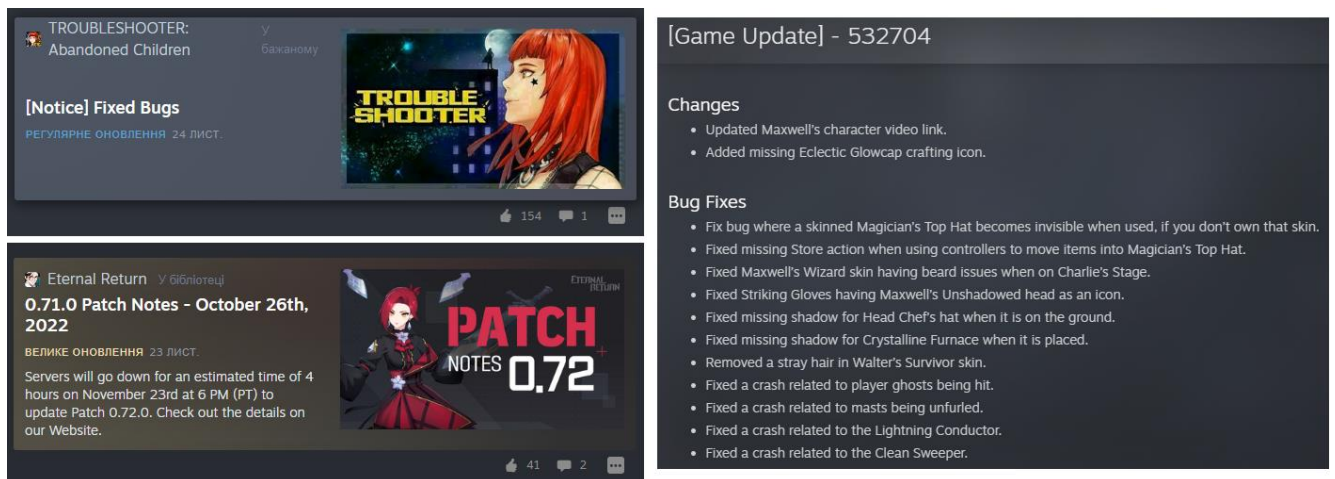


Рисунок 2.4 - Скріншот з прикладами «патчів» різних ігор на платформі Steam [57]

## 2.2 Обґрунтування функціональних вимог до мобільної гри в жанрі ВН

У процесі проектування гри, що розробляється, в жанрі «ВН» було проаналізовано особливості та складено список вимог:

- Гра повинна мати головне меню, де користувач може запустити гру або закрити програму;
- Головне меню гри має дозволяти користувачеві розпочати гру, відновити гру або завантажити гру, якщо користувач не грає вперше;
- Користувач повинен мати можливість зберігати та завантажувати гру у будь-який момент під час гри;
- Ігровий прогрес повинен автоматично зберігатись на випадок, якщо користувач забуде зберегтись під час гри;
- Під час гри у користувачів має бути можливість швидкого збереження, якщо це необхідно, і такі «швидкі збереження» розміщуються у розділі «Завантаження»;
- Користувач повинен мати можливість завантажувати автозбереження та швидкі збереження;
- Збереження має бути підписане у форматі "назва дня, день, день, година";
- Користувач повинен мати можливість робити перезапис збереження;
- Користувач повинен мати можливість регулювати такі параметри: гучність музики, гучність навколишніх звуків; швидкість відображення тексту на екрані; швидкість режиму автоматичного перемикання тексту; пропустити прочитаний текст або весь текст або припинити пропуск після вибору.
- Користувач повинен мати можливість перечитувати текст, який раніше відображається на екрані;
- Користувач повинен мати можливість пропускати сюжети;
- Користувачі повинні мати можливість включати та зупиняти автозапуск тексту під час ігор;

- - Користувачі повинні мати можливість налаштовувати потрібні параметри в будь-який момент гри, а не тільки в головному меню;
- Користувач повинен мати доступ до інформації про керування грою;
- Користувач повинен мати доступ до інформації про розробника гри;
- У грі повинні бути розгалужені сюжети та кілька кінцівок, у користувачів має бути можливість отримати всілякі кінцівки та секретні кінцівки;
- Користувачі повинні мати можливість переміщатися між різними гілками сюжету, використовуючи надані розробником варіанти розвитку сюжету гри;
- - Для гри потрібні спрайти із зображеннями персонажів. Спрайти персонажів повинні мати різні емоції, залежно від того, що вони говорять;
- Фонові зображення повинні бути високої якості та відображати поточне розташування користувача;
- Фонове зображення повинне відповідати часам, згаданим у сюжеті;
- Спрайти персонажів мають бути високої якості (від 2048×1080 та 400 dpi );
- Спрайти персонажів мають займати мало місця на носії (до 300 кб);
- Фонові зображення мають бути високої якості (від 2048×1080 та 400 dpi );
- Фонові зображення мають займати мало місця на носії (до 1 МБ);
- Кількість пунктів у меню навігації не повинна перевищувати 5-7;
- Панель навігації повинна розташовуватись у верхній частині екрана;
- Текстова панель повинна бути виділена кольором, відмінним від основного вмісту та тексту;
- Елементи навігації повинні бути легко впізнавані;
- Між графічними об'єктами та текстовими об'єктами має бути логічний зв'язок;
- Усі графічні об'єкти повинні мати однакову схему кольору;
- Шрифт має бути розбірливим та відповідати стилю тексту;
- Потрібно використовувати не більше 25 слів у рядку.

### 2.3 Аналіз схеми процесу створення проекту ігрового застосунку

Проектування ігрового застосунку доцільно розпочати з побудови схеми. Така схема містить лаконічне та доцільний опис кожного кроку реалізації, що дає змогу оцінити правильність обраного шляху виконання. Основними елементами схеми процесу створення проекту ігрового застосунку, що представлена на рис. 2.5 є:

- Вхідні дані - технічне завдання на створення ігрового застосунку;
- Вихідні дані - реалізація арк-версії демо ігрового застосунку;
- Управління - включає в себе вимоги до ігрового застосунку та планування розробки;
- Механізми – командна розробників, обрані програмні засоби та апаратне забезпечення.

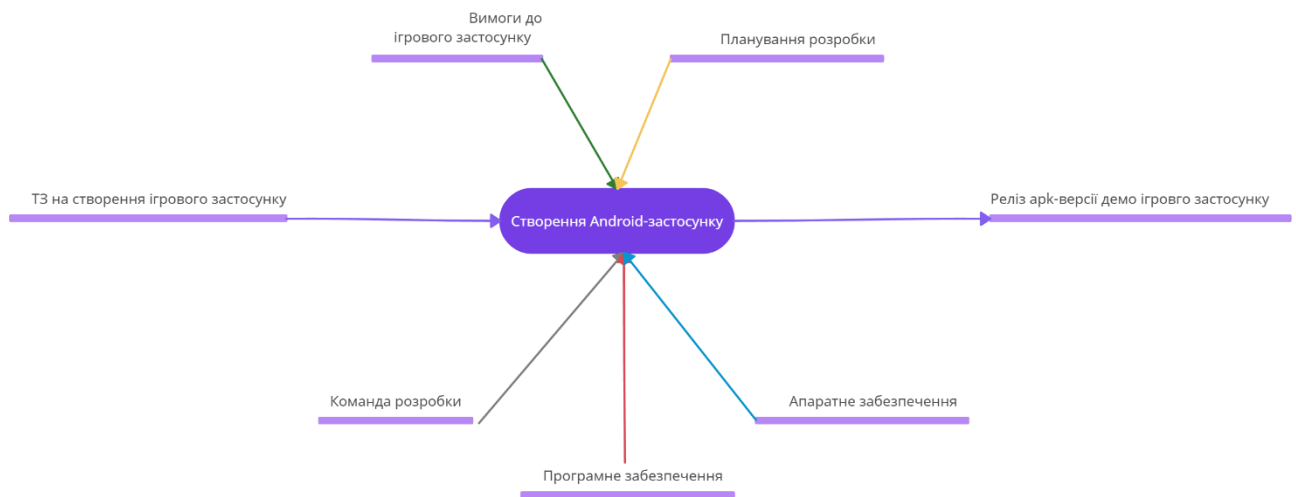


Рисунок 2.5 – Схема процесу створення проекту ігрового застосунку

Оскільки ця схема містить лише загальну інформацію про хід роботи над ігровим застосунком, необхідно виконати декомпозицію – поділити завдання на складові елементи, щоб докладніше розглянути логіку виконання робіт.

Деякі елементи вже було розглянуто у попередніх розділах даної кваліфікаційної роботи, а саме - вхідні дані, механізми (1й розділ) та одну з складових управління - вимоги до ігрового застосунку (розділ 2, підрозділ 2) було розглянуто у попередніх розділах. Схема планування розробки надана на рис 2.6 .

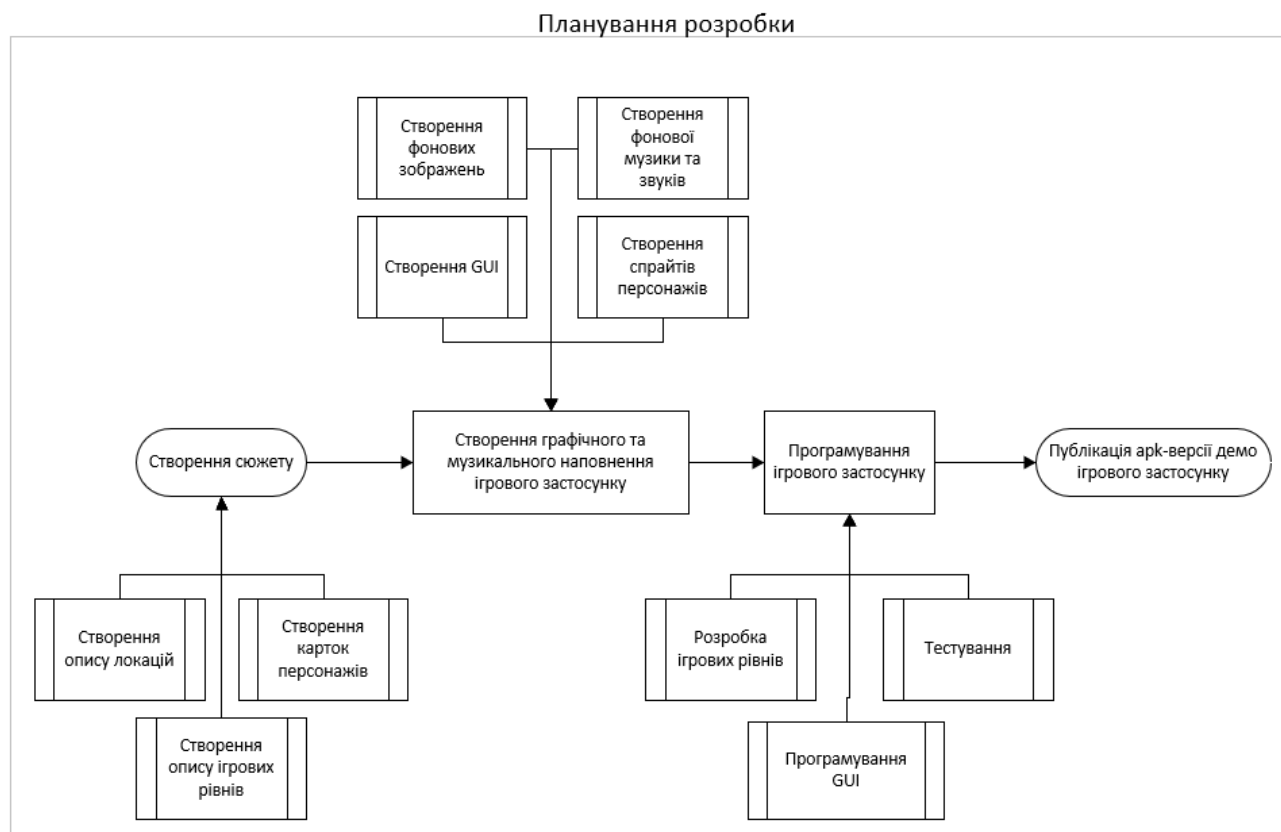


Рисунок 2.6 – Схема планування розробки

З розробленої схеми планування розробки можемо виділити основні елементи:

- Створення сюжету, що має підпроцеси створення: опис локацій гри, створення карток персонажів і опис ігрових рівнів;
- Створення графічного та музикального наповнення гри, що має такі підпроцеси: створення графіки для GUI, створення спрайтів персонажів за аналізом існуючого опису в картках персонажів, створення фонових зображень за аналізом існуючого опису локацій, створення фонові музики та звуків;

- Програмування ігрового застосунку, що має підпроцеси: розробка GUI, розробка ігрових рівнів з аналізу існуючого опису логіки рівня та тестування
- Публікація арк-версії демо ігрового застосунку.

В цьому розділі було проведено аналіз технологій розробки ігрового контенту. Було визначені поняття пре-продакшену, концепту, прототипу, розробки, етапів випуску та пост-продакшену для розробки ігрового контенту в жанрі «Візуальна новела». Також було обгрунтовано функціональні вимоги, проведено визначення та аналіз до етапів розробки ігрового контенту, що дозволило швидко сформулювати необхідне технічне завдання для розробки ігрового застосунку.

Саме в цьому розділі, як підсумок зроблено дослідження технологій, було розроблено схеми процесу створення ігрового застосунку, завдяки чому план роботи над грою стає максимально зрозумілим, адже розуміючи повний пайплайн роботи (р 2.1) і розробивши схеми процесів вдається грамотно розподілити ресурси і правильно організувати тайм-менеджмент.

Це все дозволить легко розробити подальший контент для ігрового застосунку, а саме: концепт та сценарій гри, графічний інтерфейс користувача, спрайти та картки персонажів, фонові зображення, тощо.

## 3 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ІГРОВОГО ДОДАТКУ

### 3.1 Створення головного концепту та сценарію гри

Головним жанром ігрового застосунку було обрано «Візуальна новела», а також вирішено додати механіку з жанру «Hidden objects» для розробки цікавих, інтерактивних рівнів. Перевагою жанрів ВН та ПГПО є, зазвичай, нескладна реалізація, проте вони можуть надовго захопити гравців та зацікавити досить велику аудиторію.

Завдяки аналізу особливостей жанрів було обрано відповідне програмне забезпечення, а саме ігровий движок Ren'Py [50] та гібридний графічний редактор Clip Studio Paint [37]. Для окремих задач (створення GUI та створення фонових зображень) було обрано графічні редактори Photopea [41] та Photosketcher [43].

Поточною назвою ігрового застосунку було обрано «Поміж рядків». У центрі сюжету жіночий головний герой (жгг), яка є мешканкою першої столиці України. Її життя складалося зі насичених але буденних днів журналістки авторитетного інформ агенства. Все змінилося, коли одного дня їй подзвонив незнайомиць, який представився вченим, що хотів оприлюднити інформацію щодо створенням жахливої зброї. Але вчений загадково зникає і жгг починає власне розслідування, щоб докопатися до істини.

### 3.2 Створення GUI

Створення GUI (графічного інтерфейсу) – важливий етап створення гри. Графічний інтерфейс служить засобом взаємодії користувача з ігровим додатком. Першим кроком є створення головного меню – перше що побачить гравець. Наступним розробляється інтерфейс налаштувань, а останнім – інтерфейс самої гри.

Для створення GUI спочатку робиться прототип (3.1) на якому дизайнер дуже спростовано розміщає основні елементи.

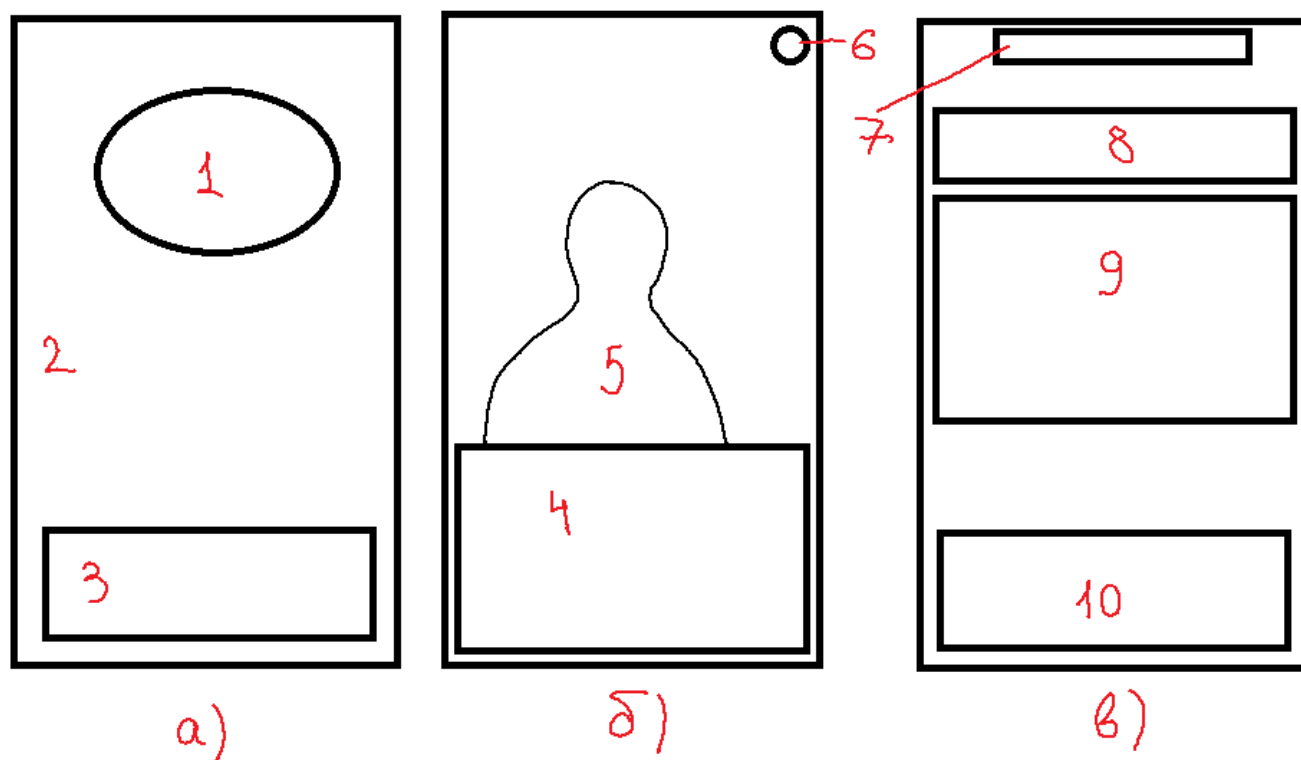


Рисунок 3.1 – Схематичне зображення графічного інтерфейсу ігрового застосунку, де: а) головне меню гри, б) внутрішньоігрове меню діалогу, в) меню налаштувань.

На прототипі головного меню нашого ігрового застосунку є такі ключові елементи:

1. Поточна назва гри;
2. Фонове зображення;
3. Функціональні кнопки.

Серед функціональних кнопок на головному екрані обов'язково повинні бути «Почати гру», «Налаштування» та «Поміч». Результат реалізації головного меню наведено на рисунку 3.2 .



Рисунок 3.2 – Реалізація графічного інтерфейсу головного меню

У прототипі меню налаштувань присутні такі ключові елементи інтерфейсу:

7. Назва розділу;
8. Клавiши виду налаштувань (звукові, текстові та системні налаштування);
9. Параметри, які можна змінювати в залежності від виду налаштувань;
10. Функціональні кнопки головного меню.

Приклад реалізації графічного інтерфейсу налаштувань надано на рисунку 3.3.

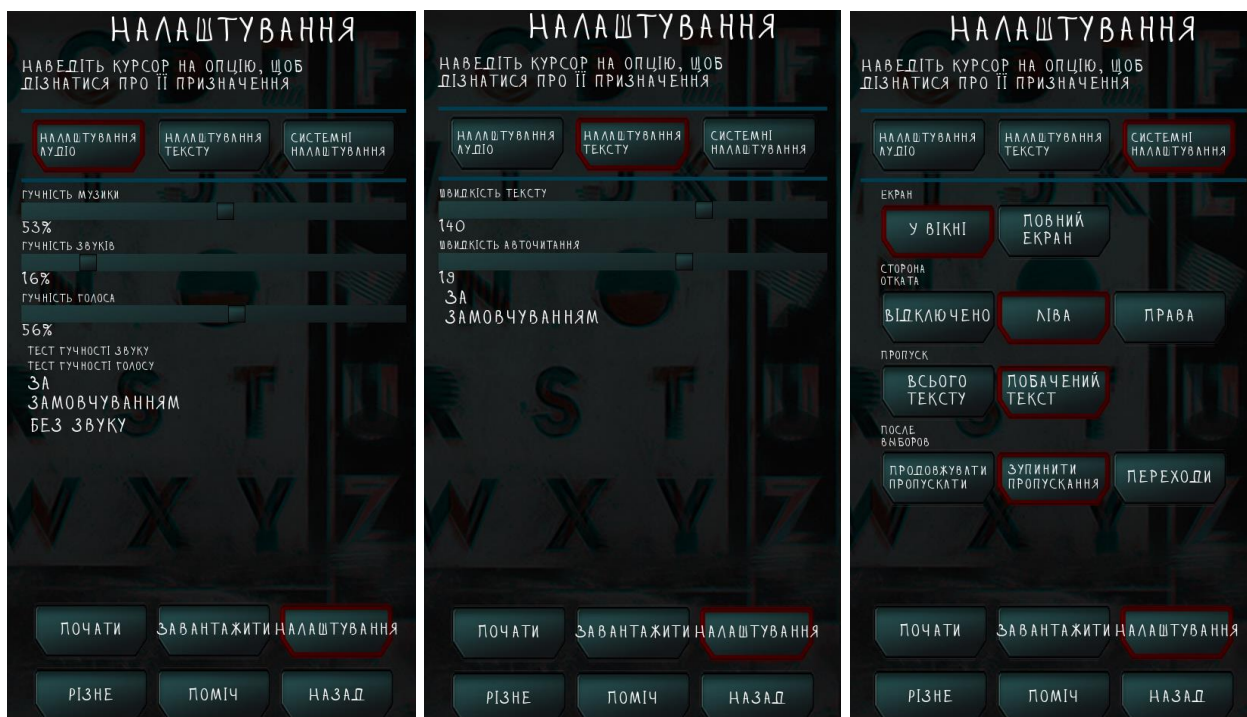


Рисунок 3.3 - Реалізація графічного інтерфейсу меню налаштувань

На прототипі внутрішньоігрового меню діалогу зображенні наступні ключові елементи інтерфейсу:

4. Поле для виводу тексту та реплік персонажів;
5. Місце для відображення персонажів;
6. Функціональна клавіша виводу додаткового меню для надавання гравцю змоги зберегтись у процесі гри або звернутись до налаштування чи перейти назад до меню.

Приклад реалізації графічного інтерфейсу внутрішньоігрового меню діалогу персонажів надано на рисунку 3.4.



Рисунок 3.4 - Реалізація графічного інтерфейсу внутрішньоігрового меню діалогу персонажів

Приклад реалізації додаткового меню надано на рисунку 3.5.

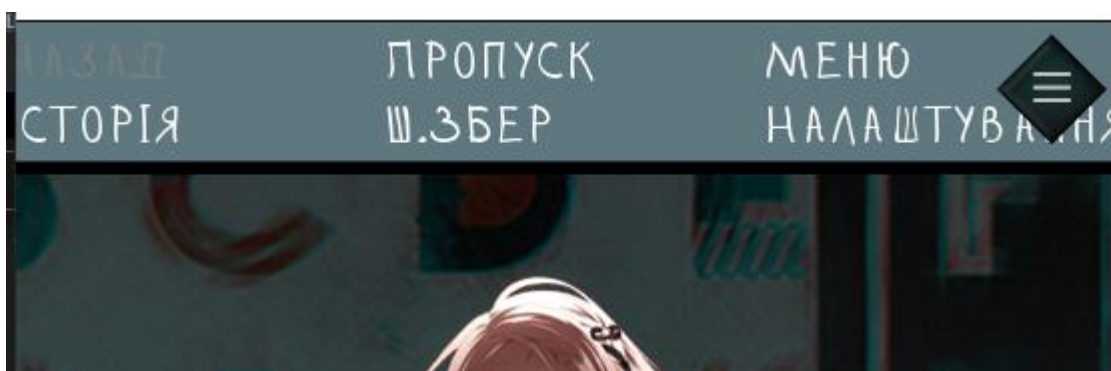


Рисунок 3.5 - Реалізація додаткового меню

Послідувачі розділи ігрового меню були розроблені таким самим шляхом: спочатку були побудовані відповідні схеми (приклад надано на рисунку 3.1), для виявлення найбільш вдалого відображення інтерфейсу, а потім зроблена реалізація. Такими розділами були «Поміч» та «Різне». У розділі меню «Поміч» гравець може отримати всю необхідну інформацію щодо управління ігровим застосунком в залежності від платформи на якій він грає (рис 3.6), а у розділі «Різне» він може дізнатися про саму гру, отримати історію версій або переглянути галерею зображень (рис 3.7).

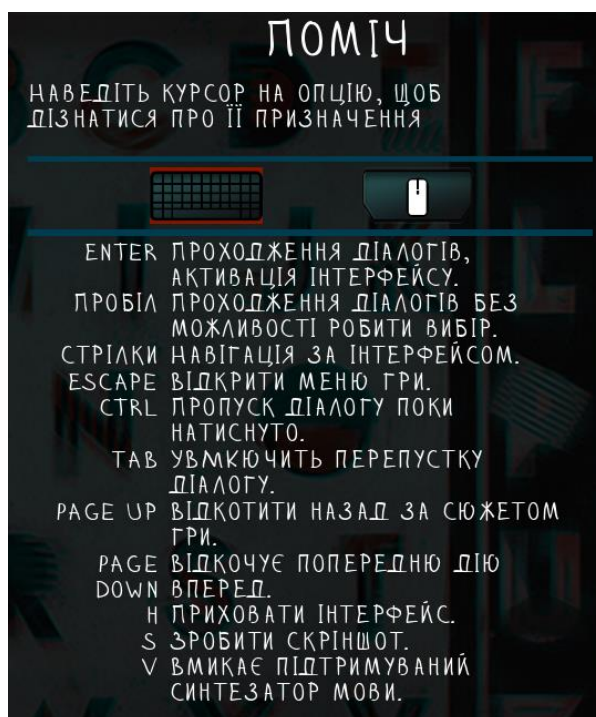


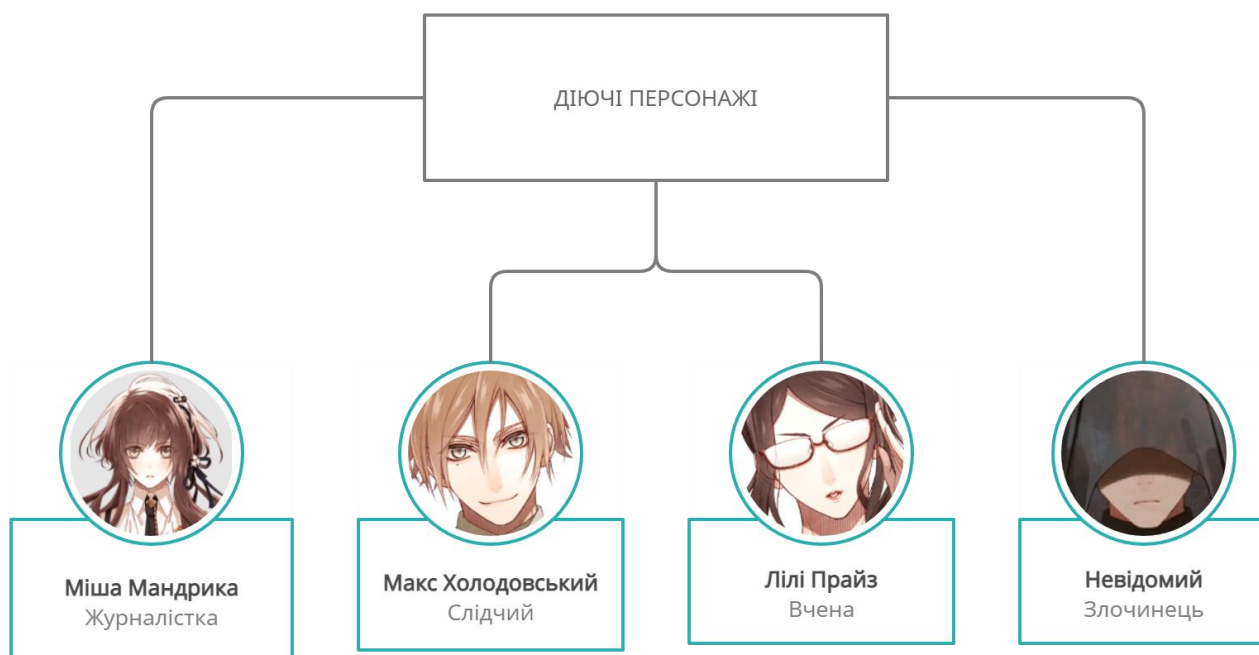
Рисунок 3.6 – Розділ меню «Поміч» під час тестування застосунку



Рисунок 3.7 – Розділ меню «Різне» під час тестування застосунку

### 3.3 Створення спрайтів персонажів

Комп'ютерні ігри повинні включати акторів (персонажів) для взаємодії з навколишнім середовищем. Для демо-версії ігрового застосунку було внесено 4х персонажів (рис 3.8).





Рсиунок 3.8 – Перелік персонажів з кими зустрінеться гравець у грі

Створення ігрових персонажів починається зі створення їх карток – стислого опису персонажів, який створюється як автор закінчує сюжетне планування своєї історії. Передова мета карток – максимально розкрити вашого персонажа. Треба розповісти про важливий життєвий досвід, навички, вміння, амбіції, а також спосіб мислення персонажа. Сенс у тому, щоб максимально точно "передати" свого персонажа.

Також такі картки допомагають автору не випускати важливі подробиці про персонажів з голови.

Таблиця 3.1 – Картки персонажів

Ім'я	Опис	Зображення
Міша Мандрика	33 роки. Журналістка зі стажем 13 років. Пари немає. Вдома розводить рибок. Часто подорожує через роботу. Працює в інформаційному агентстві. Любить писати про науку та супутні теми. Палить. Любить земляні кольори, не любить кисле.	
Макс Холодовський	34 роки. Неодружений. Слідчий у місцевих правоохоронних органах, шкільний друг ЖГГ, з яким продовжив активно підтримувати зв'язок після випуску. Дуже милий та чуйний. Вдома має 2 собак: золотистий ретривер Чікен та бігль Роза. Не п'є і не палить. Займається спортом, любить гостру їжу.	
Лілі Прайз	Вчена, що потребує термінової допомоги. Більше інформації немає.	

Наявні спрайти персонажів надано на рисунках 3.9 – 3.11



Рисунок 3.9 – Спрайт жіночого головного герою



Рисунок 3.10 – Спрайт чоловічого головного герою



Рисунок 3.11 – Спрайт другордних персонажів

Для персонажів було розроблено окремі частини з різними емоціями. Приклад наведено на рсиунку 3.12.

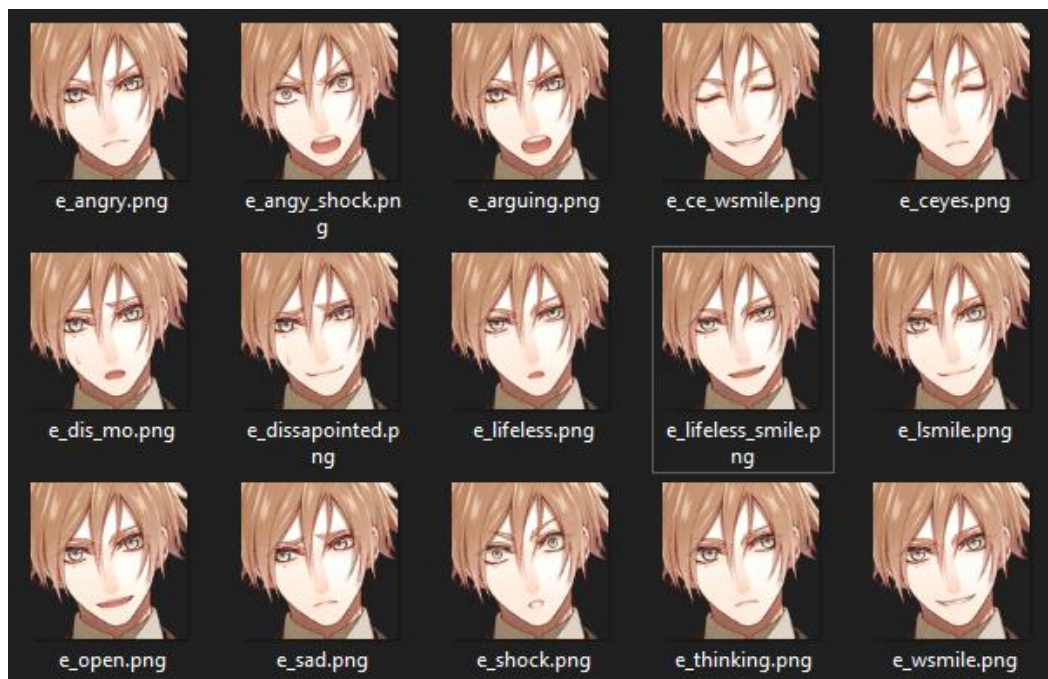


Рисунок 3.12 – Додаткові спрайти емоцій для персонажів

### 3.4 Створення фонових зображень

Для створення фонових зображень ігрового застосунку було обрано метод фотоколажування з послідуною пост-обробкою. Спочатку треба визначитись з локаціями гри. Для прикладу було обрано локацію «Робочий кафітерій» і знайдено фотокартку з вільною ліцензією для змін (рис 3.13).

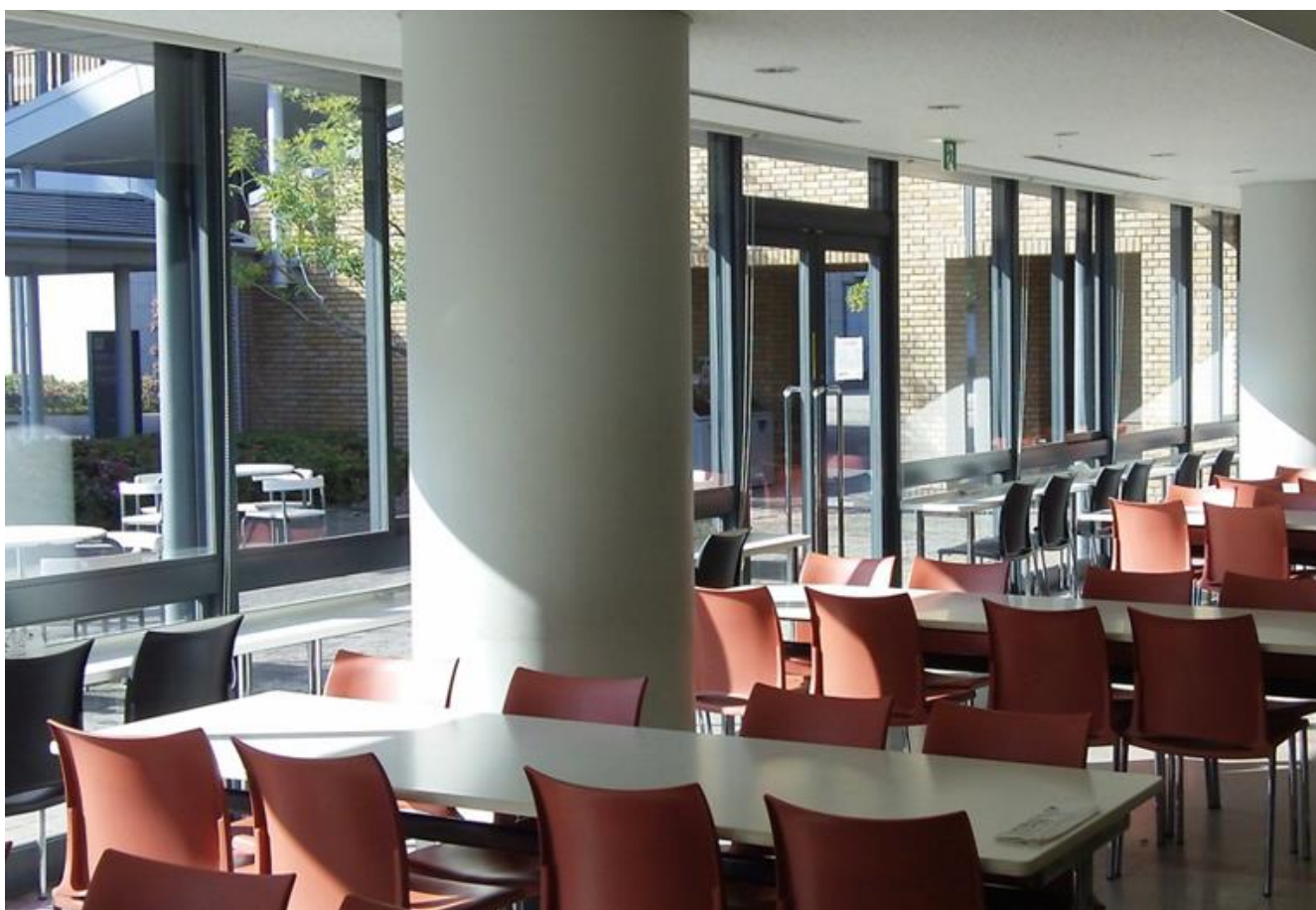


Рисунок 3.13 – Початкове фото для обробки

За допомогою PhotoSketcher фотографію було оброблено для отримання чорно-білого малюнку (рис 3.14), а після за допомогою Photorea було зроблено уточнення.

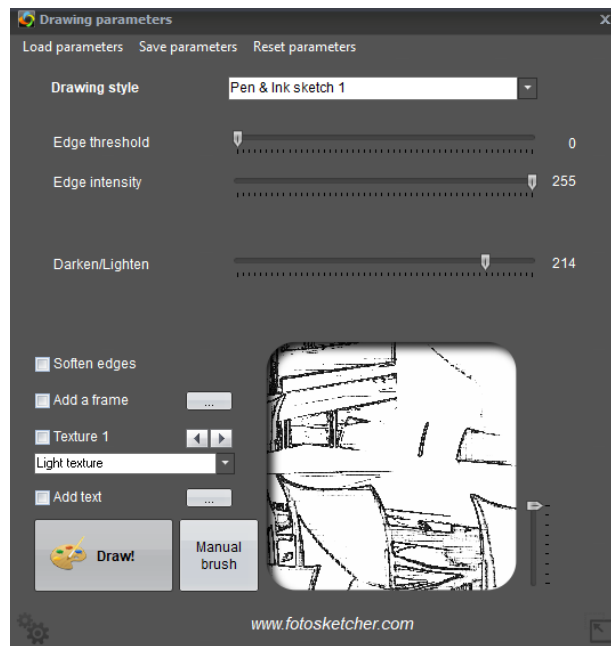


Рис 3.14 – Процес обробки зображення за допомогою PhotoSketcher

У результаті було отримано зображення з чорними лініями на білому фоні (рис 3.15).



Рисунок 3.15 – Результат роботи у Photoreo

Для подальшої роботи потрібно поділити отримані контури на 3 частини на різних шарах для полегшення фарбування (рис 3.16).

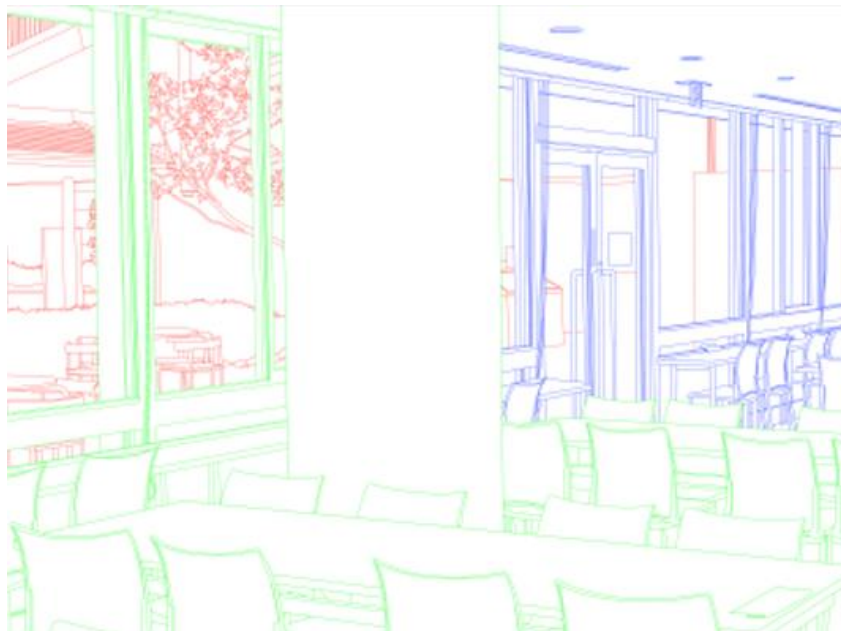


Рис 3.16 – Перетворення чорно контуру в відокремлені фрагменти

Наступним кроком треба обробити вхідне зображення ще раз для отримання підмалювку (рис 3.17).

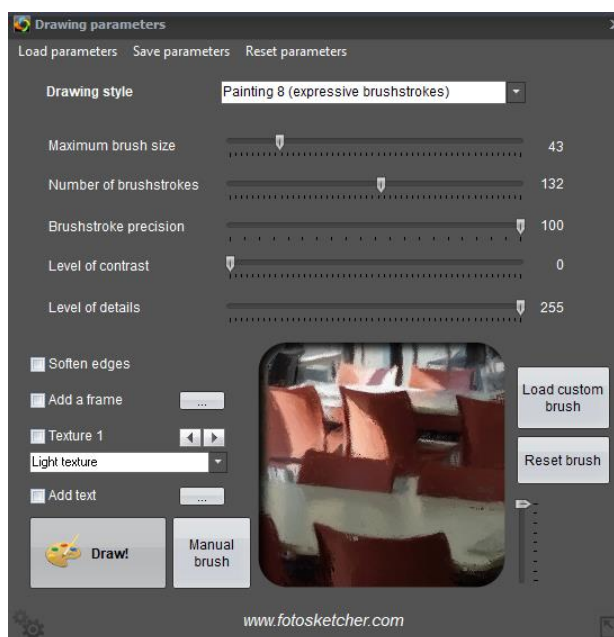


Рис 3.17 – Процес обробки зображення за допомогою PhotoSketcher

Підмальовок ще додатково обробляю фільтрами та корекцією у другому графічному редакторі і суміщаємо для отримання пердостаннього результату (3.18).



Рис 3.18 – Поєднані зображення у Photorea

Дуже важливо на цьому етапі відокремити плани зображень на передній та задній (3.18). Це дозволить зробити повітряну перспективу більш помітною, а також додати ще ефектів.



Рис 3.19 – Поділення зображення на плани

Підкреслення повітряної перспективи досягається шляхом розмиття заднього фону та підкресленню скляної поверхні (3.20).



Рис 3.20 – Розмиття заднього плану та додавання ефектів на скло та стелю

Останнім кроком буде пост-обробка з додаванням кольорів та покращенням якості і чіткості зображення за допомогою краєвого контрасту (3.21). Отриманий результат надано на рисунку 3.22.



Рис 3.21 – Обробка зображення краєвим контрастом для придання об'єму і чіткості



Рисунок 3.22 – Кінцевий результат обробки

Технологія створення фонів за допомогою обробки фотографій дозволяє створити архітектурно, перспективно і фізично правильні фони у короткий проміжок часу, що дозволяє створити велику кількість фонів і якнайбільше урізноманітнити сюжет зображеннями і не дати гравцю втомитися від довгого спостереження за одним зображенням.

Було розглянуто проектування та розробку ігрового додатку. Проведено аналіз для створення головного концепту та сценарію гри. Розроблено графічний інтерфейс користувача ігрового застосунку. Створено спрайти, картки персонажів і фонові зображення за допомогою раніше обраних графічних редакторів.

## ВИСНОВКИ

Для дослідження засобів створення ігрових застосунків було обрано жанри «Візуальна новела» та «Hidden Objects». Комбінація цих жанрів дозволяє зробити невеликою за часом проходження (від 2-х до 10-ти годин) але цікаву гру, а також розширити цільову аудиторію.

Завдяки аналізу графічних редакторів біло для створення концепту персонажів та спрайтів була обрана програма – Clip Studio Paint, тому, що вона володіє всіма необхідними функціями для малювання, а також можливостями для пост-обробки зображень. Для створення фонових зображень було обрано комбінацію з двох графічних редакторів – FotoSketcher та Photopea. Тако поєднання дозволяє без навантажування на пристрій створювати фонові зображення високої кості з великим рівнем деталізації за короткий час, при цьому архітектурна та перспективна сторони зображень ніяк не будуть спотворюватися і таким чином негативно впливати на гравця.

Ren'Py - беззаперечний лідер серед спеціалізованих ігрових движків. У ньому є всі функції, необхідні створення класичних візуальних новел і міні-ігр як пошук предметів. Також його функціонал можна розширити за допомогою мови Python. Тому саме цей ігровий движок відповідає всім нашим потребам у написанні ігор.

Зокрема, після аналізу характеристик жанрів «Візуальна новела» та «Hidden Objects» було описано основні етапи створення концепції гри, планування розробки та визначено функціональні вимоги до застосунку. Після розгляду складеного ігрового сюжету було створено блок-схему відповідного розвитку подій у ігровому застосунку та її елементи використовувалися для розробки сцен гри. Концепції та спрайти персонажів були розроблені на основі особливостей сценарію та жанру з використанням раніше обраного графічного редактора.

Після аналізу функціональних вимог та можливостей движка Ren`Py був розроблений та реалізований графічний інтерфейс програми. Також, виходячи з можливостей движка та особливостей ігрового жанру, були розроблені та реалізовані ігрові механіки, що відповідають цілям гри.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт бази даних візуальних новел. [Електронний ресурс]  
URL: <https://vndb.org/v?f=&o=a&p=12&s=rel> (дата звернення: 17.05.2022).
2. Сторінка гри на сайті БДВН. [Електронний ресурс]  
URL: <https://vndb.org/v945> (дата звернення: 17.06.2022).
3. What is the appeal in Katawa Shoujo and other visual novels? [Електронний ресурс] URL: <http://surl.li/dvdiy> (дата звернення: 17.06.2022).
4. Hagtvedt H. Art Infusion: The Influence of Visual Art on the Perception and Evaluation of Consumer Products / H. Hagtvedt, V. M. Patrick // Journal of Marketing Research, 2008. Vol. 45. P. 379–389.
5. Agnos Jr. T. C. Game Development Of Ibong Adarna Visual Novel / T. C. Agos Jr., M. L. C. Bal-Ut, L. G. Calam and others // International Journal Of Scientific & Technology Research, 2013. Vol. 2, № 9. P. 260–266. - URL: <http://surl.li/dvdjc> (дата звернення: 18.06.2022)
6. Дейта-сім . [Електронний ресурс]  
URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Dating\\_sim](https://en.wikipedia.org/wiki/Dating_sim) (дата звернення: 18.06.2022)
7. Сторінка гри на сайті БДВН. [Електронний ресурс]  
URL: <https://vndb.org/v751> (дата звернення: 18.06.2022).
8. Сторінка гри на сайті БДВН. [Електронний ресурс]  
URL: <https://vndb.org/v4> (дата звернення: 18.06.2022).
9. Сторінка гри на сайті БДВН. [Електронний ресурс]  
URL: <https://mangagamer.org/fatamorgana/> (дата звернення: 18.06.2022).
10. Сторінка гри на сайті БДВН. [Електронний ресурс]  
URL: <https://vndb.org/v2153> (дата звернення: 18.06.2022).
11. Сторінка гри на сайті БДВН. [Електронний ресурс]  
URL: <https://vndb.org/v34> (дата звернення: 18.06.2022).

12. Сторінка гри на сайті БДВН. [Електронний ресурс]  
URL: <https://vndb.org/v67> (дата звернення: 18.06.2022).
13. Сторінка гри на сайті БДВН. [Електронний ресурс]  
URL: <https://vndb.org/v24> (дата звернення: 18.06.2022).
14. Сторінка гри на сайті БДВН. [Електронний ресурс]  
URL: <https://vndb.org/v14> (дата звернення: 18.06.2022).
15. Сторінка гри на сайті БДВН. [Електронний ресурс]  
URL: <https://vndb.org/v3319> (дата звернення: 18.06.2022).
16. Сторінка гри на сайті БДВН. [Електронний ресурс]  
URL: <https://vndb.org/v1143> (дата звернення: 18.06.2022).
17. Сторінка гри на сайті БДВН. [Електронний ресурс]  
URL: <https://vndb.org/v17> (дата звернення: 18.06.2022).
18. V. M. Kartashov, V. N. Oleynikov, S. A. Sheyko, I. V. Koryttsev, S. I. Babkin, O. V. Zubkov, "Peculiarities of small unmanned aerial vehicles detection and recognition," *Telecommunications and Radio Engineering*, 2019, V. 78, Iss. 9, pp. 771–781. DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v78.i9.30.
19. V. N. Oleynikov, O. V. Zubkov, V. M. Kartashov, I. V. Koryttsev, S. I. Babkin, S.A. Sheiko, "Investigation of detection and recognition efficiency of small unmanned aerial vehicles on their acoustic radiation," *Telecommunications and Radio Engineering*, 2019, V. 78, Iss. 9, pp. 759–770. DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v78.i9.20.
20. Kartashov, V.M., Sidorov, G.I., Sheiko, S.A., Kolendovska, M.M., Sergienko O.Yu. Principles of Construction and Assessment of technical Characteristics of multi-Frequency atmospheric Sodar in the Humidity Measurement Mode / *Telecommunications and Radio Engineering*.- New York. - 2020.- Vol. 79, №4.- P.323-333. (стаття). DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i4.50.
21. Kartashov, V.M., Oleynikov V.N, Zubkov, O.V., Koryttsev I.V., Babkin, S. I., Sheiko, S.A., Kolendovskaya, M.M. Spatial-temporal Processing of acoustic

- Signals of Unmanned Aerial Vehicles; Telecommunications and Radio Engineering, 2020. Vol. 79, Iss, 9, pp.769-780.
- 22.V.M. Semenets, V.M. Kartashov, V.I. Leonidov. Features of Acoustic Noise of Small Unmanned Aerial Vehicles // Telecommunications and Radio Engineering.- New York. - 2020.- Vol. 79, №11.- P. 985-995. DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i11.80 (стаття).
- 23.Oleynikov V.N., Kartashov, V.M., Babkin, S. I., Zubkov, O.V., Korytsev I.V., Sheiko, S.A., Seleznov I.S. Structure and Parameter Unmanned Aerial Vehicles Sound Fields/ Telecommunications and Radio Engineering.- New York. - 2020.- Vol. 79, №17.- P.1539-1550. DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i17.50 (стаття).
- 24.В.А. Тихонов, В.М. Карташов, В.М. Олейников, В.И. Леонидов, Л.П. Тимошенко, И.С. Селезнев, Н.В. Рыбников. Обнаружение-распознавание беспилотных летательных аппаратов с использованием составной модели авторегрессии их акустического излучения// Вісник НТУУ «КПІ». Радіотехніка. Радіоапаратобудування. - 2020.- Вип. №81. – С.38-46. (Web of Science)
- 25.Карташов В.М., Корытцев И.В., Олейников В.Н., Зубков О.В., Шейко С.А., Бабкин С.И., Левский Н.А., Селезнев И.С. Алгоритмы пеленгации беспилотных летательных аппаратов по их акустическому излучению// Радиотехника. (Харьков). — 2019. — Вып. 196. — С. 22-31.
- 26.Карташов В.М., Харченко О.И., Чумаков В.И. Использование эффекта стохастического резонанса для анализа спектров акустического излучения малых беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника. (Харьков). — 2019. — Вып. 197. — С. 100-106.
- 27.Карташов В.М., Сидоров Г.І., Толстих Є.Г., Шаповалов С.В. Акустичний вимірювач швидкості вітру в атмосферному прикордонному шарі// Радиотехника. (Харьков). — 2019. — Вып. 199. – С. 54-58.
- 28.Карташов В.М., Посошенко В.А., Цехмистро Р.И., Тимошенко Л.П.,

- Колендовская М.М. Методы ориентации, навигации и контроля мобильных робототехнических платформ// Радиотехника. (Харьков). — 2019. — Вып. 199. — С. 38-44.
- 29.Олейников В.Н., Зубков О.В., Карташов В.М., Корытцев И.В., Бабкин С.И., Шейко С.А., Селезнев И.С. Экспериментальная оценка эффективности алгоритмов пеленгования беспилотных летательных аппаратов по акустическому излучению// Радиотехника. (Харьков). — 2019. — Вып. 199. — С. 29-37.
- 30.Карташов В.М., Олейников В.Н., Колендовская М.М., Тимошенко Л.П., Капуста А.И., Рыбников Н.В. Комплексирование изображений при обнаружении беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника. (Харьков). — 2020. — Вып. 201. — С. -120-129.
- 31.Карташов В.М., Олейников В.Н., Воронин В.В., Рябуха В.П., Капуста А.И., Рыбников Н.В., Селезнев И.С. Методы комплексной обработки и интерпретации радиолокационных, акустических, оптических и инфракрасных сигналов беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника. (Харьков). — 2020. — Вып. 202. — С. 173-182-. DOI:10.30837/rt.2020.3.202.19
- 32.Карташов В.М., Корытцев И.В., Олейников В.Н., Зубков О.В., Шейко С.А., Бабкин С.И., Обработка сигналов при пеленгации и определении дальности до малоразмерных БПЛА в оптическом и инфракрасном диапазонах // Радиотехника. (Харьков). — 2020. — Вып. 202. — С. 125-135. DOI:10.30837/rt.2020.3.202.13
- 33.Карташов В.М., Корытцев И.В., Олейников В.Н., Зубков О.В., Шейко С.А., Бабкин С.И. ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ И ИЗМЕРЕНИЯ ИХ КООРДИНАТ// Радиотехника. (Харьков). — 2020. — Вып. 202. — С. 153-59. DOI:10.30837/rt.2020.3.202.16
- 34.Карташов В.М., Корытцев И.В., Олейников В.Н., Зубков О.В., Шейко

- С.А., Бабкин С.И.. Эффективность детектирования и распознавания изображений дронов по видеопотоку стационарной видеокамеры // Радиотехника. (Харьков). — 2020. — Вып. 202. — С. 136-146. DOI:10.30837/rt.2020.3.202.14
- 35.Рябуха В.П., Карташов В.М. Методы обнаружения-распознавания радиолокационных, акустических, оптических и инфракрасных сигналов беспилотных летательных аппаратов / В.П. Рябуха, В.М. Карташов// Известия высших учебных заведений. Радиотехника. — 2020. — Т. 63, № 11. — С. 1–35.
- 36.В.М. Карташов, В.Н. Олейников, В.И. Леонидов, канд. Техн. Наук, В.В. Воронин, А.И. Капуста, И.С. Селезнев, Е.В. Першин/ Комплексная обработка сигналов интегрированной системы наблюдения беспилотных летательных аппаратов с использованием целеуказания//Радиотехника. (Харьков). — 2020. — Вып. 203. — С. 1-13.
37. Офіційний сайт Clip Studio Paint. [Електронний ресурс]  
URL: <https://www.clipstudio.net/en/> (дата звернення: 19.07.2022).
38. Що таке сторіборд (розкадровка) і навіщо він потрібен? [Електронний ресурс] URL: <https://edpit.org/uk/blog-uk/shho-take-storibord-rozkadrovka-i-navishho-vin-potriben/> (дата звернення: 19.07.2022).
39. Офіційний сайт MediBang Paint. [Електронний ресурс]  
URL: <https://medibang.com> (дата звернення: 19.07.2022).
40. Офіційний сайт ibisPaintX. [Електронний ресурс]  
URL: <https://ibispaint.com> (дата звернення: 19.07.2022).
41. Офіційний сайт Photopea. [Електронний ресурс]  
URL: <https://www.photopea.com> (дата звернення: 19.07.2022).
42. Уявлення про смарт-об'єкти [Електронний ресурс] URL: <https://helpx.adobe.com/ua/photoshop/using/create-smart-objects.html> (дата звернення: 19.07.2022).

- 43.Офіційний сайт Photosketcher. [Електронний ресурс]  
URL: <https://fotosketcher.com> (дата звернення: 19.07.2022).
- 44.GUI [Електронний ресурс] (дата звернення: 20.07.2022).  
URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Graphical\\_user\\_interface](https://en.wikipedia.org/wiki/Graphical_user_interface)
- 45.Videogames are a bigger industry than movies [Електронний ресурс]  
URL: <http://surl.li/dveds> (дата звернення: 20.07.2022)
- 46.AAA projects [Електронний ресурс] (дата звернення: 20.07.2022).  
URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/AAA\\_\(video\\_game\\_industry\)](https://en.wikipedia.org/wiki/AAA_(video_game_industry))
- 47.Statista [Електронний ресурс] URL: <http://surl.li/dvegs> (дата звернення: 20.07.2022).
- 48.Rabico [Електронний ресурс] URL : <http://surl.li/dvejw> (дата звернення: 20.07.2022).
- 49.Kocho [Електронний ресурс] URL : <http://surl.li/dvejz> (дата звернення: 20.07.2022).
- 50.Офіційний сайт RenPy. [Електронний ресурс]  
URL: <https://www.renpy.org> (дата звернення: 21.07.2022).
- 51.Офіційний сайт Pygame Електронний ресурс]  
URL: <https://www.pygame.org/news> (дата звернення: 21.07.2022).
- 52.Офіційний сайт Python Електронний ресурс] URL: <https://www.python.org>  
(дата звернення: 21.07.2022).
53. Офіційний сайт Unity. [Електронний ресурс]  
URL: <https://unity.com/ru> (дата звернення: 21.07.2021).
- 54.A narrative scripting language for games. [Електронний ресурс]  
URL: <https://www.inklestudios.com/ink/> (дата звернення: 21.07.2022).
55. Офіційний сайт articy [Електронний ресурс]  
URL: <https://www.articy.com/en/> (дата звернення: 21.07.2022).
- 56.SCRUM [Електронний ресурс] URL: <http://surl.li/dvtds> (дата звернення: 21.07.2022).
- 57.Steam [Електронний ресурс] URL: <http://surl.li/dvtdz> (дата звернення:

21.07.2022).