

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії (ЗФН)  
Кафедра комп'ютерних інформаційних технологій

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Аліна САВЧЕНКО

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

# ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

*ВИПУСКНИЦІ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ*

**“МАГІСТРА”**

ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ “ІНФОРМАЦІЙНІ  
УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ”

**Тема: “Ігровий додаток у середовищі Unity 3D”**

**Виконавиця:** Кебкал Аліна Сергіївна

**Керівник:** к.т.н., доцент Колісник Олена Василівна

**Нормоконтролер:** \_\_\_\_\_ Ігор РАЙЧЕВ

**Київ - 2021**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії (ЗФН)

Кафедра Комп'ютерних інформаційних технологій

Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма: 12  
“Інформаційні технології”, 122 “Комп'ютерні науки”, “Інформаційні управляючі  
системи та технології”.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Аліна САВЧЕНКО

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021р.

## ЗАВДАННЯ

**на виконання дипломної роботи студентки**

Кебкал Аліни Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1. Тема роботи:** «Ігровий додаток у середовищі Unity 3D» затверджена наказом \_\_\_\_\_  
ректора від 12.10.2021 за № 2229/ст.
- 2. Термін виконання роботи:** з 12.10.2021 по 31.12.2021.
- 3. Вихідні дані до роботи:** завдання створення ігрового продукту, середовище  
розробки Unity3D.
- 4. Зміст пояснювальної записки:** вступ, огляд ринку ігрової індустрії, порівняння  
найпопулярніших ігрових, порівняльна характеристика ігрових движків, аналіз  
пристроїв для розробки ігрових продуктів, розробка гри у середовищі Unity 3D.
- 5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу:** слайди, презентація.

## 6. Календарний план-графік

№ п/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Отримання завдання на дипломну роботу та побудова плану-графіку виконання робіт.	12.10.2021 – 15.10.2021	
2.	Аналіз ринку ігрової індустрії.	16.10.2021 – 19.10.2021	
3.	Аналіз факторів, що вплинуть на розробку ігор у майбутньому.	20.10.2021 – 24.10.2021	
4.	Вивчення основних засобів та етапів роботи для розробки ігрових продуктів.	25.10.2021 – 31.10.2021	
5.	Написання Розділу 1 дипломної роботи.	01.11.2021 – 07.11.2021	
6.	Детальне вивчення ігрових движків та операційних систем для розробки ігор. Написання Розділу 2 дипломної роботи.	08.11.2021 – 17.11.2021	
7.	Написання Розділу 3 дипломної роботи. Завершення створення пояснювальної записки дипломної роботи.	18.11.2021 – 01.12.2021	
8.	Оформлення та друк пояснювальної записки.	02.12.2021 – 11.12.2021	
9.	Створення презентації, доповіді та підготовка до захисту дипломної роботи	12.12.2021 – 20.12.2021	

7. Дата видачі завдання: 12.10.2021р.

Керівник дипломної роботи \_\_\_\_\_ Олена КОЛІСНИК  
(підпис керівника)

Завдання прийняла до виконання \_\_\_\_\_ Аліна КЕБКАЛ  
(підпис випускниці)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи “Ігровий додаток у середовищі Unity 3D” складається із вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і містить 82 сторінки тексту, 34 рисунки. Список використаних джерел містить 16 найменувань.

**Метою** дипломної роботи є дослідження ринку ігрової індустрії, надання характеристики основним програмним засобам для створення ігор, аналіз основних етапів створення комп’ютерних ігор та розробка комп’ютерної гри на основі даних аналізу.

**Предметом дослідження** є комп’ютерна гра. Комп’ютерна гра – це тип відеоігор, в які грають на персональному комп’ютері (ПК), а не на ігровій консолі чи аркадному автоматі. Це обумовлено рядом причин, досліджених у дипломній роботі. Гра, як і будь-який програмний продукт проходить певні визначені етапи від задумки до готового продукту та має свої особливості щодо створення та реалізації.

**Об’єктом дослідження** є дослідження ігрової індустрії та процес впровадження нових програмних продуктів.

**Ключові слова:** ГРА, UNITY3D, UI, ГРАФІЧНИЙ ІНТЕРФЕЙС, ДВИЖОК, СЕРЕДОВИЩЕ РОЗРОБКИ, C#.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	9
1.1. Аналіз стану ігрової індустрії на сьогоднішній день.....	9
1.2. Фактори, які вплинуть на розробку ігор у майбутньому.....	15
1.2.1. Віртуальна та доповнена реальність.....	15
1.2.2. Хмарні технології.....	17
1.2.3. Технологія 5G.....	18
1.2.4. Новітні технології розробки ігор.....	20
1.3. Сегментація аудиторії при розробці гри.....	21
1.4. Порівняльний аналіз найпопулярніших ігрових пристроїв.....	28
1.4.1. Мобільні ігри.....	29
1.4.2. Комп'ютерні ігри.....	30
1.4.3. Консольні ігри .....	31
1.4.4. Портативні ігрові консолі.....	33
1.4.5. Порівняння пристроїв для VR-ігор .....	34
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ ІГРОВИХ ПРОДУКТІВ .....	35
2.1. Визначення етапів розробки ігор .....	35
2.1.1. Концепція .....	36
2.1.2. Прототип .....	37
2.1.3. Перший ігровий прототип .....	38
2.1.4. Alpha версія гри .....	38
2.1.5. Beta версія гри .....	39
2.1.6. Фінальна збірка .....	40
2.1.7. Post Launch період .....	41
2.2. Ігрові движки та їх порівняльна характеристика .....	43
2.2.1. Unreal Engine .....	44
2.2.2. Unity3D .....	48
2.2.3. Open 3D Engine .....	51

2.2.4. CryEngine .....	53
2.2.5. Godot .....	56
2.2.6. Власний ігровий движок .....	58
2.3. Аналіз операційних систем для ігор .....	59
РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ГРИ .....	64
3.1. Концепція та сценарій гри .....	64
3.2. Підготовка графічних елементів .....	65
3.3. Внутрішня ігрова логіка .....	68
3.4. Аналіз отриманого результату .....	78
ВИСНОВОК.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	81

## ВСТУП

Світове суспільство еволюціонувало. Наші технологічні досягнення привели нас до того що зараз ми маємо цілий світ у наших руках. Інтернет, безумовно, надав нам різноманітні можливості та доступ до великої кількості інформації. Телефони та ноутбуки допомагають залишатися на зв'язку. Телефон для кожного з нас – велика частина життя. Фотографії зберігаються в Інтернеті, контакти – на хмарному сервісі, програми в соціальних мережах завжди доступні. Наш сьогоднішній світ безперечно цифровий. Нові технології – від соціальних медіа та систем GPS до штучного інтелекту – роблять планету, на якій ми живемо, абсолютно новою і створюють новий цифровий світ.

Ігрова індустрія багатогранна та відкрита для нових ідей, технологій та досягнень. На сьогоднішній день ігри – це не тільки спосіб цікаво провести час, це яскраві емоції, враження, незабутній досвід, це спільноти, що стрімко розвиваються, це професія і це спорт. Розробка ігор – це мистецтво.

Люди грають в ігри не стільки для самої гри, скільки для досвіду, який гра створює: захоплюючий прилив адреналіну, загадкові пригоди, психологічний виклик. Люди грають в ігри, щоб створити короткочасні емоції та переживання, чи подолають вони складні ігрові виклики, шукаючи позбавлення від щоденних турбот.

Інформаційні технології, з одного боку, ускладнили життя сучасних маркетологів, ввівши нові терміни, поняття та визначення, нові методи і принципи роботи, а з іншого – надали нові можливості, розширивши межі діяльності компаній.

Актуальність теми дипломної роботи полягає в тому, що з розвитком інформаційних технологій необхідно створювати нові програмні продукти, що будуть розвивати ігровий ринок та індустрію розваг в цілому. На сьогоднішній день є багато технічних можливостей для створення багатоплатформених ігор для різних ігрових девайсів, що дозволяє запускати програмний продукт у сегменті ринку, що росте і розвивається найшвидше у світі.

Об'єктом дослідження є технології розробки та впровадження ігрових програмних продуктів.

Предметом дослідження є комп'ютерна гра. Комп'ютерна гра – це тип відеоігор, в які грають на персональному комп'ютері (ПК), а не на ігровій консолі чи аркадному автоматі. Це обумовлено рядом причин, досліджених у дипломній роботі. Гра, як і будь-який програмний продукт проходить певні визначені етапи від задумки до готового продукту та має свої особливості щодо створення та реалізації.

Мета дипломної роботи: проектування ігрового процесу і здійснення етапів розробки комп'ютерної гри.

Для досягнення мети дипломної роботи поставлено такі завдання :

- дослідити ринок ігрової індустрії;
- дати характеристику основним програмним засобам для створення ігор;
- проаналізувати основні етапи створення комп'ютерної гри;
- на основі даних аналізу, розробити комп'ютерну гру.



## РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

### 1.1. Аналіз стану ігрової індустрії на сьогоднішній день

Ігрова індустрія сьогодні є найбільшою індустрією розваг у світі, налічуючи близько 3 мільярдів геймерів у всьому світі. Очікується, що в 2021 році ігрова індустрія отримає прибуток у розмірі близько 175,8 млрд доларів США, що в річному обчисленні скоротиться на -1,1% після сильного зростання в 2020 році.

Обсяг світового ринку відеоігор оцінювався в 151,06 мільярдів доларів США в 2019 році і, як очікується, буде рости із середньорічним темпом зростання (CAGR) в 12,9% з 2020 по 2027 рік. Очікується, що технологічне поширення та інновації як в апаратному, так і в програмному забезпеченні будуть ключовими факторами росту. Зростаюче поширення інтернет-послуг в поєднанні з легкістю доступу до ігор в Інтернеті по всьому світу також підтримує оптимістичні перспективи зростання ринку в майбутні роки. Розробники ігор також постійно імпровізують і перевершують технологічні обмеження щодо рендерингу графіки в реальному часі в індустрії відеоігор, що, як очікується, буде сприяти її зростанню.

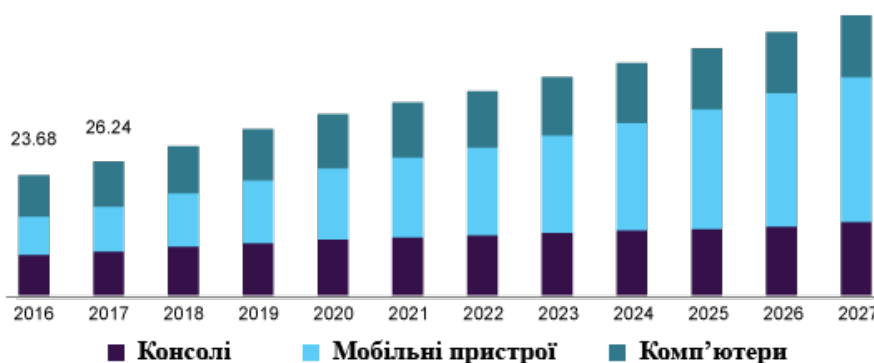


Рис. 1.1. Динаміка розвитку ігрової індустрії

<b>Кафедра КІТ (47)</b>				<b>НАУ 21.05.75.000 ПЗ</b>			
Розробив	Кебкал А.С.			<i>1. Дослідження предметної області</i>	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Колісник О.В.					9	26
Консультант					УС-201Мз 122		
Н-Контролер	Райчев І.Е.						

Зростаюча тенденція переходу від фізичних ігор до онлайн-ігор змусила учасників галузі зосередитися на апаратній сумісності та ефективності. Free2Play (F2P), Massively Multiplayer Online (ММО) і розраховані на велику кількість користувачів ігри поступово набирають популярність, і очікується, що ця тенденція збережеться протягом наступних восьми років. Зростаючий рівень наявного доходу веде до збільшення споживчих витрат на ігрові продукти. Крім того, зміни уподобань споживачів призвели до масового впровадження більш досконалих ігрових консолей, оснащених такими складними функціями, як запис і спільне використання, а також багатоплатформений ігровий процес [4].

Тенденція ігор в соціальних мережах матиме позитивний вплив на зростання ринку. Наприклад, значний відсоток світового населення використовує для ігор такі сайти соціальних мереж, як Facebook і Reddit. Очікується, що доступність різних жанрів ігор, таких як бойовик, рольові ігри, симулятори та стратегії, приверне більше клієнтів. Зростаюча популярність кіберспортивних турнірів і збільшення числа професійних гравців приведе до збільшення продажів відеоігор і аксесуарів, а також ігрового обладнання та програмного забезпечення.

Протягом останніх років кіберспорт активно розвивається як з точки зору виграшу призов, так і з точки зору визнання у всьому світі. Хоча близько десяти років тому це було нішею для обмеженої спільноти комп'ютерних фанатів, тепер все більше підлітків з нетерпінням чекають на можливість побудувати кар'єру в кіберспорті.

Зараз кіберспорт охоплює широкий спектр дисциплін, починаючи від шутерів та стратегій до МОВА, симуляторів та гоночних ігор. Варіантів для участі багато, але щорічно з'являються нові дисципліни. Зовсім нещодавно було дуже несподівано, що жанр Battle Royale набуде такої популярності, що на турнірах Fortnite, Apex Legends та PUBG будуть представлені призові фонди у розмірі мільйонів доларів.

Кіберспорт в цілому – це вид спорту, який включає десятки дисциплін та з вражаючими призовими фондами стає одним з найбільш швидкозростаючих

джерел розваг. Звичайних підлітків усі ці фактори захоплюють, оскільки захоплення відеоіграми завжди була притаманне школярам.

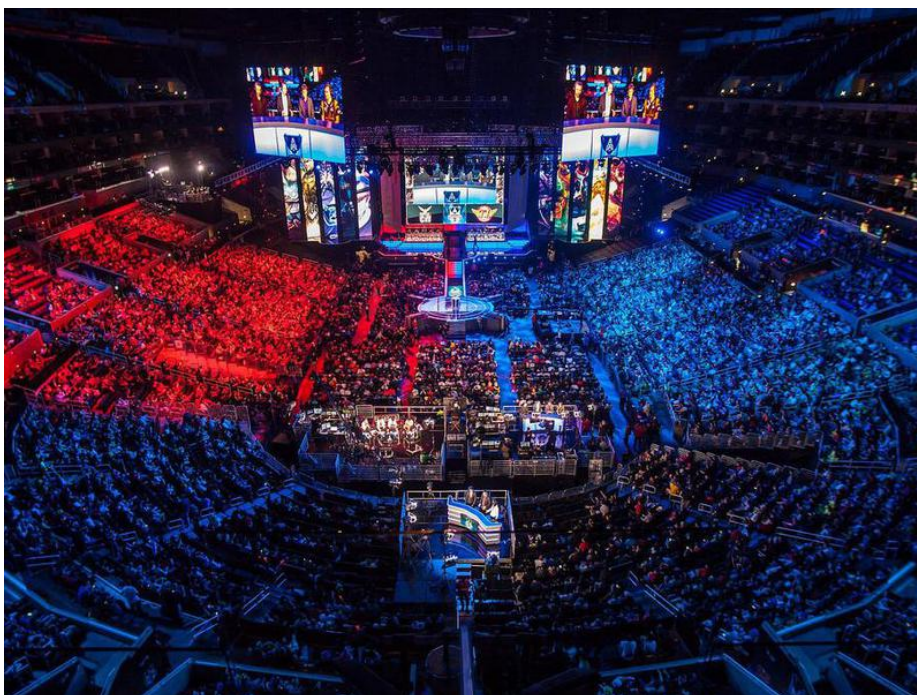


Рис. 1.2. Масштаб кіберспортивних змагань сьогодні

Кіберспорт вже названо майбутнім всіх видів спорту, особливо після спалаху COVID-19. Тепер цілком очевидно, що ця ніша – ідеальний вибір для всіх підлітків, захоплених іграми та популярними дисциплінами кіберспорту.

Ринок відеоігор зазнає високого попиту у різних сферах, таких як навчальні заклади та корпоративні підприємства. Використання ігор як навчального інструменту надає можливість для більш глибокого та пізнавального навчання. Поняття "ігри для навчання" існує досить давно. Однак реальний потенціал можливостей гейміфікації в області академічного середовища використовується лише нещодавно.

Гейміфікація в процесі навчання передбачає використання таких ігрових елементів, як підрахунок балів, конкуренція між однолітками, робота в команді, таблиці оцінок, щоб стимулювати залучення, допомагати учням засвоїти нову інформацію та перевірити свої знання. Вона може поширюватися на шкільні

предмети, але також широко використовується в додатках та курсах самоосвіти, доводячи, що переваги гейміфікації не зникають, навіть коли ми дорослі.

Технології пронизують велику частину нашого повсякденного життя, змінивши те, як люди живуть, роблять покупки, працюють, грають, харчуються, знайомляться та спілкуються з людьми. Політики починають розглядати потенційні переваги використання технологій для оптимізації робочого навантаження працівників.

Однак поширення фальсифікованої продукції через їх низькі ціни, особливо в таких країнах, як Китай та Індонезія, дещо стримуватиме зростання ринку. Очікується, що питання авторського права та піратства буде негативно впливати на досвід користувачів. Побоювання користувачів, пов'язані з шахрайством під час транзакцій з іграми, також стримуватимуть зростання ринку. Різке зростання проблем зі здоров'ям та проблем, пов'язаних з відеоіграми, – ще один фактор, який, як очікується, стримуватиме зростання індустрії [2].

Пандемія COVID-19 продовжує впливати на світову економіку, однак очікується, що індустрія відеоігор продемонструє значне зростання протягом наступних кількох місяців. Оскільки уряди у всьому світі обмежили перебування людей за межами дому для запобігання поширенню COVID-19, компанії стають свідками зростання кількості користувачів та зростання кількості годин, які користувачі витрачають на онлайн-ігри. Крім того, деякі компанії-розробники приймають рішення запускати свої онлайн-ігри для безкоштовного завантаження. Наприклад, у березні 2020 року компанія Activision Blizzard, Inc. випустила гру “Call of Duty: Warzone” для безкоштовного завантаження та отримала близько 6 мільйонів завантажень за один день.

Через пандемію різні компанії страждають від затримок та перерв у випуску своїх продуктів. Крім того, різні прес-конференції, на яких планувалося оголошення останніх анонсів ігор та трейлерів, також відкладаються. Наприклад, конференція розробників ігор, яка спочатку була запланована на червень 2020 року, була офіційно перенесена через зростання і поширення пандемії COVID-19. Пандемія також вплинула на виробництво обладнання та логістику поставок.

Багато з цих затримок пов'язані з закриттям різних виробничих потужностей у Китаї, де виробляється багато таких ігрових продуктів. Наприклад, у лютому 2020 року Nintendo Co., Ltd. оголосила про затримку випуску Nintendo Switch, який спочатку планувався 6 березня 2020 року, оскільки закрив свої виробничі потужності через COVID-19.

Очікується, що сегмент онлайн-ігор завоює значну популярність протягом майбутнього часу. Зростаючий попит на багатокористувацькі ігри стимулює попит на онлайн-ігри, оскільки вони полегшують ігрове спілкування та покращують загальний ігровий досвід. Сайти соціальних мереж грають важливу роль у наданні онлайн-відеоіграм віртуальної платформи для їх розповсюдження.

Очікується, що зростання поінформованості щодо інтерактивних розважальних систем та зростання кількості геймерів, які сприймають ігри як розважальний інструмент, також сприятимуть попиту на онлайн сегмент. Крім того, очікується, що зростання проникнення смартфонів та хмарних ігор, серед іншого, стимулюватиме зростання сегмента. Учасники ринку, які беруть участь у розробці приставок для відеоігор, роблять акцент на використанні можливостей, які пропонуються за допомогою онлайн-ігор. Наприклад, Xbox Live від Microsoft Corporation та PlayStation Network від Sony Corporation дозволяють грати на онлайн-платформі.

Азіатсько-Тихоокеанський регіон домінував на ринку з часткою понад 50% у 2019 році. Це можна пояснити тим, що Китай став великим ігровим центром. Постійно зростаюче поширення смартфонів та зростання попиту на розваги в Китаї є ключовим фактором, що стимулює регіональне зростання. Tencent Holdings Limited зі штаб-квартирою в Китаї стала найбільшим гравцем на світовому ринку завдяки своїм стратегіям неорганічного зростання, таким як придбання Riot Games та Supercell Oy, розробників таких популярних ігор, як League of Legends та Clash of Clans. Зростання компаній є вагомим чинником загального зростання індустрії в Китаї [7].

Збільшення кількості гравців в Інтернеті та зростання турнірів з онлайн-ігор в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні спонукають постачальників запускати різні

платформи, які дозволяють геймерам отримати доступ до ігор з рейтингом AAA. Наприклад, у грудні 2019 року Tencent у співпраці з корпорацією NVIDIA запустила хмарний ігровий сервіс START. Новий хмарний ігровий сервіс дозволяє геймерам отримувати доступ до ігор AAA на недостатньо потужних пристроях в будь-якому місці і в будь-який час. Очікується, що Південна Корея зробить значний внесок у регіональне зростання завдяки збільшенню уваги до кіберспорту та масовим багатокористувацьким онлайн-іграм. Багатокористувацькі рольові онлайн-ігри завоювали величезну популярність у Південній Кореї [9].

Гравці ринку в основному зосереджуються на розробці цікавого контенту та консолей наступного покоління. Популярні ігрові консолі, розроблені цими гравцями, включають PlayStation 4 від Sony Corporation, Xbox One від Microsoft Corporation та Wii U від Nintendo Co., Ltd. Розробники в основному зосереджують увагу на диференціації продуктів та інноваціях з метою збільшення своєї частки на ринку.

Видатні гравці ринку роблять значний акцент на покращенні обслуговування клієнтів, пропонуючи продукти, обладнані різноманітними функціями, які дозволяють користувачам одночасно грати в ігри та переглядати сторінки в Інтернеті. Очікується, що ці багатофункціональні ігрові консолі стимулюватимуть зростання усєї індустрії. Постачальники також зосереджуються на злитті та поглинанні малих та середніх компаній, щоб зберегти конкурентоспроможність. Наприклад, у січні 2018 року корпорація Microsoft придбала PlayFab, постачальника ігрових послуг у режимі реального часу, для прискорення просування інновацій у розробці ігор на хмарній платформі.

Видатні гравці на ринку відеоігор складаються з таких компаній:

- Корпорація Майкрософт;
- Nintendo Co., Ltd.;
- Rovio Entertainment Corporation;
- Корпорація NVIDIA;
- Корпорація Valve;
- ТОВ "PlayJam";

- Bluestack Systems, Inc.;
- Корпорація Sony.

## **1.2 Фактори, які вплинуть на розробку ігор у майбутньому**

Оскільки більшість країн світу впродовж більшої частини 2020 та 2021 років практикують соціальне дистанціювання, інтерес до цієї багатомільярдної індустрії продовжує зростати, і люди, які ніколи не мали інтересу до ігор, починають ними цікавитися. Безпрецедентний вільний час дав гравцям можливість розвивати нові навички та прийоми, які одного дня можуть транслюватися по телевізору в рамках змагань з кіберспорту, таких само популярних, як і фінал Суперкубку чи Чемпіонату світу.

Так само, як геймери на всіх рівнях перевершують будь-які обмеження в іграх, у які вони грають, вони також очікують від розробників використання нових методів та найновіших технологій, щоб просунути ігровий процес уперед, зробивши ігри ближчими до реальності та ще складнішими, ніж будь-коли. Ось кілька технологій, які відкривають шлях у майбутнє ігор.

### **1.2.1 Віртуальна та доповнена реальність**

Віртуальна та доповнена реальність створюють захоплюючий досвід гри. Ці технології переводять ігри з фізично керованого світу в частково або повністю віртуально кероване середовище з більшим зануренням у ігровий процес. Для ігор у додатках віртуальної реальності зазвичай потрібна гарнітура, що може створювати складнощі і незручності для користувачів. Нові носії, що невдовзі з'являться на ринку, такі як рукавички для зап'ястя, дозволяють розробникам ігор створювати елементи, до яких можна доторкнутися. Це відкриває абсолютно новий вимір реалістичного ігрового процесу для мас. Таким чином розробники зможуть стимулювати залучення гравців, роблячи ігровий світ більш реалістичним.





Рис. 1.3. Приклад застосування технологій доповненої реальності

Вважається, що вихід нового ігрового двигуна Unreal Engine 5 (UE5) стане рушійною силою для всього технологічного процесу створення ігор. AR / VR більше не буде особливою функцією ігор, а стане обов'язковим форматом [12].

Хоча звичайна людина може ще цього не усвідомлювати, доповнена реальність вже давно є частиною масових розваг. Перше поширене застосування цієї технології дебютувало наприкінці 1990-х років, коли під час футбольних трансляцій на зображенні поля з'явилась жовта лінія, щоб глядачам було зручніше слідкувати за ігровим процесом. Так само ігри з доповненою реальністю компонують елементи реального світу з віртуальними, це можна побачити в мобільних іграх, таких як Pokémon Go. Відкидаючи потребу у дороговартісній консолі, ігри з доповненою реальністю можуть сподобатися більш широкому ринку людей, які можуть не бути досвідченими геймерами або тільки починати експериментувати з іграми. Ігрова індустрія доповненої реальності – це швидкозростаючий сектор у сфері відеоігор, який, як очікується, буде оцінюватись більш ніж у 385 мільярдів доларів до 2023 року [5].



## 1.2.2 Хмарні технології

Постачальники хмарних послуг поступово стають новою ігровою консоллю. Широке розповсюдження хмарних технологій та доступ до них змінили спосіб створення, передачі та відтворення відео та мобільних ігор. Час виходу на ринок значно прискорюється. Тепер гравці можуть отримувати доступ до нових ігор незалежно від їх розташування, якщо вони мають підключення до Інтернету, це значно скорочує час, необхідний для придбання ігор, пакетів розширень та доповнень.

Google Stadia, Xbox Game Pass і PlayStation Now ввели ігровий термін, який був абсолютно невідомим ще десять років тому: хмарні ігри. Замість того, щоб купувати консоль та диск, можна транслювати гру на будь-який власний дисплей, аналогічно до сервісу Netflix.

Хмарні ігри – це метод гри у відеоігри за допомогою віддалених серверів у центрах обробки даних. Немає необхідності завантажувати та встановлювати ігри на ПК або консоль. Натомість для потокових служб потрібне надійне з'єднання з Інтернетом для надсилання ігрової інформації до програми чи браузера, встановленого на пристрої-одержувачі. Гра відображається та відтворюється на віддаленому сервері, але користувач бачить та взаємодіє з усім локально на своєму пристрої. Єдина відмінність полягає в тому, що сервер, з якого надходить відеопотік, також може сприймати реакції користувача та реагувати на них. Це означає, що вже не буде потрібна потужна відеокарта RTX 30-ї серії або нова Xbox Series X або PlayStation 5. З хмарними іграми все, що необхідно, це надійне підключення до Інтернету. Все це відбувається за частку секунди і виглядає так само, як гра, завантажена на пристрій [8].

Наприклад, Microsoft переводить консолі Xbox на сервіси Xbox Cloud Gaming, які запускають віртуальні дошки Xbox у своїх серверних фермах, забезпечуючи досвід, який майже не відрізняється від домашньої консолі Xbox. Тепер Microsoft переходить на більш потужне обладнання Xbox Series X, що

покращує час завантаження, частоту кадрів та оптимізацію ігор, а також підтримку потокового передавання на пристроях з більшим екраном.

Так само Amazon представив у жовтні 2020 року хмарний ігровий сервіс Luna, який надає необмежений доступ до ігор. Luna використовує додатковий локальний контролер геймпаду, який використовує окреме з'єднання Wi-Fi, щоб зменшити затримку введення гри.

Це відкриває масу можливостей. Можна взяти телефон і пограти в найновіші ігри AAA на своєму телефоні або завантажити хмарний ігровий додаток на Chromebook для деяких портативних ігор на ПК. Ось чому хмарні ігри захоплюючі, але ця технологія ще не повністю реалізована.

Також є інформація, що Netflix збільшує свою увагу до ігрового ринку. Компанія розглядає «пакети» ігор, доступних через підписку. Цей сервіс схожий на той, що Apple запустила у вересні 2019 року з Apple Arcade.

### 1.2.3 Технологія 5G

5G стане кінцем затримок та нестабільного інтернету. Як зазначає Samsung, багатокористувацькі онлайн ігри становлять найпопулярніший ігровий сегмент у світі, і багатьом з геймерів доводиться боротися з проблемами затримок у іграх – це затримки між дією гравця та реакцією ігрового сервера.

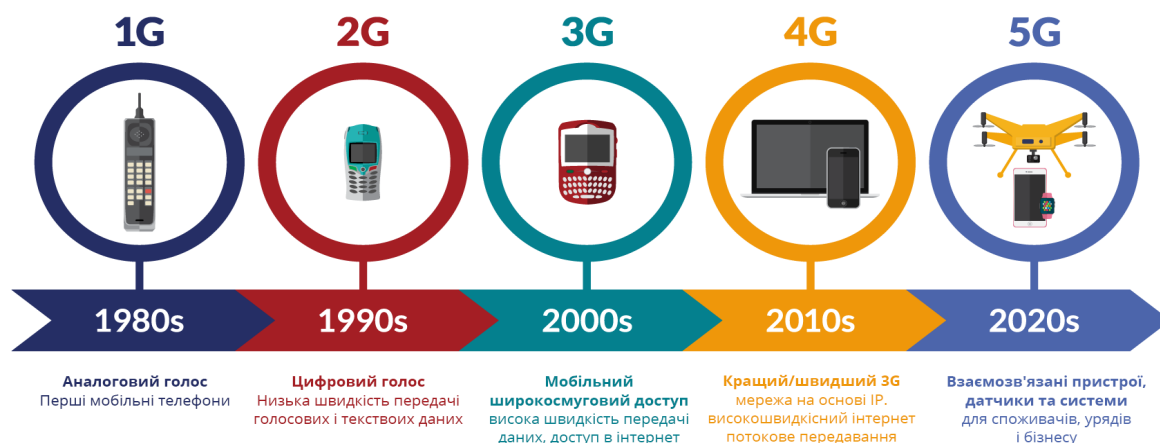


Рис. 1.4. Розвиток технологій зв'язку

Бездротова технологія 5G запропонує ряд переваг для масових багатокористувацьких ігор, покращивши загальний досвід потокової передачі в хмарі. Samsung підкреслив, що затримка 5G значно нижча в порівнянні з 4G зі швидкістю менше ніж 10 мілісекунд, що зменшує втрату пакетів і значно підвищує продуктивність гри.

5G також підтримує більшу кількість одночасних підключень пристроїв. Згідно зі статтею, опублікованою CIO, 5G може підтримувати до 1 млн підключених пристроїв на 0,38 квадратних миль у порівнянні з 2000 підключеними пристроями з технологією 4G. Це збільшить кількість геймерів, які матимуть доступ до хмарних ігрових сервісів, особливо ринках із щільною міською забудовою [5].

5G матиме позитивний вплив на розробку ігор, оскільки велика пропускна здатність дозволяє обробляти більше пікселів і полігонів. Розробники ігор покладають великі надії на продуктивність і швидкість 5G. Багато фахівців у індустрії розробки ігор вважають, що 5G стимулюватиме інновації. Зокрема, висока швидкість передачі даних 5G підштовхне галузь до створення графіки з високою роздільною здатністю і фотореалістичністю. 5G змінить правила гри не тільки для мобільних пристроїв, але і для комп'ютерів.

З поширенням у всьому світі мереж 5G розробники тепер можуть запропонувати безпрецедентні покращення на ринку мобільних ігор.

Розробники ігор та підприємства мають чудову можливість отримати вигоду від стрімкого зростання попиту на нові ігрові платформи та більш глибокого рівня взаємодії. Оскільки ці нові технології стають все більш популярними, досвід гравців різко зміниться, і нове покоління багатокористувацьких ігор буде запущене онлайн, що залучить нову аудиторію.

## 1.2.4 Новітні технології розробки ігор

Unreal Engine – ігровий двигун, що змінить ігрову індустрію. Unreal Engine 5 дебютував у 2021 році, і невдовзі це стане одним з основних інструментів, які дадуть змогу всій ігровій індустрії зробити крок уперед у якості графіки.

Як багатьом геймерам вже відомо, відеоігри складаються з тисяч полігонів, які відеокарта читає та інтерпретує. Unreal Engine 5 змінює спосіб взаємодії розробників з цими фігурами, запроваджуючи нову систему віртуалізованих полігонів.

Раніше розробникам доводилося жертвувати кількістю полігонів, а отже, і якістю, щоб надати геймерам безперебійну роботу. З Nanite від Unreal Engine розробники можуть створювати складну геометрію без шкоди для продуктивності.

Очікується, що остання ітерація Unreal Engine буде випущена на початку 2022 року. А з випуском Unreal Engine 5 з'явиться безліч змін, які покращать будь-яку відеогру, створену з допомогою цього двигуна. Ці зміни призведуть до того, що геймери зможуть взаємодіяти з більш захоплюючими та великими світами.

Те, як розробники анімують свої ігри, повністю переглядається в Unreal Engine 5, що робить цей процес більш безболісним [6].

Зокрема, Motion Wrapping – це унікальний інструмент, що поставляється разом з Unreal. За допомогою Motion Wrapping розробникам не доведеться створювати кілька анімацій для кожної висоти стрибка. Це зробить анімацію персонажів більш плавною та більш захоплюючою під час взаємодії з оточенням.

Full-Body IK – це ще одна функція анімації, що з'явиться у Unreal Engine 5. Full-Body IK дозволяє персонажам та об'єктам взаємодіяти з навколишнім середовищем у режимі реального часу природним чином. Персонажі будуть плавно коригувати свою позицію, щоб врахувати, наприклад, рівень землі або те, як персонажі взаємодіють з відкритими дверима під час проходження.

Lumen – це нова система освітлення, яка спростить створення реалістичного освітлення як для консолей, так і для ПК. Ця система освітлення буде взаємодіяти з навколишнім середовищем, щоб створити більш реалістичний досвід. Світло, що

відображається в грі, тепер буде ідентичним тому, яке буде видно в остаточній версії, випущеній на консолі.

Анімовані кат-сцени тепер можна робити безпосередньо в Unreal Engine з Unreal Engine 5. Ця система означає меншу кількість попередньо відтворених відеороликів та більше рендерингу кат-сцен у грі. Це означає, що анімовані кат-сцени не обов'язково передавати стороннім організаціям і їх легко може створити невелика команда.

І найголовніше, Chaos Physics – це нова фізична система, представлена в Unreal Engine, яка більш точно імітує фізику тканин та каміння. Це суттєва зміна, оскільки ця нова фізична система зробить одяг більш реалістичним, ніж раніше.

Ці покращені анімації та фізика створять більш захоплюючий досвід та зітруть межу між персонажем та навколишнім світом.

### **1.3 Сегментація аудиторії при розробці гри**

Грамотна сегментація користувачів – один з найважливіших факторів, на яких ґрунтується успіх гри. Тому дуже важливо вміти правильно виділяти цільову аудиторію ігор на будь-яких платформах: клієнтських, браузерних, мобільних.

Критерії, за якими геймдизайнери, аналітики та маркетологи виділяють аудиторію:

- за демографічним принципом;
- вподобані жанри. Цей пункт притаманний ігор, кіно, для сфери розваг;
- поведінкові особливості. Тут маються на увазі так звані психотипи. Існує певна кількість моделей, якими гравців ділять на психологічні типи;
- казуальність. Дуже популярний термін, який протиставляє «хардкорщиків» та «казуалів». Це якісна характеристика, яку важко висловити чисельно;
- прийняття інновацій. Відношення гравців до нових функцій, можливостей та типів геймплею. Це важливо при виборі цільової аудиторії та визначенні геймплею;

- платоспроможність. Як ви знаєте, це важливий момент для будь-якого розробника.

Кожен сегмент цільової аудиторії можна описати за допомогою різних чисельних показників. Який розмір аудиторії; яка частка конверсії; наскільки легко гравці долають перешкоди, щоб потрапити до ігрового проекту; ступінь лояльності (retention); можливість утримувати аудиторію (retention і sticky factor) — чисельних параметрів, які виділяються у кожного сегмента, досить багато. Ключовими характеристиками кожного сегмента є її ROI (return of investment), LTV (lifetime value) і розмір цього сегменту. Частково вони містять такі важливі критерії, як середній дохід з кожного платника (ARPPU — average revenue per paying user), частка аудиторії, що платить у кожному сегменті (PU) і retention (відданість аудиторії).

Насправді характеристик набагато більше, і виділити їх по кожному сегменту можна різними способами. Один тільки retention обчислюється десятками різних способів. Наприклад, існує класичний retention, що описує частку гравців, які зайшли у гру конкретний день. Класичний «retention сьомого дня» умовно означає, що зараз зайшов користувач, який зареєструвався сім днів тому. Є rolling retention, коли користувач, що зареєструвався тиждень тому, зайшов зараз або в будь-який з пізніших днів. Return retention — коли людина зареєструвалася сім днів тому, а зайшла з другого до сьомого дня. Існує також bracket dependent return retention і різні методи розрахунку цієї характеристики, під кожен проект зазвичай її рахують по-різному [2].

Як було зазначено вище, всі ці показники зводяться до двох основних показників: lifetime value (довічний дохід з платника) та ROI (прибуток на інвестований капітал). ROI він враховує не лише кількість грошей, що заробляються з гравця, а й обсяг потенційних інвестицій у кожен сегмент аудиторії. Якщо розмір аудиторії дуже маленький, а LTV великий, то, скоріш за все, немає сенсу інвестувати в цю аудиторію, тому що повернення буде невеликим просто через невеликий обсяг цільової аудиторії.

Крім чисельних характеристик є такі, які не можна виміряти цифрами. Наприклад, обсяг необхідного контенту. Наприклад, для гравця у World of Warcraft, потрібна тисяча підземель, величезні поля бою, арени та багато іншого. А для любителя Candy Crush Saga потрібна тисяча рівнів, щоправда, досить простих і подібних один одному. Для цих двох гравців, природно, обсяг контенту, що виробляється, потрібен зовсім різний.

Графічний стиль. В різних іграх, залежно від їхнього жанру та цільової аудиторії, графічний стиль теж може бути різним. І це значно впливає на вартість розробки. Вартість виробництва графіки для League of Legends, World of Warcraft та Candy Crush Saga різна. Часто на графічний стиль впливають сеттинг та жанр, накладаючи свої графічні вимоги.

Ігрові можливості. Є гравці, які з величезним задоволенням гратимуть у будь-які види «крафту», тобто в ігри, де потрібно щось створювати, виробляти. Комусь цікавий гринд та заточення — досить монотонні механіки. А є люди, які хочуть вбивати, знищувати та домінувати. Потрібно пам'ятати, що ігрові можливості — функції — теж мають різну вартість розробки, і якщо визначено цільову аудиторію, потрібно також знати, які функції підходять кожній групі.

Демографічні показники складаються з таких показників: стать, вік, регіон. Коли мова йде про освіту, в першу чергу мається на увазі відмінність у retention, платоспроможності і улюблених жанрах обраної аудиторії. Не будо визначено суттєвих відмінностей між людьми із середньою, середньою спеціальною та незакінченою вищою освітою. З погляду прибутку це приблизно рівноцінні групи. А ось люди, що мають вищу освіту та школярі — це дві різні групи як за прибутком, так і за розміром та лояльністю аудиторії [4].

Коли йде мова про регіональну приналежність, то мається на увазі в першу чергу ринок, що склався в тому чи іншому регіоні, його економічні особливості, умови ведення бізнесу та культурні аспекти. Так, в Африці аудиторія, що грає, невелика. Близький Схід теж не найвигідніший для запуску гри регіон.

Нещодавно відбулася найвизначніша подія: обсяг ігрової індустрії Китаю перевищив обсяг ігрової індустрії США. США одними з перших відкрили світові

індустрію відеоігор і тримали першість багато років. Середній дохід з платоспроможних людей в Китаї і взагалі в Азії вище, ніж в Америці, проте відсоток тих, хто платить значно нижче.

Раніше одним із найбільших сегментів у структурі прибутку від китайської ігрової індустрії були браузерні ігри. Існує думка, що апаратне забезпечення у населення Китаю було недостатньо потужним, що підштовхнуло розвиток браузерних, а не клієнтських ігор. Також законодавчі заборони, пов'язані з консолями, до останнього моменту заважали формуванню цього сегменту в Китаї. А ось дешеві мобільні телефони на базі Android з'явилися досить швидко, тому з браузерних ігор вони практично відразу перейшли на мобільні. Наразі це величезний сегмент китайського ринку і він продовжує зростати.

Існує ціла низка класифікацій ігор за жанрами. Деякі віддають перевагу назвам, що історично склалися в ігровій індустрії. Хтось використовує термінологію, вироблену самими гравцями: стрілялки, кульки, стратегії.

Різні жанри можуть показувати різні чисельні характеристики. Дві найцікавіші — утримання (retention) та ARPU (середній дохід з гравця, який зазвичай розраховується за місяць). Діаграма відображає чисельні характеристики у сегменті мобільних ігор. У лівій частині відкладено частку, що означає «семиденний retention», тобто скільки людей продовжує грати на сьомий день після реєстрації. Червона лінія відноситься до правої шкали — це частка тих, хто платить. У жанрі аркад, наприклад, мінімальні рівні і retention, і користувачів, що платять. Але це не означає, що аркада — поганий чи непотрібний жанр. У них може грати більше людей і на них можна заробляти достатньо грошей.



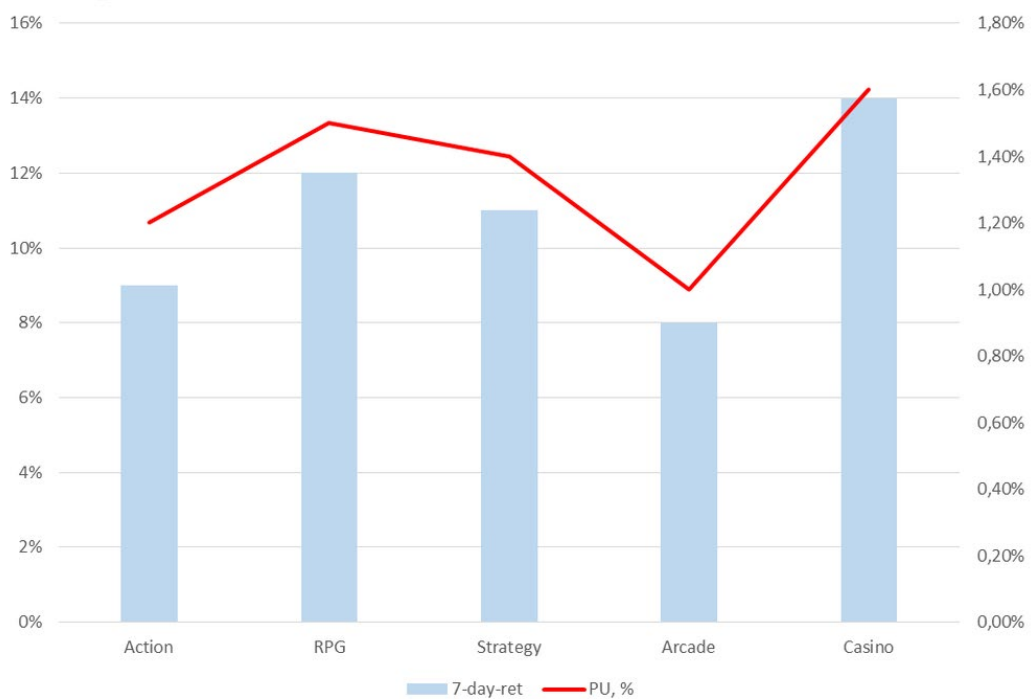


Рис. 1.5. Чисельні характеристики жанрів мобільних ігор

Казино – дуже вигідний жанр. Причому в соціальних мережах він набагато вигідніший, ніж у мобільному сегменті. Зараз багато великих компаній, що активно заробляють гроші на соціальних казино, незважаючи на стагнацію соціальних мереж як ігрових платформ.

Стратегії та RPG демонструють дуже стабільні результати. У цих жанрів частка тих, хто платить, і retention досить високі, але й конкуренція в цій ніші доволі серйозна.

За ступенем прийняття інновацій аудиторія поділяється на п'ять основних груп (нових ігрових можливостей, жанрів, особливостей ігрового процесу).

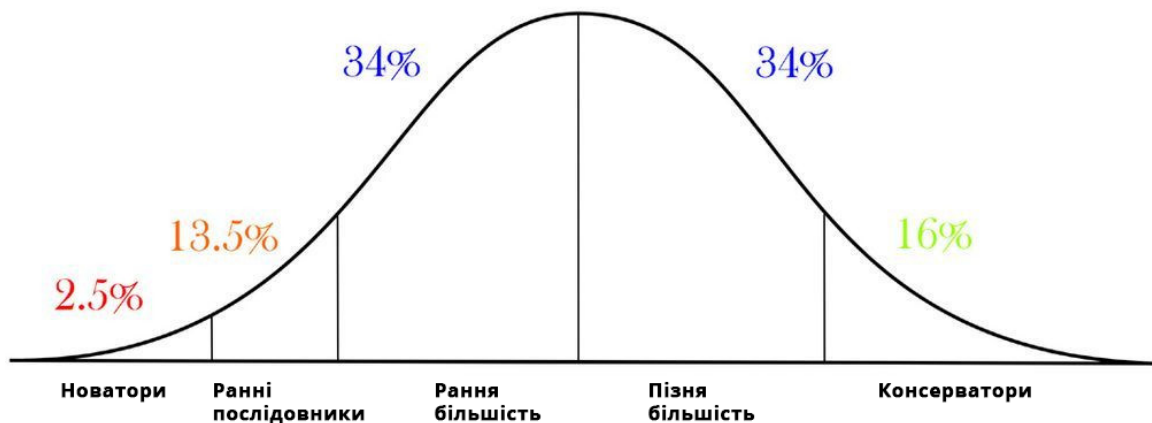


Рис. 1.6. Групи гравців за ступенем прийняття інновацій

Найменша група – новатори, їх близько 2,5%. Це ті, хто створює щось нове, ті самі ігри, гаджети і таке інше. Вони генерують ідеї, навіть безглузді. Але якісь із їхніх ідей виявляються цінними, і їх обирає наступна група – ранні послідовники, яких ~13,5%. Це ті, хто створює моду.

Apple, коли просували свій смартфон, орієнтувалися на групу ранніх послідовників. Їм потрібна була паства послідовників, які просуватимуть цю ідею далі. Дуже важко перестрибувати між групами або націлюватись на кожну, але завжди можна влучити в потрібний сегмент і вмотивувати його нести ідеї далі. Цей підхід використовують у багатьох іграх.

Рання більшість, на відміну послідовників, приймає продукт чи ідею лише тоді, коли вона стане модною. iPhone увійшов у моду – представники ранньої більшості починають купувати iPhone. Пізня більшість, навпаки, не купуватиме, поки продукт не стане масовим, поки він не буде у кожного. І остання група, консерватори, починають купувати, коли продукт уже вийшов із моди. Наприклад, сьогодні консерватори – це ті, хто ходять зі старим телефоном-розкладачем або Nokia і не приймають смартфонів [3].

Багато сучасних ігор активно використовували цю криву для свого маркетингу. Два найяскравіші приклади – Candy Crush Saga та Clash of Clans. Розробники Candy Crush Saga дуже добре розуміють, що людям важко переходити

з однієї групи в іншу, для цього потрібно створити досить сильну мотивацію. Тому гра орієнтувалася на ранню більшість. До Candy Crush Saga компанія King зробила близько 200 ігор, насамперед соціальні, не мобільні. Ринок виявився підготовленим до Match-3, накопичився дуже великий обсяг таких ігор. І компанія випустила гру і назвала її масовим шедевром. Вони вдарили у ранню більшість. І як тільки ця група користувачів занурилася у гру Candy Crush Saga, відразу почала підключатися пізня більшість. Перехід між цими групами досить простий, якщо повністю залучити ранню більшість.

Зробити це можна за допомогою величезних рекламних інвестицій. Наприклад, 2013 року компанія King заробила на Candy Crush Saga 2,2 млрд доларів. Для порівняння: обсяг української ігрової індустрії на сьогоднішній момент – приблизно 1,6 млрд. доларів. З цих 2,2 млрд. було витрачено на маркетинг приблизно 1,7 млрд. Лівова частка прибутку була витрачена на найпотужнішу рекламу на ТБ та в інтернеті. Таким чином, компанія повністю покрила сектор ранньої більшості.

Інший приклад – компанія Supercell з грою Clash of Clans. Компанія орієнтувалася на ранніх послідовників. Clash of Clans створила практично новий жанр, якого не існувало. Вони об'єднали жанри city builder і tower defence в асинхронному бою, і народився новий жанр — Clash of Clans. Тепер усі ігри цього жанру називають клонами Clash of Clans. Саме ранні послідовники зробили гру популярною, а завдяки величезним зусиллям компанії почала підтягуватись і рання більшість. Пізня більшість поки не приймає Clash of Clans. За статистикою за 2015 рік, Clash of Clans досі однією з найприбутковіших мобільних ігор у світі.

Іншими словами, правильне використання кривої прийняття інновацій дозволяє оптимізувати маркетинг.

Платоспроможність також є важливим параметром для сегментації аудиторії. Існує спосіб сегментації аудиторії за обсягом вчинених платежів:

- Насамперед виділяють тих, хто не платить. Таких людей більшість. У мобільному сегменті їх понад 90%, за деякими даними, навіть 97%.

- Друга група – випадкові платежі, їх близько 8%. Усі регулярні платники у мобільному сегменті становлять 1,5–2%. У соціальних іграх схожа ситуація. У браузерних іграх платять близько 5% гравців. Але бувають винятки: наприклад, «Легенда» та багато інших браузерних ігор мали понад 15% аудиторії, що платять. У клієнтських іграх середній показник 7–10%. У деяких тайтлах, наприклад в «Аллодах», частка гравців, що платять, ще вища.
- Третій сегмент, про який вже згадувалось, – регулярні платники. Їх, у свою чергу, ділять ще на три групи. Представники першої групи платять трохи, буквально пару доларів. Вони становлять основний обсяг платників, які приносять компанії 15-30% виручки. Представники другої групи приносять більше, а третя група формує основну частку виручки. Представників третьої групи дуже мало, але кожен з них дає такі високі прибутки, що це окупає практично все.

У Китаї, наприклад, вся монетизація будується виключно на представниках третьої групи регулярних платників. Тому вважається, що нехай у грі всього 0,5% тих, хто платить, зате кожен з них приносить по 1000 доларів щомісяця.

#### **1.4 Порівняльний аналіз найпопулярніших ігрових пристроїв**

Зараз, у 2021 році, геймерам неймовірно пощастило мати широкий спектр платформ для їхніх улюблених ігор. Найпоширенішими є 3 основні ігрові платформи: мобільна, ПК та консольна.

На цих трьох платформах геймери мають доступ до величезних бібліотек ігор. Від найпопулярніших відеоігор до менш традиційного стилю гри, таких як, наприклад, словесних ігор та навіть додатків для азартних ігор.

Кількість гравців у відеоігри зросла на 99% з 2019 по 2020 рік, частково через COVID-19, оскільки все більше людей залишаються вдома вдома та проводять свій час у компанії відеоігор.

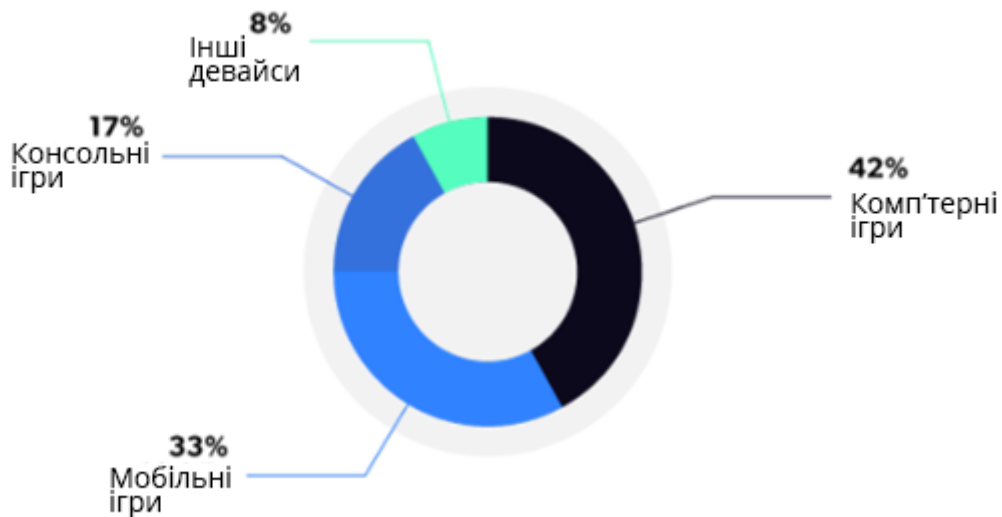


Рис. 1.7. Статистика популярності ігрових пристроїв

### 1.4.1 Мобільні ігри

Кількість користувачів смартфонів по всьому світу продовжує зростати і в 2020 році перевищила 3,5 мільярда. Усі ці люди мають доступ до світу ігор у своїй кишені і можуть грати в них практично скрізь, у будь-який час. Мова більше не йде лише про такі прості ігри, як Snake, незважаючи на те, що ця гра стала легендарною.

Завдяки потужності та технологіям сучасних смартфонів, ігри на мобільних пристроях стають більш потужним та захоплюючим, ніж будь-коли раніше. Такі компанії, як Razer та Asus, навіть почали випускати спеціальні ігрові телефони з надзвичайними характеристиками та кнопками спеціально для ігор [6].

Більшість ігор на мобільних пристроях є коротшими і набагато менш графічно насиченими, ніж версія для ПК або консолі, але це не означає, що вони не можуть бути такими ж захоплюючими.

Існує також величезна різноманітність ігор, які ідеально підходять для мобільних пристроїв. Наприклад, ігри в стилі Candy Crush надзвичайно популярні і дуже добре працюють на мобільній платформі.

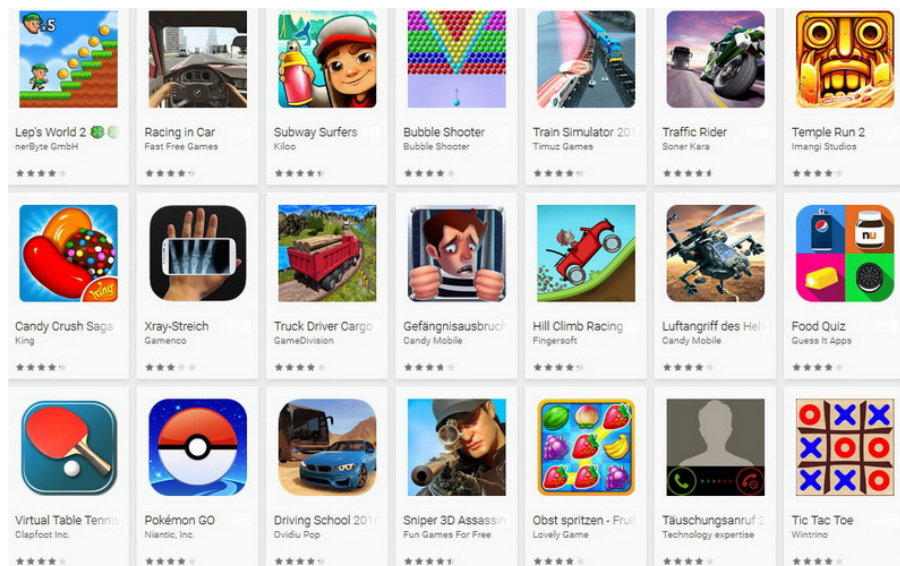


Рис. 1.8. Найпопулярніші мобільні ігри

В цілому, мобільні ігри є набагато більш портативним варіантом, ніж будь-яка інша платформа з іграми, які, як правило, набагато дешевші. Хоча вони також коротші і нижчої якості, ніж на ПК або консолі.

Переваги мобільних ігор:

- портативність;
- доступність;
- невисока ціна ігор;
- різноманітність типів ігор.

## 1.4.2 Комп'ютерні ігри

Багато геймерів твердо переконані, що ПК – це єдиний істинний спосіб грати в ігри. Звичайно, це не так, але ПК має досить вагомій підстави, щоб бути найкращою ігровою платформою в цілому.

У відмінності від текстових пригодницьких ігор 70-х років, комп'ютерні ігри тепер пропонують неперевершені ігрові можливості, коли мова йде про графіку та обчислювальну потужність.

Ігри на ПК пропонують дуже високий рівень налаштування, що є рушійною силою його популярності. Є можливість створити ПК, який би відповідав широкому колу бюджетів та потреб. ПК також можна модернізувати, тому є можливість завжди іти в ногу з найновішими технологіями або вдосконалювати свій пристрій з часом.

Геймери можуть підняти свій ігровий досвід на будь-який бажаний рівень. Можна почати роботу із стандартною установкою або заглибитися у світ будівництва комплектацій, налаштування та вдосконалення.

Крім чудових ігрових можливостей, також варто пам'ятати, що ПК можна також використовувати для великої кількості додатків, це не просто ігровий пристрій. Комп'ютер можна використовувати як для роботи, так і для різних інших завдань. Негативною стороною цього в порівнянні з консолями є те, що геймерам на ПК доведеться мати більше технічних знань і досвіду для створення платформи, яка перевершить консоль з подібним бюджетом.

Останньою перевагою для геймерів на ПК є те, що ігри, як правило, трохи дешевші. Однак деякі ігри є ексклюзивними для консолей, тому ви не зможете грати в них на ПК взагалі.

Переваги ігор на ПК:

- найвища доступна продуктивність;
- ігри дешевші за консольні;
- налаштовується та оновлюється;
- універсальні способи застосування.

### **1.4.3 Консольні ігри**

Консоль – це спеціалізований настільний комп'ютер, який використовується для відеоігор. Дві найпопулярніші консолі – це PlayStation від Sony та Xbox від Microsoft. Wii від Nintendo також є претендентами, які імітують фізичну участь у таких активностях, як боулінг та гра в теніс.

Ігрове програмне забезпечення доступне на компакт-дисках або DVD-дисках, хоча раніше ігрові автомати використовували картриджі, що містять чіпи пам'яті (тільки для читання). Для відображення відеоігрових консолей потрібен телевізор або монітор.

Відеоігрові консолі зазвичай працюють від операційних систем і процесорів, що відрізняються від настільних комп'ютерів. Консолі контролюються відповідними виробниками, а програмне забезпечення адаптоване до можливостей машини. Ігри не взаємозамінні з іншими ігровими приставками або настільними комп'ютерами, хоча розробники програмного забезпечення можуть розробляти ігри для кількох платформ [7].

Magnavox Odyssey була найпершою консоллю, яка дала можливість грати в ігри вдома з телевізора ще в 1972 році. З цієї дати консольні ігри стали бурхливо розвиватись як індустрія, випускаючи тисячі ігор щороку. Найбільша бібліотека відеоігор належить Sony PS2, що нараховує більше ніж 3800 назв. Це дуже велика кількість ігор, що доступні з однієї маленької коробки.

Основною перевагою консольних ігор є простота використання та зручний інтерфейс. Купуючи ігрову консоль, ви отримуєте пристрій, спеціально розроблений для ігор вдома. По суті, потрібно лише розпакувати її, підключити, здійснити кілька налаштувань і почати грати у ігри. Більш сучасні консолі навіть можуть функціонувати як повноцінні розважальні системи завдяки наявності програм для потокового передавання відео та музики.

Хоча консолі не настільки потужні, як ігрові ПК високого класу, придбати їх дешевше. На жаль, нові консольні ігри не мають таких знижок, як на ринках ПК.

Коли мова йде про самі ігри, це завжди ексклюзиви. Кожен виробник консолей резервує декілька ігор, які будуть доступні лише для відтворення на його консолі.

Наприклад, однією з найпопулярніших ігор останніх років став God of War, що є ексклюзивним для Playstation 4. Список ігор ексклюзивних для певної консолі є вирішальним чинником для багатьох геймерів, коли справа доходить до вибору нової ігрової системи.



## Переваги ігрової консолі

- Висока доступність
- Прості в експлуатації
- Відносно дешево почати грати
- Доступ до ексклюзивних консольних ігор

### 1.4.4 Портативні ігрові консолі

Портативні відеоігри – це мініатюрні версії ігрових приставок і менш складні. Це повністю портативні автономні пристрої з батареями та власними невеликими екранами.

Кишенькові ігрові пристрої були величезним хітом наприкінці 80-х та протягом 90-х та 2000-х років, але ринок для них в значній мірі перебував у застої, коли більшість аудиторії перейшли до домашніх консолей або настільних ігрових ПК. Однак, з успіхом Nintendo Switch (а також портативного 3DS до нього), що домінує в галузі портативних консолей, зростанням кількості мобільних ігор на смартфонах та розвитком сервісів потокової передачі хмарних ігор, ігри на портативних пристроях повернули свою популярність.

Портативні ігри існують десятиліттями: Nintendo 3DS, DS до нього, PlayStation Vita, PSP, Game Boy та Game & Watch. Але зараз відбувається своєрідне відродження. Значна частина цих девайсів стосується унікальних пристроїв, які були обіцяні протягом кількох років і, нарешті, будуть випущені після затримок виробництва, пов'язаних із COVID.

Прикладами є PlayStation Portable, Nintendo GameBoy та більш ранні консолі Sega GameGear та Atari Lynx.



Рис. 1.9. Портативна консоль Playstation portable

### 1.4.5 Порівняння пристроїв для VR-ігор

Ігри VR – це найновіша тенденція на ринку. І консолі, і ПК мають свої позиції на цьому ринку. Серед консолей лише PS4 насправді пропонує гарнітуру VR, тоді як ПК має кілька можливих гарнітур, якими можна користуватися, хоча HTC Vive та Oculus Rift є найпопулярнішими та найпотужнішими.

З технічної точки зору PS VR поступається пропозиціям ПК, як через свою застарілу технологію відстеження, так і сам PS4 менш потужний. Більше того, ігор для PS VR менше, що робить його менш привабливим продуктом загалом. Для VR також рекомендується використовувати більш потужний ПК [4].

Не можна визначити одну ігрову платформу, яка буде абсолютно кращою. Це дійсно залежить від очікувань та цілей кінцевого користувача.

Якщо потрібно мати доступ до ігор, знаходячись поза домом, мобільні ігри підходять найкраще.

Якщо на меті є грати в ігри на максимальних потужностях пристрою, краще підійде ігровий ПК.

Якщо потрібна спеціальна ігрова машина, що буде простою у використанні, матиме багато ігор і навіть ексклюзивні ігри, імовірно, варто обрати ігрову консоль.

## РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ ІГРОВИХ ПРОДУКТІВ

### 2.1. Визначення етапів розробки ігор

Для того, щоб отримати успішно реалізований проект, варто багато уваги приділити його розробці. Проте, під час розробки, весь час у розробників можуть з'являтися нові ідеї, що можуть в подальшому значно змінити всю попередньо визначену концепцію гри, що розробляється. Щоб запобігти цьому, варто визначити чіткі етапи розробки фінального продукту. Тому процес розробки гри зазвичай описується схемою, що має назву пайплайн. Пайплайн – це послідовність стадій (вони ж stages), усередині яких розташовані завдання (jobs). Розташовані вони у такий спосіб, що вихід кожного елемента є входом наступного, тобто новий функціонал по черзі опиняється у руках різних команд, за аналогією з фізичним конвеєром. Через пайплайн генеруються ідеї, вигадуються рішення та реалізуються нові функції. Пайплайн представляє робочі процеси, дії та автоматизацію, що необхідні для того, щоб якнайшвидше прийти від ідеї до виходу в продакшн [3].

Для контролю кожної стадії використовуються чотири основні метрики:

1. Час процесу – це час, необхідний для виконання однієї стадії (одного кроку).
2. Час виконання – це час, який потрібен з моменту, коли робота була виконана на попередньому етапі, до виконання на поточному. Тобто, час виконання дорівнює часу затримки з останнього кроку доданий до часу обробки поточного кроку.
3. Час процесу – це час, необхідний для виконання однієї стадії (одного кроку).

<b>Кафедра КІТ (47)</b>				<b>НАУ 21.05.75.000 ПЗ</b>			
Розробив	Кебкал А.С.			<b>2. Технології розробки ігрових продуктів</b>	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Колісник О.В.					35	29
Консультант					УС-201Мз 122		
Н-Контролер	Райчев І.Е.						

4. Час процесу – це час, необхідний для виконання однієї стадії (одного кроку).
5. Час виконання – це час, який потрібен з моменту, коли робота була виконана на попередньому етапі, до виконання на поточному. Тобто, час виконання дорівнює часу затримки з останнього кроку доданий до часу обробки поточного кроку.
6. Час процесу – це час, необхідний для виконання однієї стадії (одного кроку).
7. Час процесу – це час, необхідний для виконання однієї стадії (одного кроку).
8. Час виконання – це час, який потрібен з моменту, коли робота була виконана на попередньому етапі, до виконання на поточному. Тобто, час виконання дорівнює часу затримки з останнього кроку доданий до часу обробки поточного кроку.
9. Час затримки – це час, коли жодної роботи не відбувається. Цей параметр має бути якомога нижчим.
10. Відсоток виконаних робіт на кожному кроці без переробки, а переробки часто бувають на різних етапах і це збільшує час реалізації та призводить до затримок.



Рис. 2.1. Пайплайн створення ігрового продукту

### 2.1.1 Концепція

Створення гри завжди починається з ідеї, яка буде покладена в основу всього наступного сюжету. Деталі цієї ідеї можуть змінюватись від графічних технологій до глобального сетингу.

Процес створення гри еволюційний. За час існування проекту можуть кілька разів змінитись основні моменти гри (навіть жанр), а також дрібніші нюанси. Щоб гра була стійка у програмуванні потрібна міцна концепція. Створення концепції не

може бути поетапним процесом . Насамперед слід створити концепцію, а вже потім переходити до її реалізації.

Перш за все потрібно визначитися з основною ідеєю. Головна ідея ви значас простір для майбутньої роботи. Можна провести аналогію між концепцією проекту та таким математичним поняттям, як базис – набір векторів, які однозначно задають простір. Створення концепції гри – це складніший процес, оскільки він не настільки математично вивіреним.

Для створення успішної гри потрібно постійно знаходити і генерувати ідеї, що приваблюють користувачів. Натхнення можна зустріти і в реальному житті, але глобально є три напрями для пошуку ідей:

1. Аналіз популярних трендів на ринку.
2. Проведення арт-конкурсів серед спільноти геймерів.
3. Розробка унікальної концепції для привернення уваги.

Часто розробники ігор практикують проведення арт-конкурсів серед спільнот гравців. Гравці пропонують власні варіанти зброї чи персонажів, після чого самі голосують за найкращі, які потім потрапляють у гру. Утворюється win-win ситуація: розробники збирають нові ідеї (іноді надсилають навіть готові концепти), а гравці – призи, визнання, соціалізацію та додаткову залученість.

### **2.1.2 Прототип**

Цей крок розробки є дуже важливим, він відбувається безпосередньо перед початком фактичного виробництва і тут, щоб перевірити основну концепцію та ідею. Маючи хороший прототип, потрібно добре усвідомлювати всі складності на шляху до успішного проекту та бути готовим до їх усунення. Це перша віха, але також єдина, на котрій вирішується подальша доля проекту. Якщо результати тестів, проведених на етапі першого ігрового прототипу, є задовільними, стає зрозуміло, що можна почати повну розробку гри. Однак важливо зупинити розробку та повернутися на етап назад чи переосмислити ідею, якщо цей етап показав якісь недоліки чи проблеми.

### **2.1.3 Перший ігровий прототип**

FPP (first playable prototype) – це перша грабельна версія гри. Насправді це ще не альфа, тому що недостатньо повна, але не прототип, тому що чистіше і повніше. Перша ігрова версія має на меті показати справжню сутність гри, а не тільки концепцію. Перший ігровий прототип не пропонує повного досвіду гри: головне меню часто відсутнє, немає реального рейтингу гравців, немає реальної історії, але основні елементи присутні і в них можна грати [1].

Також одна з найбільш помітних відмінностей між першим ігровим прототипом та прототипом – це мистецтво. Хоча використання шаблонів і неякісних ресурсів у прототипі є нормальним, все має бути замінено на графічні об'єкти кращої якості, навіть якщо вони не остаточні.

Наприкінці цього етапу у розробників уже є продукт, що можна буде показати потенційним інвесторам, без необхідності попереджати їх про серйозні помилки та тимчасові недоліки. На цьому етапі контенту достатньо, щоб зрозуміти, про що буде сюжет.

Ця демонстрація гри використовується для попередньої перевірки дизайну, тестування ігрової механіки та для внутрішнього тестування. На цьому етапі може запроваджуватися тестування різними користувачами, що залишають відгук, на основі якого вирішується, чи продовжувати розробку гри.

### **2.1.4 Alpha версія гри**

Загалом, альфа-версія – один із найперших проявів програмного продукту. Альфа-версія програми відповідає альфа-фазі випуску. Зазвичай цьому етапі внутрішні тестувальники компанії використовують тестування методом «білого ящика» – перегляду вихідного коду та оцінки продуктів.

Alpha версія включає в себе весь контент гри, сюжет і є повністю грабельною. На цьому етапі можна починати роботу з постачальниками техніки для оптимізації і переносу на всі платформи. Також можна надати доступ до гри дня журналістів.

Отже, мета Alpha – створити зручний, ефективний та привабливий досвід. Наприкінці альфа-версії гра відповідатиме наступним критеріям виходу:

- цей реліз є майже повним;
- у цю гру може грати новий гравець у цільовій аудиторії з мінімальним керівництвом ззовні;
- ілюстрації та інтерфейсу достатньо, щоб гравці були мотивовані грати у основний сюжет;
- продуктивність гри мінімально життєздатна на основній цільовій платформі;
- гравець цільової аудиторії вказує на бажання продовжувати грати самостійно;
- реалізовано ключові звукові ефекти;
- основний ігровий цикл явно демонструє інтеграцію навчання у ігрову механіку.

### **2.1.5 Beta версія гри**

«Бета» – це стандартний термін, що означає етапний випуск у процесі виробництва, в якому функціональність гри включена та оптимізована (але можуть бути помилки), ігровий контент завершений (але може мати деякі помилки реалізації) і який вважається майже завершеним. Бета є загальною сумою того, чим буде гра, а зміни вмісту або функціональності після бета-тестування зазвичай вважаються такими, що виходять за рамки договору на публікацію (так званого «управління змінами»).

Інтернет-видавці часто публікують бета-версію програмного забезпечення як так звану «відкриту бета-версію». Відкриті бета-версії запрошують клієнтів пограти в гру та повідомляти про будь-які виявлені ними проблеми, брати участь у спільноті, що очікує гру, перед запуском. Відкриті бета-версії також часто є чудовим способом залучити гравців до маркетингової історії на ранньому етапі.

Ця версія потрібна для дороблення контенту гри та виправлень помилок у кодї. Також на цьому етапі перевіряється якість та правильність гри на різних платформах: покращуються налаштування, виправляються критичні помилки, відбувається інтенсивне тестування [10].

Отже, мета бета-версії – створити гарний, функціональний та повноцінний досвід. Ігри, що пройшли бета-тестування, відповідатимуть таким умовам.

- у цьому релїзї всі функції повні та допрацьованї;
- цїльовий час проходження гри повністю реалїзовано;
- усї письмовї матеріали професїйно озвученї;
- немає художнїх об'єктів-заповнювачів відсутнїх елементів;
- на титульному екранї є справжнїй заголовок та логотип;
- назву остаточно узгоджено;
- усї художнї матеріали відповідають головному стилю;
- бїльшїсть нових гравцїв може грати без зовнїшнього керївництва;
- багато гравцїв із цїльової аудиторїї грають бїльшу частину основного їгрового контенту за власним бажанням;
- усї звуковї ефекти та музика вбудованї та відповідають основнїй темї;
- усї взаємодїї мають звуковї ефекти;
- гра працює з цїльовою частотою кадрїв у бїльшостї тестових сценарїїв. збережено грабельнїсть у всїх протестованих сценарїях;
- усї функції та контент завершенї;
- їнтерфейс користувача завершено і відповідає головному стилю, за винятком заставки та тїтрїв.

### **2.1.6 Фїнальна збїрка**

Передостаннїй етап у виробництвї – це фїнальна збїрка. У ньому знаходяться всї особливостї гри. Все, що було вирїшено – має бути реалїзовано, щоб забезпечити повноцїнний досвід будь-якого гравця.



Фінальне складання важливо тестувати навіть більше, ніж попередні етапи розробки. Потрібно відстежувати всі основні проблеми, з якими стикаються ранні випробувачі, а також намагатися усунути більшість другорядних проблем.

Ця версія гри, створена до дати релізу містить виправлення всіх проблем, знайдених після Beta-релізу [12].

Цю збірку також називають “Gold master”, а це означає, що її можна розповсюджувати. Ігри цього рівня будуть готові до випуску та відповідатимуть усім наступним критеріям виходу:

- цей реліз повністю налагоджено та перевірено;
- усі інтерфейси завершено;
- усі озвучення відповідають сценарію;
- усі нові гравці можуть грати без зовнішнього керівництва;
- немає дефектів різних рівнів;
- вирівняно всі звукові ефекти та озвучення;
- є достатня різноманітність звукових ефектів та музики, щоб запобігти помітному/відволікаючому повторенню протягом цільового часу відтворення;
- гра працює з цільовою частотою кадрів у всіх протестованих сценаріях.

### **2.1.7 Post Launch період**

Цей період має ключове значення з точки зору підтримки – будь-яка серйозна проблема може призвести до зниження продажів чи погіршення відгуків користувачів. Також до цього періоду відноситься розробка і підтримка, тестування додаткового контенту, що виходить для гри.

Підтримка гри після запуску необхідна для забезпечення постійної взаємодії.

Отримання відгуків від користувачів підкаже, чи продовжувати розвивати свій напрям роботи, або повернутися і змінити його. Щоб отримати максимально корисні дані, потрібно отримувати від користувачів всю можливу інформацію, а

також постійно аналізувати зворотний зв'язок. Залучення користувачів залишати коментарі через соціальні мережі – чудовий спосіб отримати цінні та перевірені відгуки, необхідні для розвитку гри. Інший спосіб – підтримувати структуровані цикли зворотного зв'язку, наприклад, починати листування з користувачами електронною поштою і проводити опитування.

Аналітика – один із найефективніших і найцінніших способів отримання інформації про перших користувачів, що не потребує багато ресурсів для виконання. Найчастіше для цього достатньо вставити код відстеження. Статистика дозволить глибше вивчити користувачів та їхню поведінку, та надати масу даних, які зазвичай не можна отримати безпосередньо через відгуки користувачів (наприклад, геолокація, реферальні веб-сайти, час відвідування, перегляди сторінок, дії). На додаток до довгого списку аналізованих показників є можливість додатково вимірювати ефективність свого програмного продукту на різних платформах та багато інших показників.

Тестування користувачів дає достовірні та надзвичайно чесні оцінки. На відміну від друзів і родичів, які схильні прикрашати свої коментарі, на цьому етапі збираються відгуки анонімних незнайомців, які легко повідомлять, що саме вони роблять і чого не люблять у грі. Тестування користувача виявляє приховані недоліки юзабіліті і дозволяє точно дізнатися, чого хоче аудиторія, щоб мати можливість вносити розрахункові зміни і покращувати ігровий досвід.

Наявність спеціальної групи системних адміністраторів, яка відстежує, обслуговує та пропонує підтримку, забезпечить високий рівень довіри до ігрового продукту та надасть користувачам працюючу програму, що не має критичних помилок та проблем з продуктивністю [11].

Post Launch обслуговування та підтримка схожі на страхування подорожей для програмного продукту – єдина різниця в тому, що є два з 10 шансів отримати травму у відпустці та приблизно 10 із 10 шансів зіткнутися з технічними проблемами гри – це природа ІТ -індустрії.

Це також ідеальний час, щоб почати пропонувати інвесторам свій ігровий продукт. Тепер, коли є працююча програма з відгуками користувачів і планом дій

щодо подальшого розвитку, є можливість почати продавати потенціал своєї програми як бізнес, а не просто ідею.

## **2.2 Ігрові движки та їх порівняльна характеристика**

Ігрові движки – це інструменти, які використовуються дизайнерами ігор для швидкого та легкого програмування та планування гри, не створюючи її з нуля. Незалежно від того, чи це 2D-ігри чи 3D-ігри, вони пропонують інструменти, які допоможуть у створенні та розміщенні елементів.

Таким чином, ці движки – це в основному архітектура, на яку розробники ігор покладаються для запуску відеоігри. Типовий ігровий движок дозволяє розробникам включати в гру такі елементи: введення, рендеринг, сценарії, виявлення зіткнень, штучний інтелект тощо. Іншими словами, ігрові движки — це багаторазові частини, які розробники можуть використовувати для створення основи гри. Це дає їм більше часу, щоб зосередитися на унікальних аспектах, таких як моделі персонажів, текстури, об'єкти, що взаємодіють один з одним тощо. Без цих механізмів розробки ігор довелося б створювати ігри з нуля, і, отже, це займало б більше часу та було б складніше зробити. Таким чином, ці ігрові движки насправді спрощують дизайн ігор. Тому розробники та менеджери ігор повинні прийняти правильне рішення, коли справа доходить до вибору правильної платформи ігрового движка для своїх потреб, незважаючи на велику різноманітність рішень, доступних сьогодні [9].

Варто проаналізувати, що обране рішення справді дозволяє вирішувати кілька проблем одночасно. В середньому ігровий двигун повинен бути в змозі спростити такі важливі завдання, як:

- фізика – занурення / фізика у грі мають бути ідеальним балансом між якістю моделювання та обмеженнями обчислювальної потужності для кінцевого користувача;
- введення – це надзвичайно поширена проблема при кросплатформеній розробці;

- обробка візуальних ресурсів – освітлення, тіні, накладання текстур та глибина чіткості вимагають менше зусиль при програмуванні при використанні ігрових двигунів.

Тож обраний ігровий двигун повинен дати можливість виконувати вищезазначені завдання з меншими зусиллями написання коду. Це допомагає значно скоротити час розробки і дозволяє командам зосередитися на розробці своїх ігор, щоб забезпечити унікальний і особливий інтерфейс користувача.

### **2.2.1. Unreal Engine**

Одним з найпопулярніших і широко використовуваних ігрових двигунів є Unreal Engine, що належить Epic Games. По суті, це мультиплатформний двигун для розробки ігор, призначений для підприємств будь-якого розміру, який допомагає використовувати технології реального часу для перетворення ідей у привабливий візуальний контент.

Створений розробниками ігор для розробників ігор цей висококласний ігровий движок більше не призначений тільки для студій з мільйонним доходом. Геймдизайнери будь-якого рівня підготовки тепер мають змогу втілити свої ідеї у власну епічну гру.

Початкова версія була випущена ще в 1998 році, і через 19 років вона продовжує використовуватися для деяких з найбільших ігор. Головна перевага Unreal Engine полягає в тому, що він може бути досить модифікований, щоб у іграх можна було створити унікальний ігровий досвід. Однак для цього потрібні кваліфіковані розробники з великим досвідом.

Написаний мовою C++, рушій дозволяє створювати ігри для більшості операційних систем і платформ: Microsoft Windows, Linux, Mac OS і Mac OS X, консолей Xbox, Xbox 360, PlayStation 2, PlayStation Portable, PlayStation 3, Wii, Dreamcast і Nintendo GameCube. У грудні 2009 Марк Рейн продемонстрував роботу рушія Unreal Engine 3 на iPod Touch і iPhone 3GS. У березні 2010 робота рушія була

продемонстрована на комунікаторі Palm Pre, що базується на мобільній платформі webOS [10].

Для спрощення портування движок використовує модульну систему залежних компонентів: підтримує різні системи рендерингу (Direct3D, OpenGL, Pixomatic; раніше підтримувалися Glide API, S3 Metal, PowerVR SGL), відтворення звуку (EAX, OpenAL, DirectSound3D; раніше підтримувалися A3D), засоби голосового відтворення тексту, розпізнавання мовлення (тільки для Xbox360, PlayStation 3, Nintendo Wii і Microsoft Windows, також планувалося для Linux і Mac)[9], модулі для роботи з мережею й підтримка різних пристроїв вводу.

Для гри у мережі підтримуються технології Windows Live, Xbox Live, і GameSpy, що дає можливість підключити до 64 гравців (клієнтів) одночасно. Попри те, що офіційно засоби розробки не містять у собі підтримки великої кількості клієнтів на одному сервері, рушій використовувався для створення MMORPG-ігор. Один з найвідоміших представників жанру, Lineage II, використовує рушій Unreal Engine.

Крім того, Epic Games придбала Quixel, що має величезну бібліотеку «фотограмметричної» тобто реалістичної графіки, яку можна використовувати для створення анімації та відеоігор. Користувачі Unreal Engine можуть безкоштовно використовувати інструменти, що входять до комплекту Quixel (Bridge, Mixer) та всі ресурси бібліотеки Quixel Megascans.



Рис. 2.2. Набір зразків бібліотеки Quixel

Unreal Engine – один з найпопулярніших ігрових двигунів. Хоча розробникам подобається UE4, ранній випуск Unreal Engine 5 (UE5) включає деякі довгоочікувані покращення (плюс деякі приголомшливі нові функції). Unreal Engine 5 – це майбутня версія Unreal Engine. Ранній доступ до Unreal Engine 5 був оголошений у травні 2021 року, а повний випуск UE5 очікується пізніше у 2021 – на початку 2022 року.

Велика перевага Unreal Engine – в універсальності та доступності: його можуть використовувати як досвідчені розробники, так і новачки, які вперше беруться до створення гри. Вся справа в тому, що UE4 за умовчанням підтримує відразу дві мови програмування: текстовий C++, в якому потрібно писати рядки коду, і візуальна мова Blueprints, в якій ігрова логіка вибудовується за допомогою блоків, пов'язаних між собою. Такий підхід допомагає зробити програмування наочнішим і зрозумілішим для тих, у кого немає досвіду.

Blueprints – це візуальна, нодова система програмування, яка використовується в Unreal Engine . За допомогою складання логічних блоків нодів, можна "зібрати" як з конструктора програму будь-якої складності, починаючи від простого клікера, закінчуючи повноцінною RPG-грою. Оскільки в блупринтах не використовується програмний код, то написати програму може кожен, хто розуміє основні принципи ООП.

За допомогою Блупринтів розробники можуть створювати такі речі, як:

- ігрові режими – встановлювати правила гри, змінювати поведінку гри в загальному плані;
- гравці – призначати гравців, надавати їм особливих рис і вигляду;
- камери – створення видів перегляду та змінення властивостей камер у реальному часі;
- управління – призначати кнопки для керування персонажем, автомобілем або зовнішнім рівнем;
- речі – зброя, предмети, що підбираються та інше;
- оточення – створення випадково генерованого оточення.

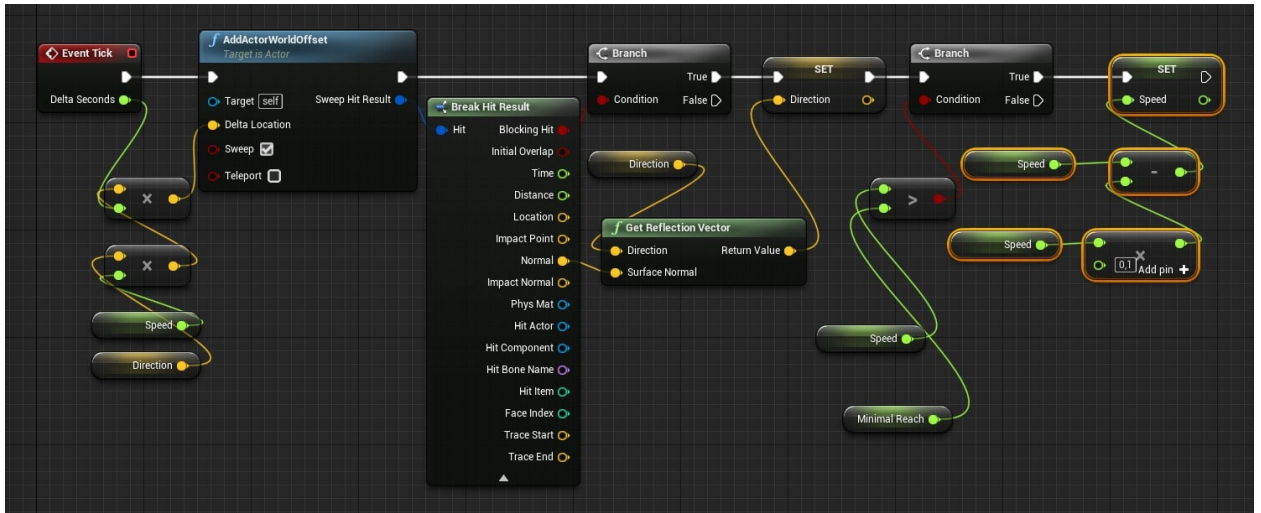


Рис. 2.3. Приклад використання системи Blueprints

Unreal Engine є одним з основних продуктів розробки ігор та віртуального виробництва. З UE5 розробники одержують можливість будувати масштабні проекти. Творці з різних галузей зможуть співпрацювати в режимі реального часу, щоб надавати кінцевим користувачам визначні візуальні ефекти та можливості.

Unreal Engine 5 стає більш деталізованим. Nanite – це віртуалізована геометрична система, яка заощаджує час при проектуванні великої кількості деталей. Це усуває виснажливі завдання із завантаження рівнів деталізації (LOD) і дозволяє імпортувати графіку кінематографічної якості.

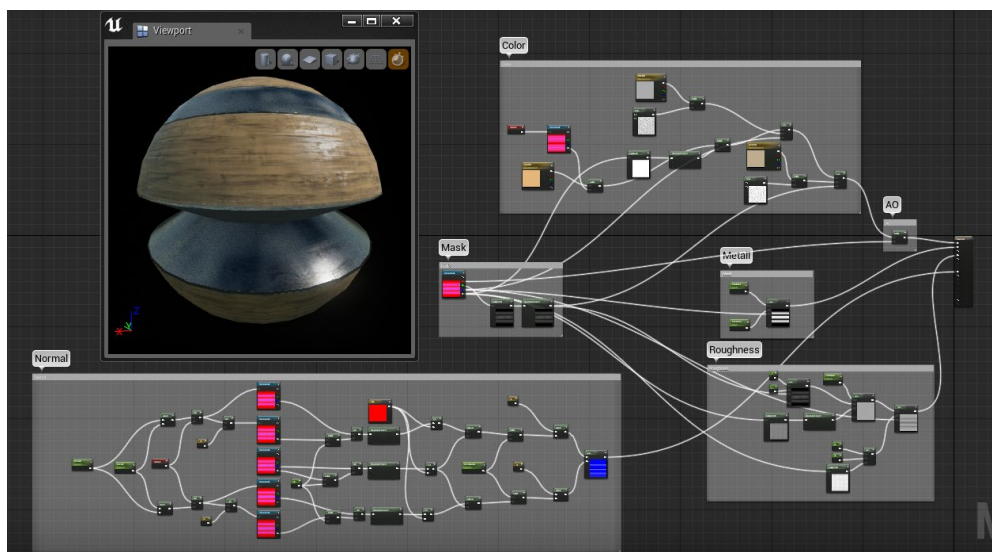


Рис. 2.4. Розробка властивостей матеріалу

Створення реалістичної сцени часто зводиться до освітлення. Lumen дозволяє швидко вносити зміни, регулюючи освітлення відповідно до часу дня, нового джерела світла (наприклад, ліхтарика), раптового попадання променя в кадр і т. д. Він регулює освітлення від відкритих динамічних сцен до найдрібніших деталей [13].

UE4 вже відомий тим, що дозволяє створювати відкриті світи. Але Unreal Engine 5 виводить його на новий рівень. Це прискорює створення та спрощує роботу. Система World Partition використовує сітку для відображення підрівнів всього всесвіту. Можна керувати складними рівнями, які завантажуються та вивантажуються у міру проходження гравцем ландшафту. Окрім того, система One File Per Actor допомагає командам працювати паралельно.

Unreal Engine 5 розширює свій набір інструментів анімації такими інструментами як Control Ride. Тепер можна створювати та ділитися налаштуваннями між персонажами. Щоб створити більш природні рухи, можна зберігати та застосовувати пози за допомогою розширення Full-Body IK.

MetaSounds дає повний контроль та підвищену гнучкість в керуванні звуком. Він забезпечує покращення робочого процесу, щоб допомогти вам керувати всіма аспектами звуку.

Сильні сторони Unreal Engine 5: масштабованість, безліч функцій, широкі можливості для налаштування, 2D та 3D.

### **2.2.2. Unity3D**

Unity – більше, ніж движок, це середовище розробки комп'ютерних ігор, у якій об'єднані різні програмні засоби, використовувані під час створення ПЗ – текстовий редактор, компілятор, відладчик тощо. При цьому, завдяки зручності використання, Unity робить створення ігор максимально простим і комфортним, а мультиплатформеність движка дозволяє розробникам охопити якнайбільшу кількість ігрових платформ та операційних систем [15].



Насамперед, движок Unity3D дає можливість розробляти ігри, не вимагаючи для цього якихось спеціальних знань. Тут використовується компонентно-орієнтований підхід, у якого розробник створює об'єкти (наприклад, головного героя) і до них додає різні компоненти (наприклад, візуальне відображення персонажа та способи управління ним). Завдяки зручному Drag & Drop інтерфейсу і функціональному графічному редактору движок дозволяє малювати карти і розставляти об'єкти в реальному часі і відразу ж тестувати результат [16].

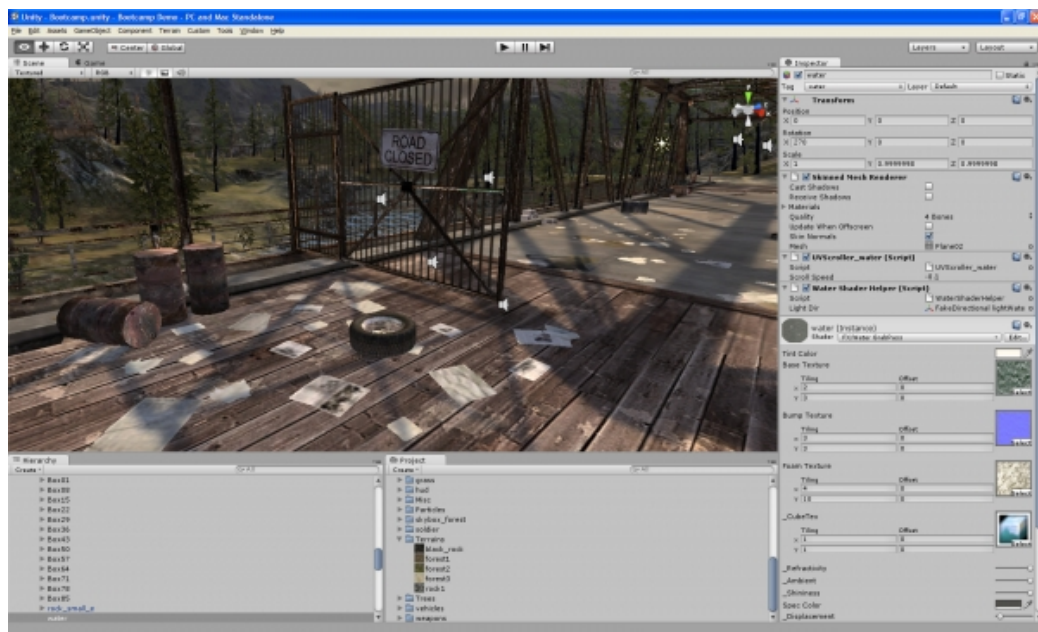


Рис. 2.5. Інтерфейс середовища розробки Unity3D

Цей движок також відомий як середовище розробки інді та мобільних ігор. Деякі статистичні дані: станом на вересень 2019 року 52% з 1000 найкращих мобільних ігор були створені на базі Unity, а також 60% всього контенту AR/VR, за даними компанії. Гравці в ігри, створені у Unity знаходяться в 195 країнах – це буквально кожна країна на планеті. Платформа для розробки в режимі реального часу дозволяє створювати 2D, 3D, VR і AR-контент і досягла 3 мільярдів пристроїв за останні 12 місяців.

Основна причина популярності Unity, особливо для невеликих проектів: це безкоштовно. Персональна ліцензія движка дозволяє розробникам створювати

комерційні ігри безкоштовно, за умови, що вони не заробили або не отримали більше 100 000 доларів США доходу або фінансування за останні 12 місяців.

Unity дозволяє легко створювати інтерактивний 3D-контент. Цей ігровий движок сьогодні вибирають багато великих організацій через його відмінну функціональність, високоякісний контент і можливість використання для будь-якого типу гри. Він підтримує як 2D-, так і 3D-контент.

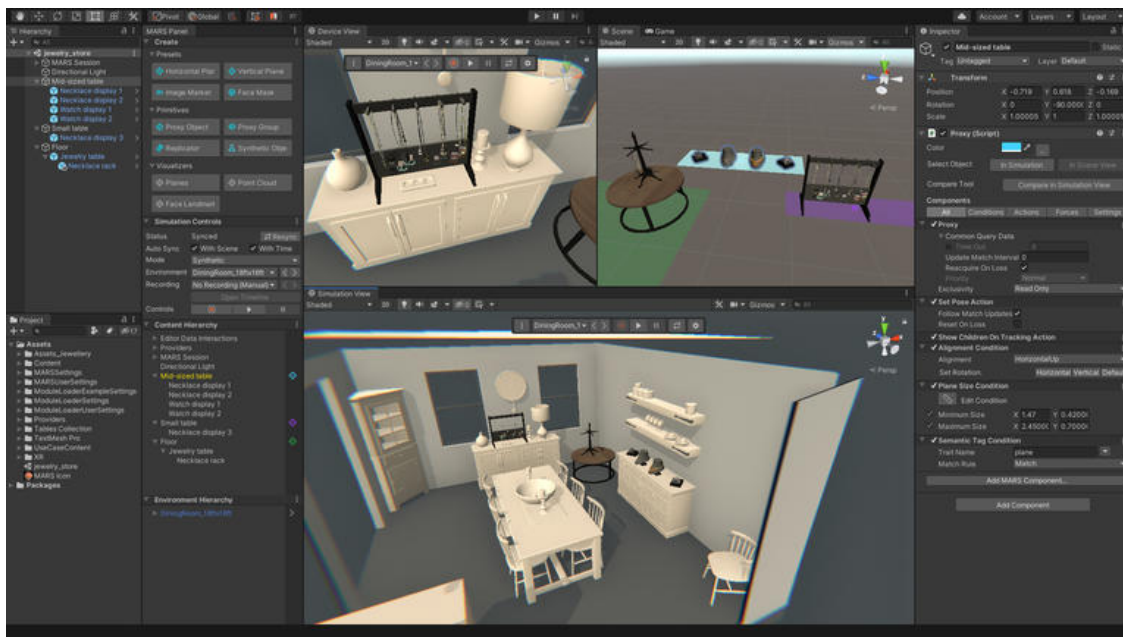


Рис. 2.6. Створення гри з використанням VR технології

Завдяки універсальному редактору Unity сумісний із Windows, Mac, Linux, IOS, Android, Switch, Xbox, PS4, Tizen та іншими платформами. Дружній інтерфейс спрощує розробку та знижує потребу у навчанні. Unity Asset Store зберігає велику колекцію інструментів та контенту, які створюються щодня [14].

Сьогодні Unity є одним з найпопулярніших ігрових движків у всьому світі. Як повідомляється на офіційному сайті Unity, понад 50% мобільних ігор розроблено на движку Unity 3D. Також, 34% найкращих ігор AAA, створених за допомогою Unity. Крім того, на движку Unity 3D встановлено близько 28 мільярдів ігор, що втричі більше, ніж населення світу. А це говорить про неймовірний попит серед користувачів.

Переваги Unity:

- іде: поєднання редактора сцен (у комплексі загального редактора) із редактором ігрових об'єктів та редакторів скриптів. Додатково додаються генератори дерев та террейнів;
- покращені можливості скриптингу, а саме в unity доступні три мови: javascript, c# і різновид python's boo;
- кросплатформенність – як згадувалося вище, підтримуються windows, macos, wii, iphone, ipod, ipad, android, ps3 і xbox 360, не всі з яких доступні в безкоштовній ліцензії;
- сучасний рівень графіки, здатний конкурувати з іншими двигунами. unity, безумовно, програє unrealengine за кількістю реалізованих можливостей. Однак unity має такі можливості, як deferred освітлення, стандартний набір постпроцесингових ефектів, ssao, прискорене опрацювання лайтмапів;
- гідним чином опрацьований фізичний двигун;
- масштабованість та продуктивність. Більшість простих процесів двигун обробляє на чудовому рівні;
- запуск будь-якої програми на unity у веб-плагіні;
- невисока ціна за повну ліцензійну версію для великого веб-розробника.

Недоліки unity:

- закритість коду, неможливість отримання вихідних кодів двигуна навіть за ліцензією;
- неможливість доповнення фізики двигуна сторонніми можливостями, наприклад сторонню фізику, або speedtree.

### **2.2.3. Open 3D Engine**

Open 3D Engine (O3DE) – це відкритий за ліцензією Apache 2.0 кросплатформовий ігровий 3D-двигунок, заснований AWS на базі Lumberyard Game Engine, який сам свого часу був заснований на базі Cry Engine 3. Це його

наслідувач, наступний рівень розвитку технології для подальшого розвитку та новацій. Код написано на C++ та опубліковано під ліцензіями Apache 2.0 та MIT. Є підтримка платформ Linux, Windows 10, MacOS, iOS та Android.

Двигун включає інтегроване середовище для розробки ігор, багатопоточну систему фотореалістичного рендерингу Atom Renderer з підтримкою Vulkan, Metal і DirectX 12, редактор 3D-моделей, що розширюється, систему анімування персонажів (Emotion FX), систему розробки об'єктів (prefab), налаштування у режимі реального часу та математичні бібліотеки, які використовують інструкції SIMD. Для визначення ігрової логіки може використовуватися середовище візуального програмування (Script Canvas), а також мови Lua та Python.

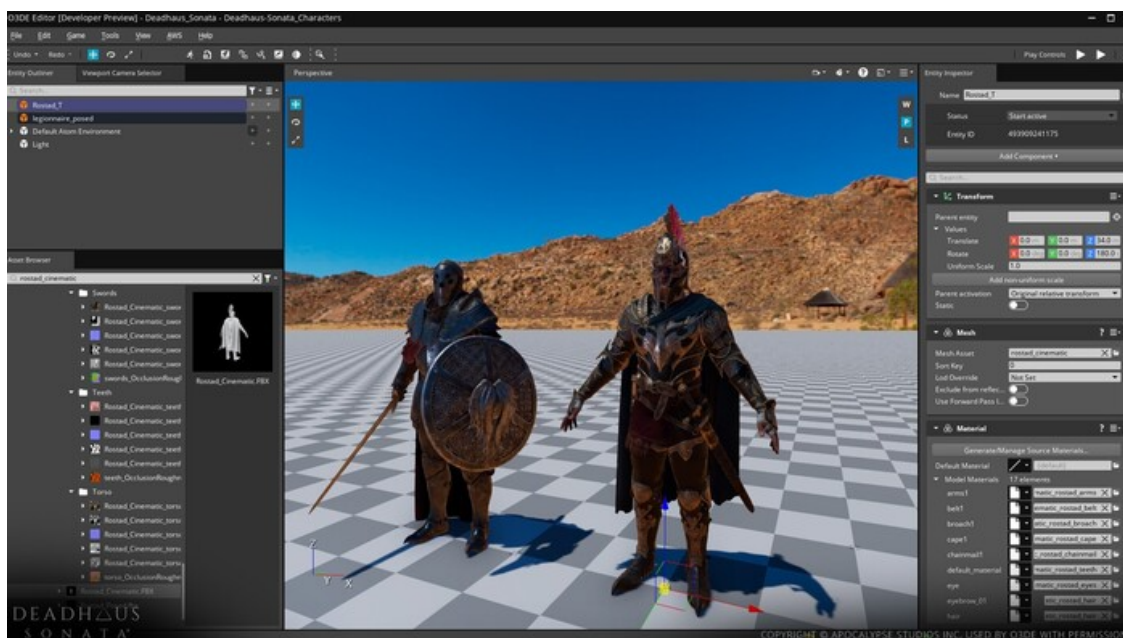


Рис. 2.7. Інтерфейс середовища розробки O3DE

Для симуляції фізичних процесів підтримуються NVIDIA PhysX, NVIDIA Cloth, NVIDIA Blast та AMD TressFX. Є вбудована мережева підсистема з підтримкою стиснення та шифрування трафіку, симуляції мережевих проблем, засобами для реплікації даних та синхронізації потоків. Підтримується універсальний mesh-формат для ігрових ресурсів, автоматизація генерації ресурсів мовою Python та завантаження ресурсів в асинхронному режимі [9].

Проект спочатку розрахований на можливість адаптації під індивідуальні потреби та має модульну архітектуру. Усього пропонується понад 30 модулів, що постачаються у вигляді окремих бібліотек, придатних для заміни, інтеграції в сторонні проекти та використання окремо. Наприклад, завдяки модульності розробники можуть замінити рендер графіки, звукову систему, підтримку мов, мережевий стек, фізичний двигун та будь-які інші компоненти.

3DE був розроблений з урахуванням ультрасучасної графіки в реальному часі та складних взаємодій. Він дозволяє створювати будь-які віртуальні світи за допомогою багатопоточного фотореалістичного модуля рендерингу, редактора 3D-контенту, що розширюється, системи анімації персонажів на основі даних, фізичного движка в реальному часі і доступу до бази знань спільноти розробників, що бере участь у розвитку відкритого вихідного коду [11].

Модульна архітектура O3DE призначена для налаштування особливо конкретного проекту. Кожен з інтегрованих компонентів O3DE (що називаються "Gems") може бути адаптований окремо, що дає доступ до певних функцій, необхідних для гри або програми. Є можливість додавати нові інструменти редагування, функції та робочі процеси розробки у свої проекти або вибирати з безлічі підтримуваних спільнотою Gems, щоб розширити та покращити можливості движка.

Система Gems від O3DE забезпечує інтеграцію та підтримку хмарних сервісів для додавання додаткових функцій до ігор та симуляторів. Можна вибирати з існуючих внутрішніх хмарних модулів або створюйте свої власні Gems з можливостями, що налаштовуються, щоб додати відповідні хмарні сервіси в свої проекти.

Сильні сторони: багатофункціональна платформа, широкі можливості.

#### **2.2.4. CryEngine**

CryEngine – ігровий движок, створений німецькою приватною компанією Crytek в 2002 році і використовується в шутері від першої особи Far Cry. CryEngine



– комерційний движок, який пропонується для ліцензування іншим компаніям. З 30 березня 2006 року всі права на движок належать компанії Ubisoft.

CryEngine 3 спочатку є кросплатформовим движком – він спочатку орієнтований на IBM PC-сумісні комп'ютери та ігрові консолі Microsoft Xbox 360 і Sony PlayStation 3, а також на їх наступні версії. Крім того, движок орієнтований на розробку масових розрахованих на багато користувачів онлайн-ігор (англ. Massively Multiplayer Online Game – MMOG). Рух CryEngine 3 є повністю комерційним, і основним акцентом при його розробці є його ліцензування іншими компаніями.



Рис. 2.8. Система створення реалістичних відображень у воді

Движок відрізняється прогресивними можливостями з розробки відеоігор та підтримкою передових технологій, включаючи DirectX 12, Vulkan API, VR, написання скриптів на C#, попіксельне освітлення в реальному часі, карти відбитків, деталізовані текстури, туман, поверхні з відблисками та багато іншого.

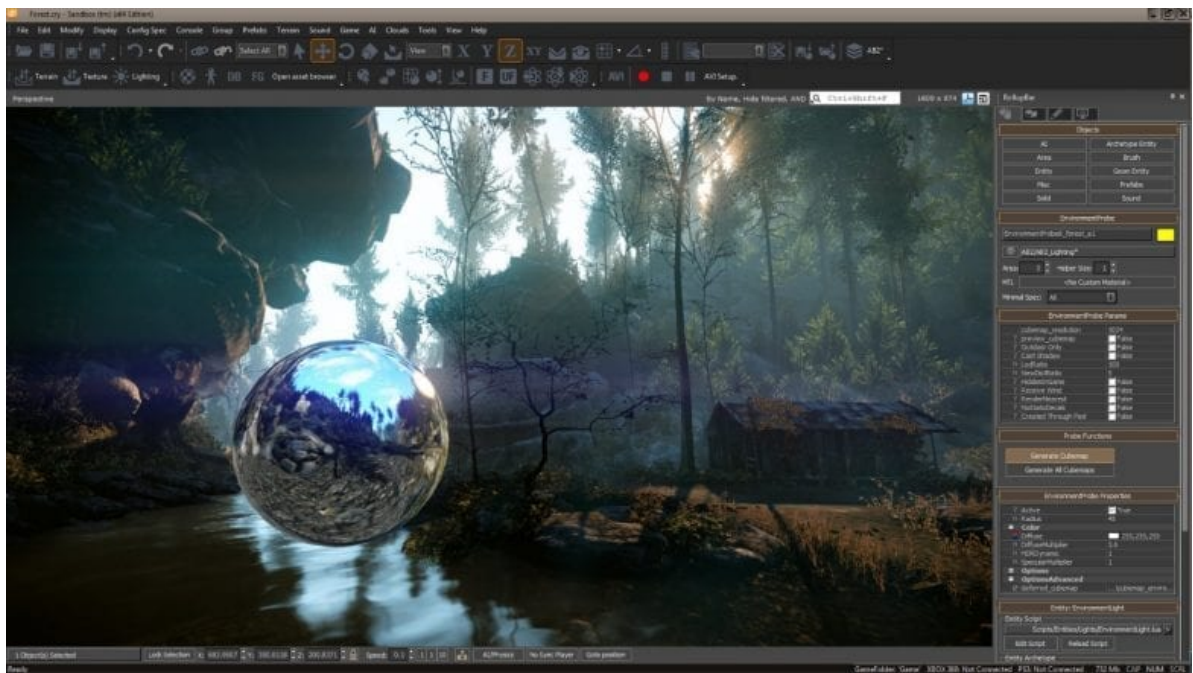


Рис. 2.9. Створення фотореалістичної графіки

CryEngine дозволяє створювати ігри з майже фотореалістичною графікою. При належному вмінні проекти, розроблені за його допомогою, перевершують за якістю картинки будь-які ігри на Unreal Engine 4 або Unity. До того ж, движок містить функціональний realtime renderer, що дозволяє швидко випробувати щойно створений рівень чи сцену.

Crytek розробила власну технологію трасування променів на движку, яка працює на відеокартах AMD та Nvidia і не потребує потужності графічних чіпів RTX. Нарешті, обов'язково варто згадати GameSDK – інструмент, на основі якого можна швидко створювати власні ігри, використовуючи, зокрема, асети з офіційного сайту Crytek.

При всій своїй потужності, CryEngine досить складний в освоєнні, так що необхідно мати великі знання в галузі розробки, щоб створювати з його допомогою ігри.

CryENGINE – це безкоштовна платформа, на якій розробник отримує повний вихідний код движка та всі функції движка без необхідності сплачувати будь-які ліцензійні збори. Це також чудовий варіант для покупки ігрових активів, які можна знайти на Cryengine Marketplace, що скорочує час виходу на ринок.

CryEngine також надає безліч безкоштовних навчальних ресурсів, хоча їхня ефективність спірна. Ігровий гігант Ubisoft підтримує власну модифіковану версію CryEngine з оригінальної Far Cry під назвою Dunia Engine, яка активно використовується в їх пізніших ітераціях популярної серії Far Cry.

Сильні сторони: надійний інтерфейс, чудові візуальні можливості, вражаюча підтримка віртуальної реальності.

### 2.2.5. Godot

Godot Engine – відкритий кросплатформовий 2D і 3D ігровий двигун під ліцензією MIT, який розробляється спільнотою Godot Engine Community. До громадського релізу як відкритого ПО двигун використовувався всередині деяких компаній Латинської Америки. Середовище розробника працює на Linux, OS X, Windows, BSD та Haiku і може експортувати ігрові проекти на ПК, консолі, мобільні та веб-платформи [10].

Архітектура движка заснована на дереві успадкованих "сцен". Кожен елемент сцени, будь-якої миті сам може стати повноцінною сценою. Тому при розробці можна легко змінювати всю архітектуру проекту, розширювати її елементи в будь-який бік і працювати з комплексними сценами на рівні простих абстракцій.



Рис. 2.10. Інтерфейс середовища розробки Godot



Всі ігрові ресурси, від скриптів до графічних асетів та ігрових сцен, зберігаються в папці проекту як звичайні файли, і не є складною базою даних проекту. Ресурси, які не є комплексними даними, зберігаються у простих текстових форматах (наприклад, скрипти та сцени, на відміну від моделей та текстур). Ці рішення дозволяють значно спростити різним командам розробників роботу із системами управління версіями.

Графічна система для всіх платформ побудована на OpenGL ES 3.0. Рендеринг включає технології order-independent transparency, normal mapping, specularity. Також там використовуються такі повноекранні постефекти як FXAA, bloom, DOF, HDR, гамма-коригування, distance fog, динамічні тіні на основі shadow maps та інші.



Рис. 2.11. Система створення туману

Також варто відзначити, що для 2D в Godot використовується окрема графічна підсистема, яка незалежна від 3D, коли у всіх популярних 3D двигунах все 2D засноване на 3D, що досить сильно псує оптимізацію.

## 2.2.6. Власний ігровий движок

Сьогодні багато компаній вибирають для розробки ігор такі движки, як Unreal або Unity, тому що для розробки власного движка AAA-рівня потрібно безліч ресурсів. Зазвичай такі компанії вкладаються у власні движки, щоб мати повний контроль над технологіями, а також уникнути витрат на відрахування, необхідні движками, що ліцензуються.

Існує кілька причин, через які студія з розробки ігор може «будувати» замість «купувати» свої технології:

- застарілі технології; студія, можливо, почала створювати свій власний набір інструментів до того, як з'явилось життєздатне проміжне програмне забезпечення;
- особливі вимоги; студія може мати певний набір вимог, який не дуже підходить для існуючого проміжного програмного забезпечення;
- бюджетні проблеми; студія може бути неспроможна сплатити витрати або договірні зобов'язання для існуючого проміжного програмного забезпечення;
- технічне керівництво студій може бути обережним (розумно чи невинувато) щодо технології, яку вони не створювали і тому не до кінця розуміють.

Загалом, має сенс володіти та контролювати речами, які мають вирішальне значення для успіху проекту, та віддавати на аутсорсинг ті, які не є такими.

Для деяких студій дизайн або розповідь історій їх ігор може бути критично важливим ресурсом, який вони хочуть використовувати для успіху. Для цих студій варто просто купити технологію, яка дозволить їх дизайнерам реалізувати відповідне бачення.

Для інших технологія може бути основою успіху. Наприклад, студії, які створюють MMO, зазвичай повинні самі створювати цю інфраструктуру, тому що це має вирішальне значення для їх успіху (а існуюче проміжне програмне забезпечення, як правило, не підходить, принаймні для більших AAA-типів ігор).

## 2.3 Аналіз операційних систем для ігор

Windows — найкраща ігрова операційна система не тільки тому, що має найширший вибір ігор, але й тому, що більшість ігор в основному працює краще, ніж у Linux і macOS.

Різноманітність – одна з найсильніших сторін комп'ютерних ігор. Крім численних типів різних апаратних компонентів, користувачі також мають можливість вибирати, яка операційна система їм найкраще підходить.

Сьогодні існує три основні варіанти: Windows, Linux та macOS. Тим не менш, всі вони орієнтовані на різні аудиторії та мають свої власні переваги та недоліки.

Microsoft Windows, без сумніву, є найпоширенішою та найпопулярнішою операційною системою. Коли Microsoft вперше випустила Windows 3. У 1990 році він вважався революційним, оскільки спростив інтерфейс користувача і наблизив комп'ютери до широкої публіки.

За минулі роки в Windows було багато наступних втілень: Windows 95, Windows 98, Windows NT Windows 2000 та інші незначні зміни. Тільки в епоху універсально улюбленої Windows XP ігрова сцена для ПК процвітала. За XP пішла суперечлива і схильна до помилок Windows Vista, яка була швидко замінена набагато більше удосконаленою Windows 7. Після цього вийшли Windows 8 і Windows 8.1, інший спірний випуск, який піддався критиці за примусове використання орієнтованого на планшет інтерфейсу користувача на настільних ПК.

Сьогодні найпросунутіша і найнадійніша версія Windows: Windows 10. Ця версія Windows також знаменує собою великі зміни у підході Microsoft до їхньої флагманської ОС — замість того, щоб випускати нову версію Windows кожні кілька років. Протягом багатьох років компанія вирішила створити та покращити Windows 10 за допомогою численних безкоштовних оновлень.

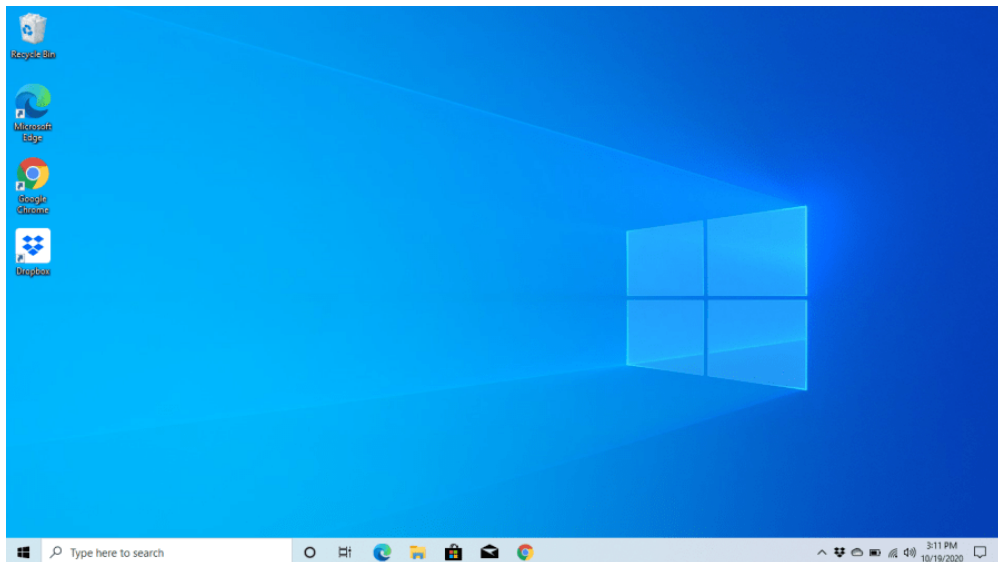


Рис. 2.12. Інтерфейс Windows 10

Linux незвичайний тим, що він позначає не одну операційну систему, а широкий спектр різних операційних систем, всі з яких ґрунтуються на ядрі Linux з відкритим вихідним кодом. Він був створений у 1991 році Лінусом Торвальдсом з метою запропонувати людям безкоштовну та гнучку ОС [8].

Можливо, найвідомішою ОС на базі ядра Linux є AndroidOS від Google, хоча вона використовується лише на смартфонах та планшетах, а не на ПК. На ПК найбільш популярними є Ubuntu, CentOS, Debian, OpenSUSE, Arch Linux, Fedora, SteveOS від Valve та багато інших, які повністю безкоштовні та створені різними розробниками.

Однак Linux більше орієнтований на професійних користувачів та ентузіастів завдяки своїм потужним функціям, гнучкості та нижчим вимогам до обладнання в порівнянні з Windows. Тим не менш, інтерфейс рідко можна назвати «дружнім до користувача», а сумісне з Linux програмне забезпечення існує у обмеженій кількості.

Хоча його коріння сягає 1984 року, MacOS, яким ми його знаємо сьогодні, був випущений лише 2001 року. Він поступається лише Windows у плані популярності, і вона відрізняється в основному тим, що її можна знайти тільки на власних комп'ютерах Apple iMac і MacBook.

Apple любить тримати свою технологію під замком, що дає цій ОС низку переваг та недоліків. Насамперед, macOS оптимізовано для роботи з обладнанням Apple, що робить його надзвичайно ефективним. Крім того, вона спроектована так, щоб бути максимально наближеною до досконалості, що призводить до створення високонадійної, зручної для користувача операційної системи, яка улюблена багатьма користувачами, як звичайними, так і професійними.

Очевидний недолік MacOS пов'язаний з його основною перевагою – апаратним забезпеченням. З погляду потужності, більшості комп'ютерів Apple вкрай її не вистачає, зважаючи на програмне забезпечення для забезпечення високої продуктивності. Це змушує більшість користувачів скептично ставитися до високих цін Apple.

Що стосується продуктивності в грі, то Windows і Linux, як правило, знаходяться на відносно однаковому місці, з невеликим збільшенням частоти кадрів для однієї чи іншої залежно від гри. Більше того, хоча кожна версія Windows підтримує однакову частоту зміни кадрів, різні дистрибутиви Linux можуть мати зовсім різну продуктивність [7].

У цьому плані складно знайти найефективніший дистрибутив Linux, але SteamOS і Ubuntu, є передовими сьогодні. Тим не менш, Windows набагато стабільніша і надійніша, та забезпечує чудову продуктивність.

MacOS, безумовно, є найменш вигідною платформою для запуску гри. Це не так через саму операційну систему, як через апаратні обмеження. Apple розробляє свої комп'ютери як компактні і незмінювані, залишаючи мало місця для масивних графічних процесорів і модифікацій користувача. Зрештою, єдиний спосіб досягти хорошої продуктивності на Mac – це використовувати зовнішній GPU.

Немає сумнівів у тому, що переважна більшість ігор для ПК випускаються переважно для Windows, оскільки є найпопулярнішою ігровою ОС на сьогоднішній день. Коли хтось говорить про "ігри для ПК", вони майже напевно означають "ігри для Windows".

Вибір ігор для Linux та macOS набагато обмеженіший. Щоправда, підтримка Linux неухильно зростає протягом кількох останніх років. Якщо говорити про

Steam, то на даний момент більше 4000 ігор підтримують Linux, але кількість ігор, що підтримуються Windows, перевищує 20 000.

Що стосується Mac, то зараз існує близько 7000 ігор Steam.

Зважаючи на кількість ігор, Windows є безперечним лідером на усьому ринку ігор. Linux і Mac просто не можуть конкурувати у цьому відношенні.

А що стосується Mac, не можна рекомендувати його як операційну систему для геймерів. За кількістю ігор, що підтримуються, він може випередити Linux, але для запуску будь-якої з більш вимогливих ігор потрібні величезні інвестиції в зовнішній GPU.

Windows — це, безумовно, найзручніший варіант, коли йдеться про спеціальні програми та ігри. Він не тільки пропонує підтримку більшої кількості ігор, ніж дві інші операційні системи разом узяті, але й запускає їх більш ефективно – із збільшеними показниками FPS.

Хоча MacOS є цілком реалістичним варіантом для ігор, зазвичай вони не найпотужніші, коли справа доходить до високоякісних ігор. На відміну від ПК з Windows, який можна нескінченно налаштовувати та оновлювати, цього не можна сказати про ноутбуки Mac. Купуючи Mac, користувач купує ноутбук, який не можна оновлювати. Це означає, що якщо користувач не планує придбати найпотужнішу модель у лінійці, буде важко конкурувати з настільним ПК з Windows за показники продуктивності.

Linux насправді не згадується як найкраща операційна система для ігор, вона просто не пристосована до масових ігор.

Microsoft Windows:

- найбільша частка на ринку;
- найбільший вибір програм та ігор;
- зручна для користувача;
- погане інтегроване антивірусне пз;
- проблеми зі стабільністю.

Linux:

- безкоштовно;

- численні дистрибутиви на вибір;
- надзвичайно гнучкий;
- важко використовувати для недосвідчених користувачів;
- проблеми сумісності програмного забезпечення.

#### Apple macOS:

- чудова апаратно-програмна інтеграція та стабільність;
- неперевершена безпека;
- гарний та зручний дизайн;
- доступний лише на комп'ютерах apple;
- дуже мало сторонніх програм та ігор.

## РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ГРИ

### 3.1. Концепція та сценарій гри

Жанром гри обрано платформер. Платформер – це жанр комп'ютерних ігор, що також зараховується до виду аркадних ігор, де основною рисою ігрового процесу є стрибання по платформах, лазіння по сходах, збирання предметів, зазвичай необхідні завершення рівня та подолання перешкод.

Ігри цього жанру зазвичай не є складними у реалізації, але, не зважаючи на це можуть затягнути гравця на довгі години гри та зацікавити досить широку аудиторію.

У центрі сюжету знаходиться головний герой, мешканець незвіданого світу, що має назву Jelly World. Він має тіло червоного кольору і форму, що нагадує традиційне желе. Його завдання – це бігти вперед. Перед ним простягається довгий та незвіданий шлях, на якому буде безліч перешкод та небезпек. Але у нього буде мотивація – це скарби у вигляді монеток та сундуків з монетами. Усі небезпеки на його шляху будуть прагнути зупинити його, збити з пройденого шляху та примусити почати спочатку. Але вправне керування головним героєм дозволить їх уникнути.

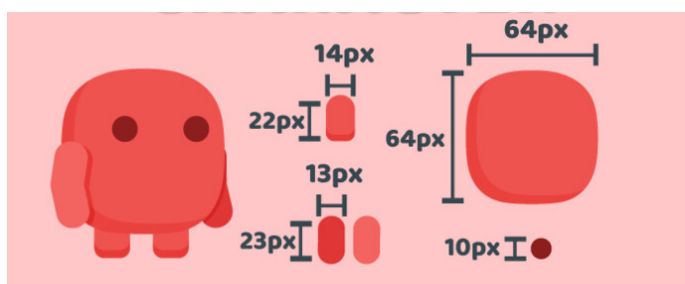


Рис. 3.1. Головний персонаж

<b>Кафедра КІТ (47)</b>				<b>НАУ 21.05.75.000 ПЗ</b>			
Розробив	Кебкал А.С.			<b>3. Проектування та розробка гри</b>	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Колісник О.В.					64	16
Консультант							64
Н-Контролер	Райчев І.Е.				УС-201Мз	122	



### 3.2. Підготовка графічних елементів

Усі графічні елементи гри представлені у вигляді зображень png формату. PNG (Portable Network Graphics) – растровий формат збереження графічної інформації, що використовує стиснення без втрат. Розміри зображень повинні мати один за таких розмірів: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048 пікселів.

На цьому етапі розробки створюються такі графічні елементи, як фон, елементи платформ, зовнішній вигляд персонажів та перешкод, елементи інтерфейсу та логотип гри. Для подальшої анімації об'єктів, необхідно відмалювати всі можливі їх стани [15].



Рис. 3.2. Стани графічних елементів гри

Стартове меню гри є першою точною взаємодією гравця з грою, тому дуже важливо створити яскравий, зрозумілий та зручний інтерфейс.

Головне меню гри складається з таких елементів як логотип гри, та основних кнопок, що мають такі функції:

- Червона кнопка зі стрілкою – почати гру.
- Жовта кнопка зі знаком питання – клавіші керування у грі.
- Червона кнопка з дверима – вийти з гри.
- Блакитна кнопка – інформація про розробника.

- Зелена кнопка – поділитися лінком на гру у соціальних мережах.

Керування у меню здійснюється правою кнопкою миші. Цих кнопок достатньо, щоб користувач міг спокійно та впевнено користуватися програмним продуктом, інтуїтивно розуміючи функції, що вони виконують. Також під час гри користувач бачить такі елементи інтерфейсу, як число максимальної кількості монет, що було зібрано за один ігровий рівень, кількість часу, що був проведений у цій грі загалом, час поточної гри, та кнопка паузи.



Рис. 3.3. Інтерфейс головного екрану гри

У випадку смерті персонажа, користувач може почати гру спочатку, повернутися на головний екран або вийти з гри.

Ігрова сцена – це сукупність усіх графічних елементів, що формують ігровий простір, з яким взаємодіє персонаж, іншими словами, це все, що бачить гравець на своєму екрані під час гри [16].

Розглянемо детально структуру ігрової сцени. Головний персонаж на початку опиняється на платформі. Платформи – це безпечні ділянки, якими герой може вільно пересуватися, стрибати між ними. На платформах знаходяться різні статичні та динамічні елементи, що можуть завдавати шкоди персонажу, можуть давати монети та скарби, а можуть бути нейтральними для загально дизайну та гармонічності гри. На платформах можуть знаходитись такі статичні елементи, як

дерева, трава. З цими елементами персонаж взаємодіяти не може, вони створенні для покращення загального вигляду гри.

Винагородою та стимулом для проходження гри для гравця є збір монет. Монети можуть знаходитись на платформах, між платформами та над перешкодами. Також на платформах можуть знаходитись сундуки, у яких знаходяться одразу 5 монет, тому гравець повинен ретельно проходити рівень, щоб не пропустити сундуки зі скарбами. Монети та сундуки є динамічними об'єктами, монети обертаються навколо своєї осі, а у сундуків відкривається кришка та з них вилітають монети.

Динамічними графічними елементами є хмари, що виконують декоративну функцію у грі та вороги, що взаємодіють з персонажем. При пересуванні головного персонажа по платформах, динамічно рухається і фон гри. Він посилює відчуття руху і швидкості. Вороги є чотирьох типів: пила, шип, вода та булава. Вода знаходиться між платформами та головний герой повинен її перестрибнути, аби продовжити гру. При падінні в воду герой гине та гра може бути розпочата спочатку. Шипи знаходяться на платформах та утворюють перешкоду, яку герой повинен перестрибнути. Пила може знаходитись як на платформі, так і на її краях, що робить важчим процес застрибування на платформу. Пили можуть пересуватися і перекривати деякі шляхи для просування ігрового персонажа на невеликий час. Над платформами можуть знаходитись булави, при наближенні персонажу вони різко падають на платформи і можуть вбити головного героя, тому проходити їх треба обережно і не поспішаючи. Натрапляння на всі види перешкод одразу означає програш і гру можна буде почати тільки спочатку.

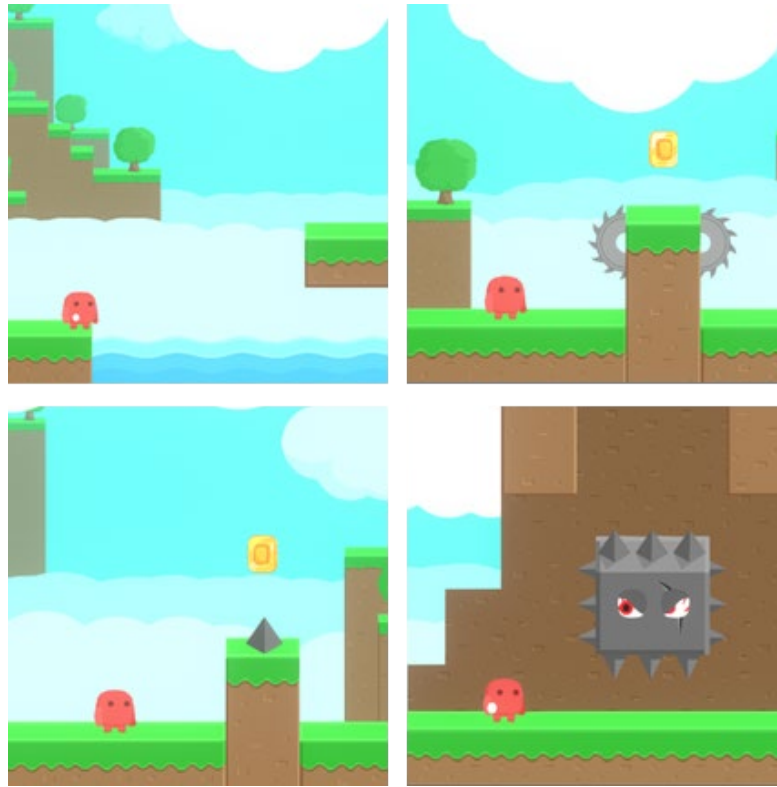


Рис. 3.4. Перешкоди

### 3.3. Внутрішня ігрова логіка

Для даної гри у якості ігрової платформи обрано ПК тому що це найзручніша платформа для одночасного створення і тестування гри. А також комп'ютерні ігри все ще найпопулярніші серед усіх існуючих платформ.

Майже кожену гру можна представити як одну основну функцію, яка містить всю ігрову логіку і яка запускається або тоді, коли користувач щось робить, або після закінчення певного часу. Цей цикл запуску однієї і тієї ж основної функції знову і знову називається ігровим циклом [11].

Основною функцією гри Jelly World є бігти. Під час бігу запускаються всі ключові події і генеруються об'єкти.

Платформи для переміщення персонажа не є заздалегідь створеною картою, що повторюється кожного разу, коли гра починається спочатку. Дана гра має стартову точку, яка є сталою, проте всі наступні фрагменти платформи генеруються автоматично у процесі проходження гри. У проекті Unity створено

один початковий фрагмент карти та 15 внутрішніх, що обираються у процесі гри [13].

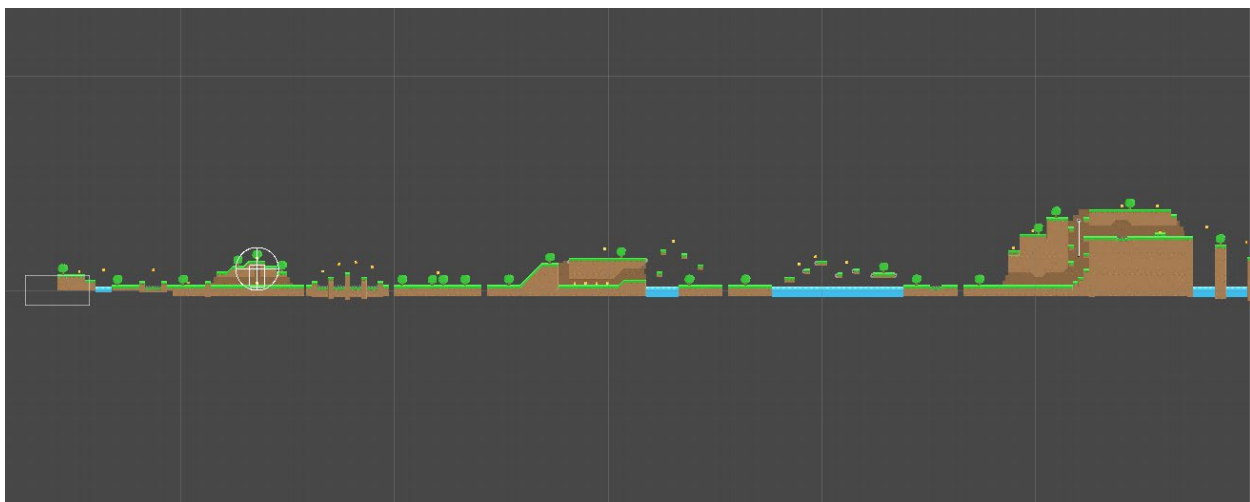


Рис. 3.5. Фрагменти платформ

Генерування тої чи іншої платформи реалізує скрипт:

```
public virtual void Generate ()
{
    if ( m_CurrentX < m_Settings.LevelLength || m_Settings.LevelLength <= 0 )
    {
        bool isEnd = false, isStart = false, isMiddle = false;
        Block block = null;
        Vector3 current = new Vector3 ( m_CurrentX, 0f, 0f );
        float newX = 0f;
        if ( m_GeneratedStartBlocksCount < m_Settings.StartBlocksCount || m_Settings.StartBlocksCount <= 0 )
        {isStart = true;
        block = ChooseFrom ( m_Settings.StartBlocks );}
        else if ( m_GeneratedMiddleBlocksCount < m_Settings.MiddleBlocksCount || m_Settings.MiddleBlocksCount <= 0 )
        {isMiddle = true;
        block = ChooseFrom ( m_Settings.MiddleBlocks );}
        else if ( m_GeneratedEndBlocksCount < m_Settings.EndBlocksCount || m_Settings.EndBlocksCount <= 0 )
        {isEnd = true;
        block = ChooseFrom ( m_Settings.EndBlocks );}
        if ( m_LastBlock != null )
        {newX = m_CurrentX + m_LastBlock.Width;}
        else
        {newX = 0f;}
        if ( block != null && ( m_LastBlock == null || newX < m_Character.transform.position.x + m_GenerateRange ) )
        {if ( isStart )
            {if ( m_Settings.StartBlocksCount > 0 )
                {m_GeneratedStartBlocksCount++;}}
            else if ( isMiddle )
            {if ( m_Settings.MiddleBlocksCount > 0 )
                {m_GeneratedMiddleBlocksCount++;}}
            }else if ( isEnd )
            {if ( m_Settings.EndBlocksCount > 0 )
                {m_GeneratedEndBlocksCount++;}}
            CreateBlock ( block, current );}}}
```

Перш ніж головний персонаж почне переміщатись та взаємодіяти з іншими графічними елементами, його потрібно зібрати та анімувати засобами Unity та Anima 2D.

Anima2D — це плагін скелетної 2D анімації для використання з Unity 5. Anima2D допомагає покращити робочий процес 2D-анімації, включаючи такі функції:

- 2D кістки;
- перетворення спрайту в сітку;
- редактор spritemesh;
- автоматичні ваги;
- редактор ваги;
- обернена кінематика;
- збереження / завантаження поз;
- сумісність з atlas;
- створення масок аватарів;
- включений вихідний код с#.

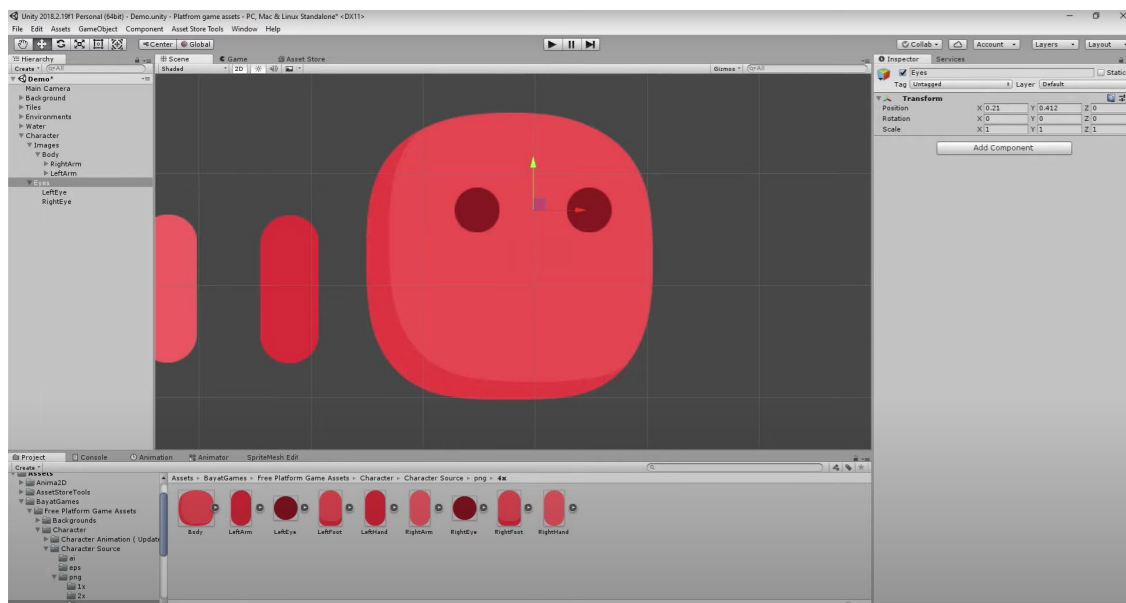


Рис. 3.6. Збірка головного персонажа

Після збірки всіх елементів головного персонажа відповідно до задуманого вигляду та присвоєння назв групам елементів починається процес анімації.

Спочатку кожному елементу, який повинен буде рухатися потрібно додати кістку. Коли все готове, можна прокладати кістки. Для цього використовується

інструмент кістка (bone). На екрані завжди є початкова точка — root. Це базова кістка, до якої за умовчанням прив'язана вся композиція, вона перша батьківська кістка.

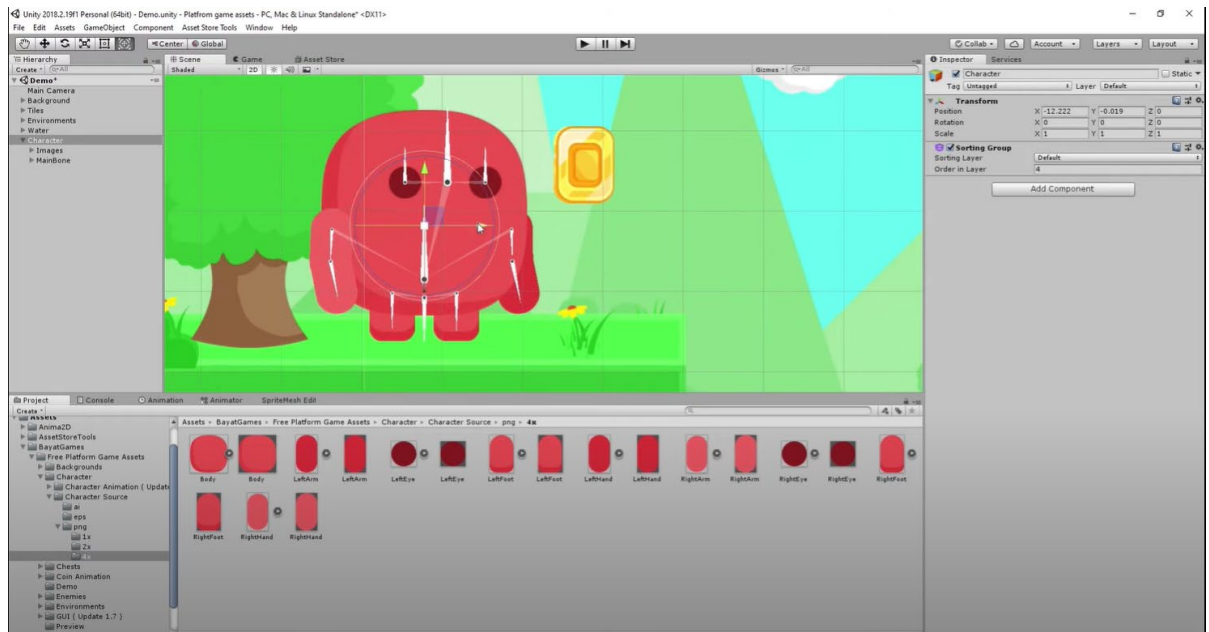


Рис. 3.6. Персонаж з елементами скелету

Далі за допомогою IK Solver створюється анімація створеного скелету.

В основному, анімація створюється зміною кутів у з'єднаннях у скелеті на певні величини. Позиція дочірнього з'єднання змінюється згідно з поворотом батьківського, тому кінцева точка ланцюжка з'єднань може бути визначена кутами та відносними позиціями кожного конкретного вузла ланцюга. Цей спосіб зміни пози скелета відомий як пряма кінематика (forward kinematics).

Проте, часто корисним є погляд завдання позиціонування з'єднань з іншого боку — з боку обраної позиції у просторі. Працюючи у зворотному напрямку, знайдіть допустимий спосіб розташування з'єднань такий, щоб кінцева точка збіглася із заданою раніше позицією. Цей підхід називається інверсною кінематикою (Inverse Kinematics) (IK).



Для кожного елемента, що буде рухатись необхідно додати скрипт під назвою IK Solver, що буде здійснювати всі необхідні розрахунки для переміщення кісток скелету у 2D просторі [10].

Нижче наведено робочий процес створення 2D-анімації та застосування 2D IK до скелету персонажу:

- Необхідно звернутись до ієрархії кісток, створеної за допомогою Bone Editor.
- Додати компонент IK Manager 2D до GameObject у верхній частині ієрархії. Зазвичай це головна коренева кістка всього скелета персонажа.
- Додати до списку IK Solvers, вибравши тип IK Solver для використання. IK Solvers також додаються як додаткові об'єкти гри в ієрархію.
- Вибравши IK Solver, потрібно вибрати кнопку Effector bone/Transform. Далі необхідно створити або встановити ціль для IK Solver.
- Розташувати кістки, переміщаючи ціль. Трансформації переміщують ланцюг кісток із застосуванням IK.

Компонент IK Manager 2D керує IK Solvers в ієрархії. Компонент менеджера додається до найвищої кістки в ієрархії, яку зазвичай називають кореневою кісткою.

Щоб додати IK Solver, необхідно клацнути символ + у нижньому правому куті списку IK Solvers.

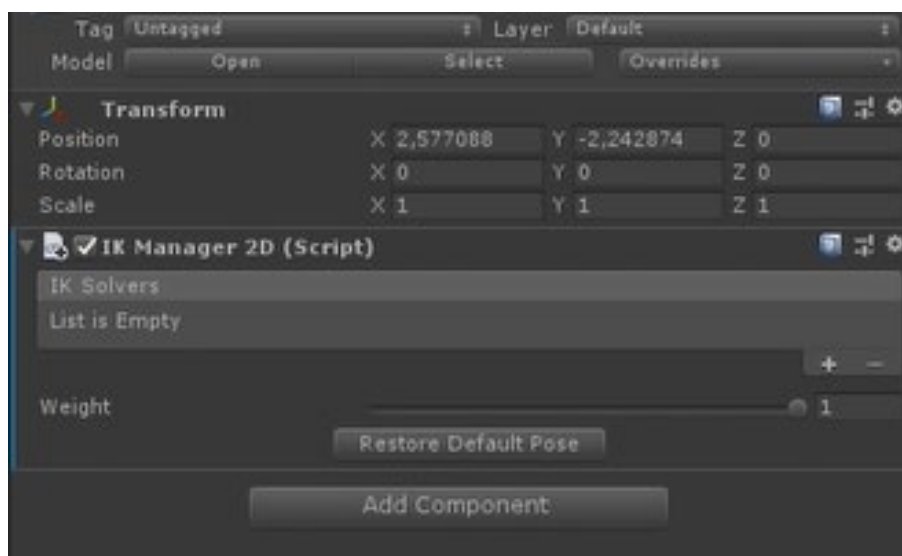


Рис. 3.7. Панель керування IK Solver



Після цього з'явиться спадне меню з трьома параметрами — Chain (CCD), Chain (FABRIK) і Limb. Кожен тип IK Solver використовує інший алгоритм для визначення позиції ефекторів [8].

CCD використовує алгоритм циклічного спуску по координатам, який поступово стає точнішим, чим більше разів виконується алгоритм. Вирішувач припиняє роботу, як тільки буде досягнуто встановлений допуск або кількість ітерацій.

FABRIK використовує алгоритм зворотної кінематики прямого та зворотного досягнення (FABRIK). Він подібний до Chain (CCD), оскільки його рішення стає точнішим, чим більше разів виконується його алгоритм. Вирішувач припиняє роботу, як тільки буде досягнуто встановлений допуск або кількість ітерацій.

Вирішувач ланцюга (FABRIK) зазвичай займає менше ітерацій для досягнення цілі, ніж ланцюг (CCD), але він повільніший за ітерацію, якщо до ланцюжка застосовуються обмеження обертання. Цей Solver здатний швидко адаптуватися до того, якщо кістки маніпулюють у режимі реального часу в різних положеннях.

IK Solvers повторюються в порядку спадання, при цьому Solvers нижчі в списку посилаються на позиції, встановлені Solvers вище в списку. Порядок вирішувачів зазвичай відображає порядок кісток/перетворень в ієрархії скелета.

Наприклад, якщо кістка руки є дочірньою кісткою тулуба, то IK Solver тулуба має бути встановлений вище вирішувача руки в списку. Змінити порядок вирішувачів можна, перетягнувши крайній лівий край рядка вгору або вниз.

Після підготовки та створення всіх анімацій настає момент, коли необхідно прив'язати анімації та дії персонажа до конкретної клавіші клавіатури або кнопки миші, кнопки консолі тощо. Разом вони називаються системою введення. Система введення – це основа інтерактивності проєктів із контентом реального часу. Завдяки системі Unity можна швидко налаштувати керування для різних платформ, від мобільних пристроїв до VR.

Система Unity стандартизує методи реалізації управління та забезпечує розширену функціональність, недосяжну для базових рішень.

Достатньо прив'язати дії до логіки коду, а потім увімкнути різні пристрої та варіанти керування у візуальному інтерфейсі вікна Input Action. Система введення також має API. Пакет Input System доступний у менеджері пакетів.

Введення - це взаємодія гравця з грою, від нього залежить якість ігрового досвіду, що будуть отримувати гравці.

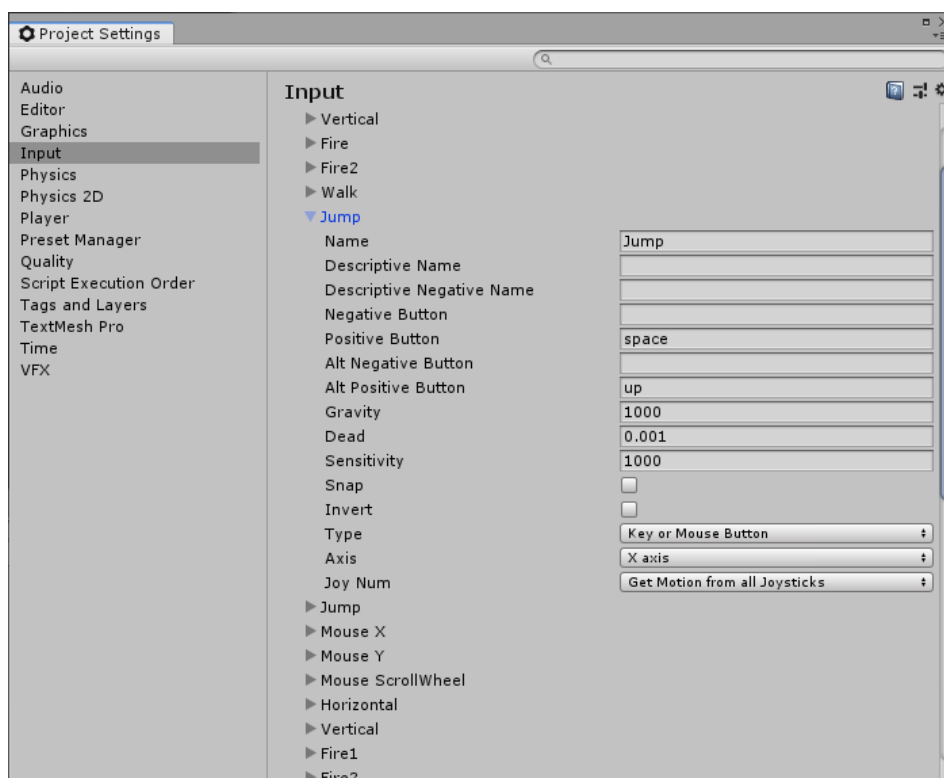


Рис. 3.8. Панель налаштування введення для стрибка

Кожна вісь прив'язується до двох кнопок на джойстику, миші або клавіатурі. Поле Name – це ім'я, що використовується для перевірки осі для скрипта. Positive button – це кнопка, що використовується для зміщення значення осі у позитивному напрямку. Alt Positive Button – альтернативна кнопка, що використовується для зміщення осі у протилежному напрямку. Gravity – швидкість в одиницях за секунду, з якою вісь повертається в нейтральне положення, коли кнопки не натиснуті. Dead – розмір аналогової мертвої зони. Усі значення аналогових пристроїв, які потрапляють у цей діапазон, вважаються нейтральними. Sensitivity – швидкість в одиницях за секунду, з якою вісь рухатиметься до цільового значення.

Ця функція діє тільки для цифрових пристроїв. Туре – тип введення, який керуватиме віссю [12].

Коли персонаж готовий, а введення налаштоване, потрібно налаштувати програвання анімації. Animation Controller – це інструмент Unity, в якому описуються визначені стани персонажу. У даному випадку бігти, стрибати чи померти. Кожному блоку відповідає свій анімаційний кліп і налаштовуються графи переходів, що зображені на Рис. 3.9..

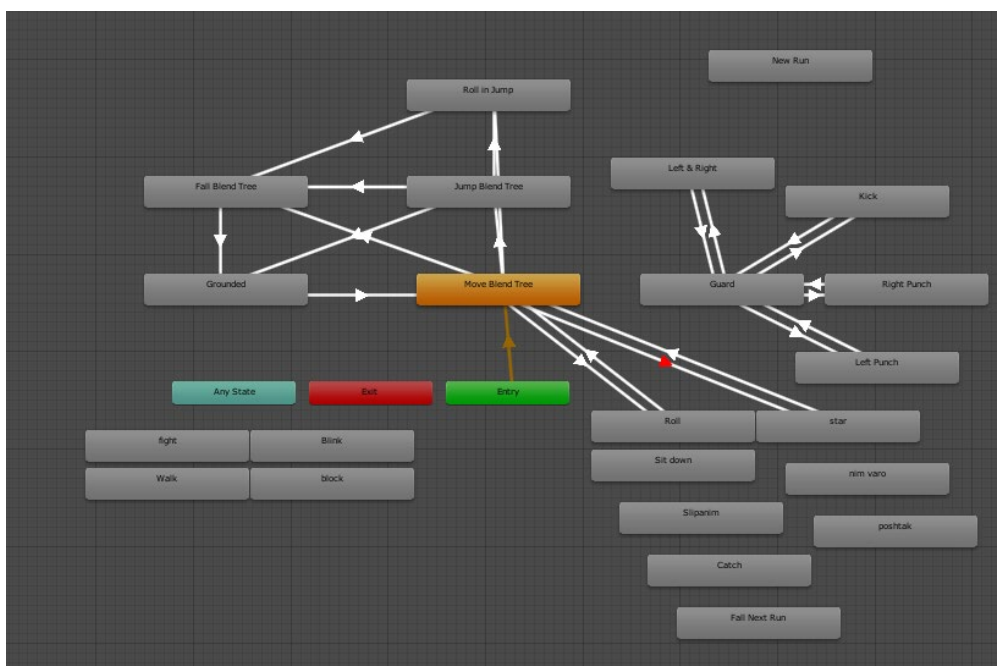


Рис. 3.9. Блоки анімацій та графів переходів

На відміну від головного персонажа, анімація води у грі відтворюється циклічно. Хвилі води відмальовані у різних станах і анімація створюється поступовою зміною кадрів анімації. Це організовано за допомогою циклу. Схема анімації води позначена на рисунку.

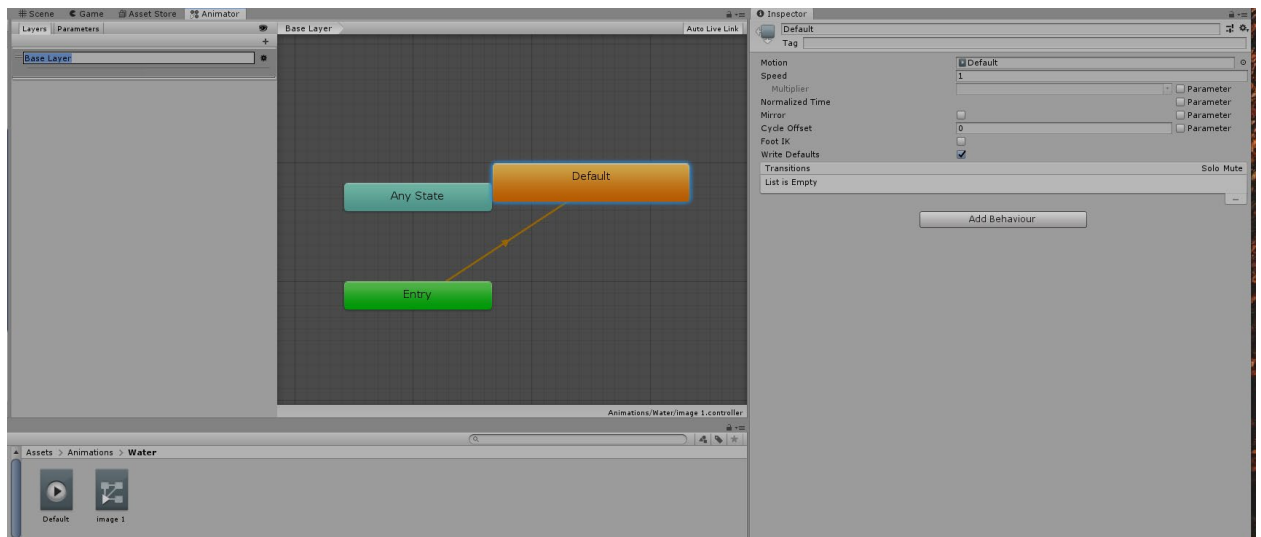


Рис. 3.10. Схема анімації води

Створення візуальних елементів гри – це лише половина роботи. У процесі створення ігор часто доводиться додавати різні звукові ефекти до різних подій. Як тільки звуки додаються до гри, вони відкривають глибинут та забезпечують атмосферу гри. Використання навіть кількох базових звуків значно розширюють ігровий світ та додають йому нових барв. Unity має дуже простий у використанні візуальний редактор і працює з широким діапазоном форматів аудіофайлів, що робить цей процес набагато простішим. З цього уроку ви дізнаєтеся, як додавати звуки в гру Barn Blaster як за допомогою редактора Unity, так і за допомогою коду. Для відтворення звуків у Unity використовуються функції AudioSource та AudioClip [9].

AudioSource це те, що фактично відтворює звук у 2D або 3D просторі. У тривимірному просторі гучність звуку може змінюватись залежно від того, наскільки далеко AudioSource знаходиться від об'єкта, який його повинен чути.

AudioSource в 2D-просторі може відтворюватися на постійній гучності незалежно від відстані до AudioListener. AudioClip – це аудіофайл, який AudioSource відтворюватиме.

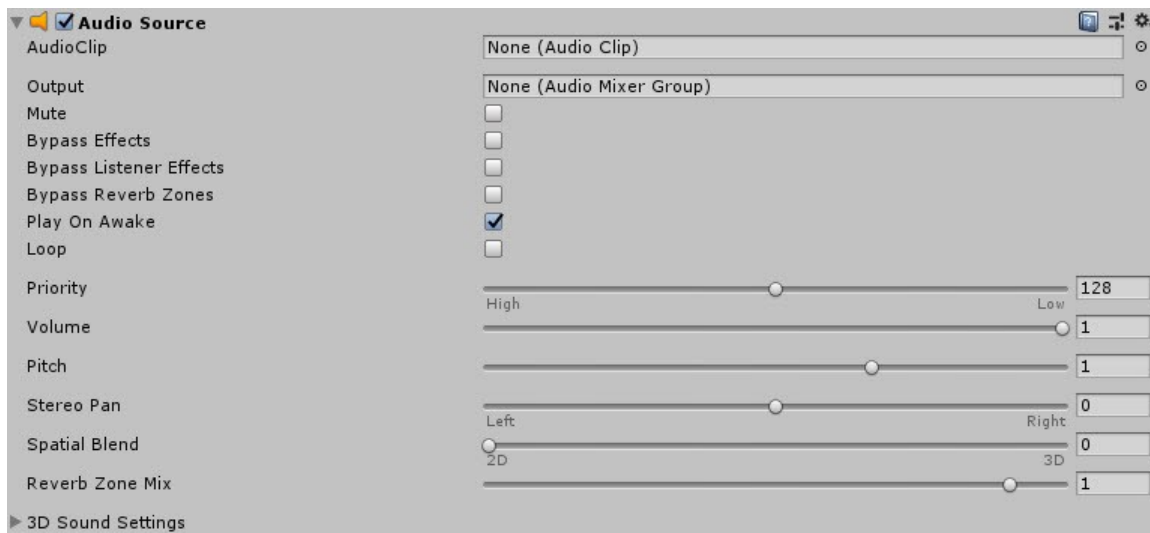


Рис. 3.11. Налаштування джерела звуку

У даній грі всі дії головного персонажу мають звуки, наприклад біг, стрибок, падіння, приземлення. Також звук мають нагороди у вигляді монет та сундуків та вороги. Звук супроводжує анімації графічних елементів гри. На рисунку нижче зображено звуки класу ворогів.

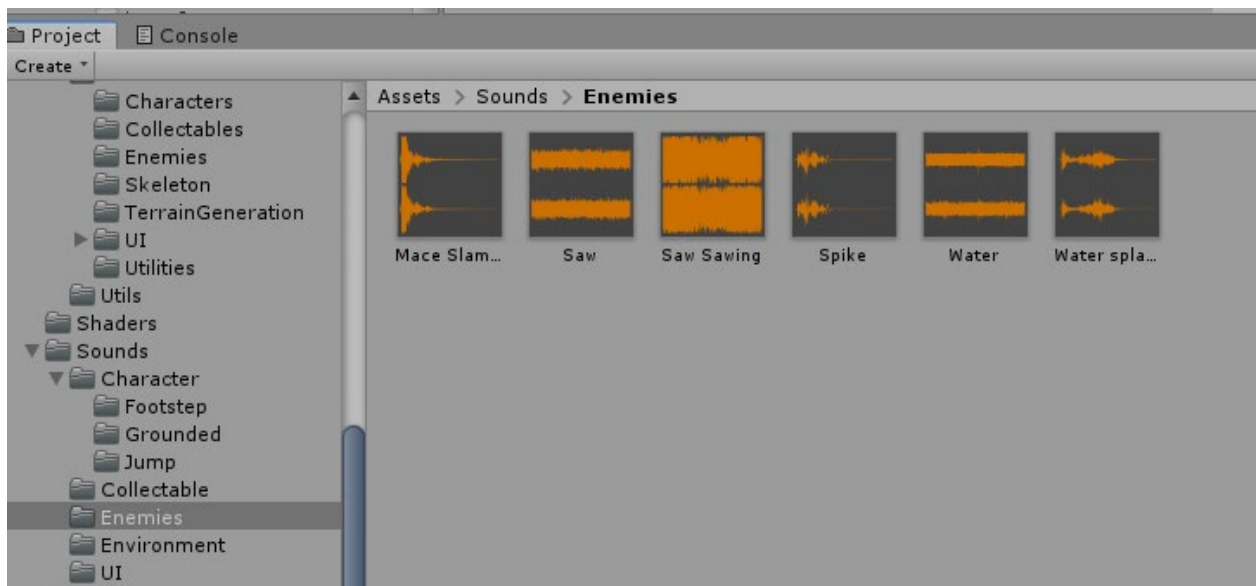


Рис. 3.12. Звукові файли класу ворогів

### 3.4. Аналіз отриманого результату

У результаті роботи отримано гру із одним нескінченним рівнем, платформи у якій генеруються випадковим чином. Під час гри ігровий персонаж повинен буде долати різні перешкоди на своєму шляху та заробляти монети.

Коли налаштування ігрових сцен, анімації, звуку та внутрішньоігрової логіки завершено, створюється збірка гри, яку надалі можна буде передавати та розповсюджувати. Збірка має назву Build, що знаходиться на панелі Build settings. У налаштуваннях для цієї гри обрано три основні операційні системи: Windows, MacOS та Linux. Гра буде працювати на системах із 32-бітною та 64-бітною архітектурою.

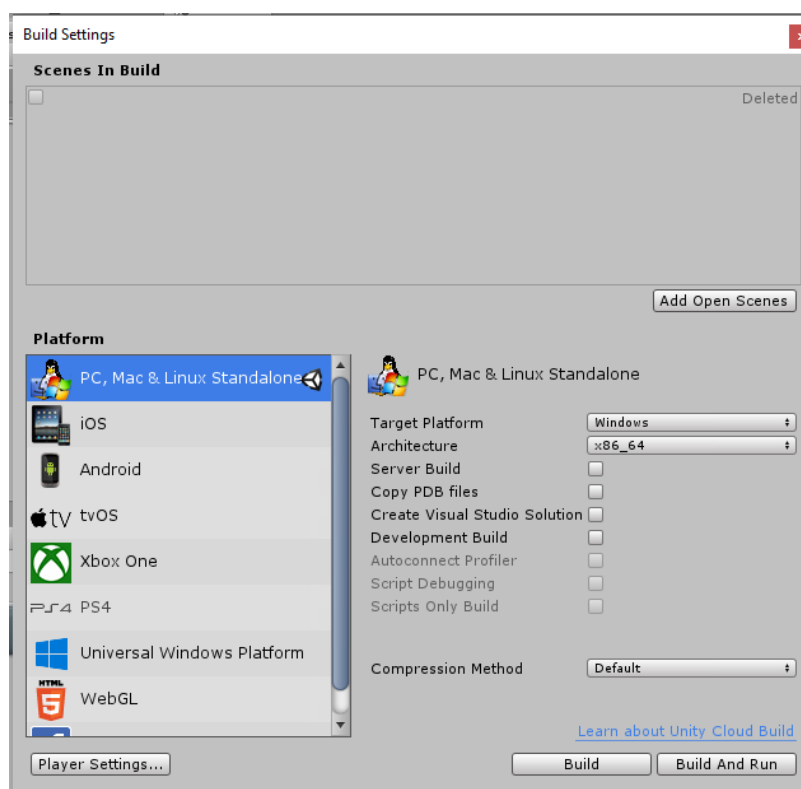


Рис. 3.13. Створення збірки гри

У фінальному ігровому продукті реалізовано значну кількість механік та інструментів Unity, що створюють унікальний ігровий досвід під час взаємодії користувача з грою.

Визначено такі етапи для подальшого розвитку та покращення гри:

- Допрацювання можливостей головного персонажа;
- Створення нових ігрових рівнів;
- Створення кросплатформених версій гри;
- Розповсюдження гри на таких платформах, як Steam, Epic Games, App Store, Play Store.
- Підтримка та вдосконалення гри на основі відгуків користувачів.

## ВИСНОВОК

Отже, після проведення глибокого аналізу світового ринку ігрової індустрії можна зробити висновок, що актуальність ігор для різних платформ буде тільки підвищуватись. Всі люди є частиною інформаційного суспільства і з покращенням інтернету та техніки все більше людей буде залучатися до різноманітних ігор. Адже ігри це не лише спосіб провести час, вони дарують людям радість та найрізноманітніші емоції. Саме тому ця сфера з точки зору економіки стає все ширшою та приносить все більше прибутку.

У даній дипломній роботі проведено глибокий аналіз індустрії і всіх її явищ. На основі отриманих даних можна сміливо сказати, що ігри будуть розвиватись так само стрімко, як і всі інформаційні технології. Технологія 5G безповоротно змінить якість інтернету у світі та відкриє нові можливості для створення ігор. Вдосконалення ігрових движків, що відбувається просто зараз, дозволить розробникам створювати нові неймовірні ігрові світи з високоякісною графікою та фотореалістичними ефектами.

Під час написання дипломної роботи було детально розглянуто процес створення гри, та проаналізовано всі його етапи. Особлива увага буда прикута до створення графіки та анімування графічних елементів. Unity 3D стало надійним та доступним середовищем для реалізації проекту та всіх задуманих функцій. Всі процеси дуже зручно було реалізувати завдяки внутрішнім можливостям движка.

Підсумовуючи, можна зазначити, що середовище розробки Unity – це високоякісний движок для написання професійних ігрових продуктів, які можуть конкурувати на ринку та мати високий попит серед користувачів.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дацко М. А. Моделювання складних об'єктів. / М. А. Дацко. – М. : Максїмас, 2015. – 111 с.
2. Крейтон, Р.Х. Основи розробки ігор у Unity / Р.Х. Крейтон. – Packt Publishing, 2010, – 83 с.
3. Любанова, Т.П. Бизнес-план: опыт, проблемы. Содержание бизнес-плана, пример разработки / Т.П. Любанова, Л.В. Мясоедова, Т.А. Грамотенко, и др.. – М.: Приор, 2012. – 204 с.
4. Хокїнг Д. М. Unity в дії. Мультиплатформенна розробка на практиці. / Д. М. Хокїнг, 2016. – 336 с.
5. Хорхе Паласїос Unity 5.x. Программирование искусственного интеллекта в играх. Руководство / Паласїос Хорхе. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 427 с.
6. Apperley T. H. Genre and game studies: Toward a critical approach to video game genres / T. H. Apperley // Simulation & Gaming. – 2006. – Vol. 37. – No. 1. – P. 6 – 23.
7. Buckland Mat. Programming Game AI by Example – Texas, Wordware Publishing. – 2004. – s. 25 – 43.
8. Clearwater D. What Defines Videogame Genre? Thinking about Genre Study after the Great Divide / D. Clearwater // The Journal of the Canadian Game Studies Association. – 2011. – No. 5. – s. 29 – 49.
9. Goldstone W. Unity Game Development Essentials. / W Goldstone. Birmingham: Packt Publishing Ltd. – 2009. – 316 s.
10. Gregory Jason. Game Engine Architecture. – New York, CRC Press. – 2009. – No. 5. – s. 15 – 24.
11. Gregory Jason. Game Engine Architecture: Second Edition. – New York, CRC Press. – 2014. – No. 32. – s. 23 – 30.
12. Lengyel Eric. Mathematics for 3D Game Programming and Computer Graphics: Third Edition. – Boston, Course Technology. – 2012. – 215s.

13. McShaffry, Mike, Graham David. Game coding complete: Fourth Edition. – Boston, Course Technology. – 2013. – 184s.
14. Microsoft documentation Справочник по языку С# [Электронный ресурс] / режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/language-reference/language-specification/introduction>.
15. Unity Asset Store [Электронный ресурс] / режим доступа: <https://assetstore.unity.com/>
16. Unity Manual [Электронный ресурс] / режим доступа: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>.