

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Медіасистеми та технології
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

Дослідження level-дизайну у ритм-іграх
(тема)

Виконав:
здобувач 2 року навчання
групи КТСВПВМ-24-1




Олександра ПЛОТНИКОВА
(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
(код і повна назва спеціальності)

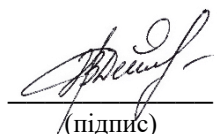
Тип програми Освітньо-професійна

Освітня програма

Комп'ютерні технології та системи
видавничо-поліграфічних виробництв

Керівник  проф. Ірина ТАБАКОВА
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту
Завідувач кафедри МСТ


(підпис)

Жанна ДЕЙНЕКО
(власне ім'я, прізвище)

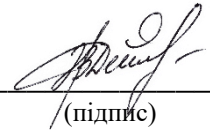
2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
Кафедра _____ Медіасистеми та технології _____
Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____
Спеціальність _____ 186 Видавництво та поліграфія _____
Тип програми _____ Освітньо-професійна _____
Освітня програма _____ Комп'ютерні технології _____
_____ та системи видавничо-поліграфічних виробництв _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри МСТ _____



(підпис)

« 03 » листопада 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

здобувачеві _____ *Плотникова Олександра Германівна* _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ *Дослідження level-дизайну у ритм-іграх* _____

затверджена наказом по університету від _____ 03 листопада 2025 р. № 988 Ст _____


2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії _____ 15 грудня 2025 р. _____

3. Вихідні дані до роботи
Принципи level-дизайну; Критерії оцінювання; Методи експертних оцінок. _____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
Вступ; Огляд літератури за темою дослідження; Постановка задачі дослідження; Теоретична частина; Проведення експерименту; Економічна частина; Висновки. _____

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій
Вступ; Актуальність і мета; Об'єкт та предмет дослідження; Гіпотеза дослідження; Задачі дослідження; Аналіз літератури; Beat Saber; Osu!; Geometry Dash; Muse Dash; Hatsune Miku: Colorful Stage!; Теоретична частина; Критерії оцінювання; Проведення експерименту; Результати проведення експерименту; Аналіз кращої гри; Розробка рекомендацій; Економічна частина; Висновки. _____

6. Консультанти розділів роботи


| Найменування розділу | Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові) | Позначка консультанта про виконання розділу | |
|----------------------|---|--|------------|
| | | підпис | дата |
| Основна частина | проф. Табакова І.С. |  | 11.12.2025 |
| Економічна частина | доц. Потій О.О. | | 08.12.2025 |

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|---|---------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1 | Постановка задачі дослідження | 18.10.2025 | вик. |
| 2 | Огляд літератури за темою дослідження | 02.11.2025 | вик. |
| 3 | Аналіз аналогів | 10.11.2025 | вик. |
| 4 | Вибір методів дослідження | 13.11.2025 | вик. |
| 5 | Проведення дослідження № 1 | 15.11.2025 | вик. |
| 6 | Проведення дослідження №2 | 17.11.2025 | вик. |
| 7 | Економічна частина | 01.12.2025 | вик. |
| 8 | Оформлення пояснювальної записки | 08.12.2025 | вик. |
| 9 | Оформлення графічної частини | 10.12.2025 | вик. |

Дата видачі завдання 03 листопада 2025 р.

Здобувач 
(підпис)

Керівник роботи 
(підпис) проф. Ірина ТАБАКОВА
(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 78 с., 29 табл., 15 рис., 2 дод., 25 джерел.

РИТМ-ІГРИ, LEVEL-ДИЗАЙН, СИНХРОНІЗАЦІЯ, КОМПОЗИЦІЯ, КОЛЬОРОВА ГАРМОНІЯ, ЕМОЦІЙНИЙ ВПЛИВ, ЕКСПЕРТНІ ОЦІНКИ, ГЕЙМДИЗАЙН.

Метою роботи є дослідження та аналіз level-дизайну в ритм-іграх і визначення його впливу на емоційне занурення та взаємодію користувача з музичним контентом.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що ритм-ігри посідають особливе місце в індустрії завдяки унікальному поєднанню музики та геймплею, а якісний level-дизайн є ключовим чинником їх ефективності. Незважаючи на популярність жанру, наукових праць, присвячених структурному аналізу дизайну рівнів у ритм-іграх, бракує.

Методом дослідження обрано метод експертних оцінок.

Об'єкт дослідження – level-дизайн ритм-ігор.

Предмет дослідження – вплив аудіовізуальних та композиційних характеристик level-дизайну на емоційне сприйняття гравця.

У роботі досліджено та підтверджено гіпотезу: «Дизайн рівня в ритм-грі побудований на основі гармонійного поєднання кольору, світла, музики та ритму, що забезпечує емоційне занурення гравця та підвищує ефективність взаємодії з музичним контентом».

ABSTRACT

Explanatory note of the qualification thesis: 78 p., 29 tabl., 15 fig., 2 app., 25 sources.

RHYTHM GAMES, LEVEL DESIGN, SYNCHRONIZATION, COMPOSITION, COLOR HARMONY, EMOTIONAL IMPACT, EXPERT EVALUATION, GAME DESIGN.

The aim of the thesis is to study and analyze level design in rhythm games and determine its influence on emotional immersion and user interaction with musical content.

The relevance of the research is determined by the fact that rhythm games hold a special place in the industry due to their unique combination of music and gameplay, while high-quality level design is a key factor in their effectiveness. Despite the popularity of the genre, there is a lack of scientific studies devoted to the structural analysis of level design in rhythm games.

The research method chosen is the expert evaluation method. The object of the study is the level design of rhythm games. The subject of the study is the influence of audiovisual and compositional characteristics of level design on the player's emotional perception.

The hypothesis investigated and confirmed in the work is the following: "The design of a level in a rhythm game is based on the harmonious combination of color, light, music, and rhythm, which ensures emotional immersion of the player and enhances the effectiveness of interaction with musical content."

ЗМІСТ

| | С. |
|---|----|
| ВСТУП | 7 |
| 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ..... | 9 |
| 1.1 Теоретичні аспекти та жанрова специфіка ритм-ігор | 10 |
| 1.2 Level-дизайн у ритм-іграх | 11 |
| 1.3 Аналіз аналогів..... | 15 |
| 2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ..... | 25 |
| 3 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА | 26 |
| 4 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ | 29 |
| 4.1 Характеристика ігор, обраних для експерименту | 31 |
| 4.2 Дослідження №1. Оцінка level-дизайну ритм-ігор з позиції гравців..... | 41 |
| 4.3 Дослідження №2. Оцінка level-дизайну ритм-ігор з позиції розробників..... | 47 |
| 4.4 Аналіз найкращою гри..... | 52 |
| 4.5 Рекомендації за результатами експерименту..... | 54 |
| 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА | 62 |
| 5.1 Характеристика науково-дослідного рішення..... | 62 |
| 5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата | 63 |
| 5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР | 66 |
| 5.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи | 72 |
| 5.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР | 73 |
| ВИСНОВКИ..... | 75 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ | 77 |
| ДОДАТОК А Анкета учасника для дослідження №1 оцінка level-дизайну ритм-ігор з позиції гравців | 79 |
| ДОДАТОК Б Анкета учасника для дослідження №2 Оцінка level-дизайну ритм-ігор з позиції розробників..... | 83 |

ВСТУП

Сучасна ігрова індустрія стрімко розвивається, охоплюючи дедалі ширші аудиторії та пропонуючи нові форми інтерактивного досвіду. Одним із найбільш унікальних та впізнаваних жанрів є ритм-ігри, які поєднують ігровий процес із музичним супроводом, формуючи особливий тип взаємодії між гравцем та аудіовізуальним контентом. Відмінною рисою цих ігор є залежність геймплею від музичного ритму, темпу та динаміки композиції. Саме тому level-дизайн у ритм-іграх має специфічні особливості, пов'язані з необхідністю точного узгодження візуальних, динамічних і композиційних елементів із музичним рядом.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що, попри значну популярність таких ігор, як Beat Saber, Osu!, Geometry Dash, Muse Dash та Hatsune Miku: Colorful Stage!, наукових робіт, які б комплексно аналізували взаємодію композиційних елементів дизайну рівня з емоційним сприйняттям користувача, існує вкрай мало. У той час як комерційний успіх ритм-ігор свідчить про величезний інтерес аудиторії до цього жанру, питання побудови рівнів, їх синхронізації з музикою, колористичної гармонії та просторової організації найчастіше розглядаються лише на практичному рівні, без належного теоретичного обґрунтування. Проблематика взаємодії гравця з аудіовізуальною композицією також залишається недостатньо дослідженою, хоча саме цей аспект значною мірою визначає якість ігрового досвіду та емоційне занурення.

Метою дослідження є дослідження та аналіз level-дизайну в ритм-іграх, а також визначення того, яким чином аудіовізуальні та композиційні характеристики рівнів впливають на емоційне сприйняття гравця та якість взаємодії з музичним твором у рамках ігрового процесу. Особливу увагу приділено гармонійності елементів рівня, зокрема синхронізації візуальних

подій із музичним ритмом, кольоровій гармонії, структурній композиції та динаміці анімацій.

Об'єктом дослідження виступає level-дизайн ритм-ігор як цілісна система взаємодії гравця з музичним і візуальним контентом. Предметом дослідження є вплив аудіовізуальних, композиційних і динамічних елементів рівня на емоційне залучення та суб'єктивне сприйняття користувача.

Методологічною основою дослідження став метод експертних оцінок, який дозволяє кількісно аналізувати суб'єктивні враження користувачів та визначати ступінь важливості різних характеристик дизайну рівня. Залучення експертів дає можливість структурувати індивідуальні оцінки, узагальнити їх та побачити реальні тенденції у сприйнятті гравцями аудіовізуальних рішень різних ритм-ігор.

У межах роботи перевіряється гіпотеза про те, що гармонійне поєднання кольору, світла, музики та ритму в дизайні рівня є ключовим чинником формування емоційного занурення та позитивного ігрового досвіду. Відповідно до цієї гіпотези, синхронність аудіовізуальних елементів дозволяє створити відчуття цілісності, збалансованості та узгодженості, завдяки чому гравець глибше проживає музичну композицію та ефективніше взаємодіє з нею.

Практична значущість роботи полягає в тому, що результати дослідження можуть бути використані геймдизайнерами під час створення ритм-ігор, розробки рівнів, оптимізації композиційних рішень та побудови аудіовізуальної синхронізації. Крім того, отримані висновки можуть послужити методичним підґрунтям для освітніх програм у сфері геймдизайну, доповнюючи теоретичні знання реальним аналізом існуючих ігрових продуктів.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сучасний розвиток ритм-ігор супроводжується зростанням уваги не лише до технічних аспектів ігрових систем, а й до якості побудови рівнів, що визначає характер та ефективність взаємодії користувача з музичним контентом. Ритм-ігри, як окремий жанр інтерактивних медіа, поєднують музикознавчі, когнітивні та дизайнерські підходи, формуючи унікальний тип геймплейного досвіду, де точність ритмічної реакції напряму залежить від структурних властивостей рівня. В останні роки рівні у ритм-іграх дедалі частіше розглядаються як форма музично-ігрової інтерпретації, що потребує продуманих принципів композиції, ритмічної логіки та читабельності патернів.

Значна кількість наукових робіт у сфері геймдизайну, когнітивної психології та музичного сприйняття підкреслює, що емоційний стан гравця, рівень його занурення (flow) та ефективність виконання моторних дій безпосередньо залежать від структурних властивостей геймплейного середовища. У випадку ритм-ігор таке середовище формується насамперед level-дизайном набором рішень, які визначають, як саме музика перетворюється на інтерактивні події. Отже, аналіз теоретичних підходів до ритм-ігрових механік і принципів дизайну рівнів є важливою передумовою для проведення ґрунтовного експерименту.

У цьому розділі здійснюється комплексний огляд літератури, що висвітлює природу ритм-ігор, підходи до побудови рівнів, а також аналіз популярних аналогів. Це дозволяє визначити сильні та слабкі сторони існуючих рішень, окреслити критерії якості level-дизайну та сформулювати методологічні засади для подальшого емпіричного дослідження [15].

1.1 Теоретичні аспекти та жанрова специфіка ритм-ігор

Ритм-ігри являють собою унікальний жанр електронних розваг, у якому музична композиція виступає як елемент атмосферного супроводу та як фундаментальна основа ігрової механіки.

Ритм-ігри можна вважати одним із найбільш «музично залежних» жанрів, оскільки їхні механіки формуються безпосередньо на основі музичних характеристик, а не навпаки. Наукові дослідження свідчать, що ритм-ігри активують одразу декілька когнітивних систем:

- аудіальну систему, відповідальну за розпізнавання темпу та ритму;
- моторну систему, яка здійснює відтворення руху в заданий момент;
- візуальну систему, що відповідає за розпізнавання графічних нот;
- систему прогнозування (predictive coding), яка дозволяє гравцю передбачити майбутні події на основі закономірностей.

Саме тому ритм-ігри часто використовують як інструмент розвитку реакції, слуху, пам'яті та координації. У більшості випадків гравець одночасно аналізує музичну фразу, прогнозує наступний патерн і виконує дію з точністю до десятків мілісекунд [12].

Важливою характеристикою, що відрізняє ритм-ігри від суміжних жанрів, є механізм оцінювання успішності. Він базується на концепції «вікна таймінгу» (timing window). Це часовий інтервал, що вимірюється в мілісекундах, протягом якого дія гравця вважається правильною. Чим ближче дія гравця до ідеального математичного центру біта, тим вищу оцінку та кількість балів він отримує. Такий підхід зміщує фокус гравця зі стратегічного планування, притаманного RPG чи стратегіям, на розвиток м'язової пам'яті, почуття ритму та швидкості реакції. Помилки у виконанні призводять не лише до втрати очок, але й часто до аудіальних спотворень, переривання музики або появи дисонуючих звуків, що руйнує імерсивність та сигналізує про порушення ігрового потоку [9].

Психологічний аспект ритм-ігор тісно пов'язаний із теорією «стану потоку» (Flow State), розробленою Мігаєм Чиксентмігаї. Завдяки чітко поставленим цілям, негайному зворотному зв'язку та балансу між складністю патернів і навичками гравця, цей жанр є одним із найефективніших для досягнення глибокої концентрації. Гравець входить у стан, де свідомо обробка кожного окремого елемента замінюється підсвідомим, автоматизованим реагуванням на знайомі патерни, що супроводжується відчуттям контролю та задоволення від процесу.

Еволюція жанру призвела до появи різноманітних варіацій ігрового процесу, які можна класифікувати за способом просторової організації нот. Найбільш поширеним типом є ігри з вертикальною прокруткою (VSRG – Vertical Scrolling Rhythm Games), де ноти падають по фіксованих доріжках, імітуючи гру на музичних інструментах, таких як піаніно чи гітара. Іншим поширеним напрямком є ігри з вільним розміщенням об'єктів, де ноти можуть з'являтися у будь-якій частині екрана, вимагаючи від гравця не лише ритмічності, але й розвинутої координації рухів по площині. Сучасні ритм-ігри можна умовно поділити на кілька категорій:

- кнопкові (osu!, Cytus, Deemo);
- VR-ігри (Beat Saber, Ragnarock);
- раннери з ритмічними подіями (Muse Dash);
- платформери з музичною синхронізацією (Geometry Dash);
- мобільні вокалоїд-проекти (Hatsune Miku: Colorful Stage).

Кожен підвид має свої унікальні характеристики, проте всі вони зберігають спільну основу залежність геймплею від музики [10].

1.2 Level-дизайн у ритм-іграх

Level-дизайн – це процес створення структури, логіки та змісту ігрових рівнів, який визначає взаємодію гравця з ігровим середовищем. У класичних жанрах він охоплює проектування простору, розташування об'єктів,

маршрути, темп просування та ігрові виклики. Однак у ритм-іграх level-дизайн набуває специфічного характеру, оскільки основою рівня стає не простір, а час, повністю підпорядкований музичній композиції. У цьому контексті дизайнер рівня виконує функцію «музичного перекладача», перетворюючи аудіоматеріал на послідовність інтерактивних подій, які гравець має виконувати у синхроні з музичною структурою. Саме тому рівень у ритм-грі є одночасно інтерпретацією музики, візуальною композицією і набором геймплейних завдань [4].

Критерії якості level-дизайну є багатограними та визначають загальну успішність ігрового продукту. Ключовим критерієм є ігровий баланс, який передбачає створення справедливих умов для гравця. Рівень складності повинен відповідати поточним навичкам користувача, забезпечуючи виклик, але не викликаючи фрустрації через неможливість проходження. Важливим аспектом також є читабельність ігрового простору: гравець повинен чітко розрізняти інтерактивні об'єкти, перешкоди та фонові елементи. Низька читабельність часто призводить до помилок, які гравець сприймає як несправедливі, що негативно впливає на загальне враження від гри.

Окрім функціональних аспектів, критерієм якості виступає імерсивність та нарративна цілісність. Дизайн рівня повинен підтримувати загальну історію та атмосферу гри, створюючи переконливий світ, який функціонує за внутрішньою логікою. Розташування об'єктів та архітектура мають не лише служити геймплейним цілям, але й розповідати історію оточення (environmental storytelling) [2]. Таким чином, професійний левел-дизайн є симбіозом архітектури, психології та інженерії, спрямованим на забезпечення максимального залучення гравця у віртуальний простір. Основні принципи level-дизайну у ритм-іграх:

- ритмічна узгодженість – події мають відповідати структурі музики: долям, тактам, фразам та акцентам. Відсутність синхронізації руйнує відчуття музичності;

- читабельність патернів – гравець повинен швидко розпізнавати типи подій, їх напрям, темп і складність. Чітка візуальна мова підвищує комфорт гри;
- поступовість складності – введення нових патернів має бути плавним і відповідати музичному розвитку, а не хаотичним. Це дозволяє гравцю адаптуватися;
- композиційна логіка – структура рівня повинна узгоджуватися з драматургією треку: розвитком напруги, кульмінацією, спаданням інтенсивності;
- аудіовізуальна когерентність – візуальні ефекти, підсвічування, кольори та анімації повинні підсилювати музичні події;
- оптимальний темп подій – щільність патернів має відповідати можливостям гравця та ритмічним характеристикам композиції;
- миттєвий та інформативний фідбек – точне потрапляння має супроводжуватися звуковими і візуальними сигналами, що підтримують відчуття ритмічності.

Level-дизайн у ритм-іграх є одним із ключових аспектів, що визначають якість взаємодії між гравцем та музичним контентом. На відміну від традиційних жанрів, де рівень розглядається як просторове середовище, яке має бути пройдено, у ритм-іграх рівень є насамперед часовою структурою, що відображає ритмічну, темпову й композиційну організацію музичної композиції. Тому розроблення рівнів у таких проєктах передбачає переосмислення музичного матеріалу як послідовності інтерактивних подій, де кожен елемент геймплею виконує функцію музичної інтерпретації. Критерії якості level-дизайну у ритм-іграх:

- синхронізація (Sync), відповідність подій музичним акцентам та їх точне розташування у часі;
- читабельність (Readability), зрозумілість візуальних сигналів і можливість швидко інтерпретувати патерни;
- баланс складності (Difficulty Balance), узгодженість між можливостями гравця, темпом музики та інтенсивністю подій;

- музикальність (Musicality): відповідність структури рівня музичній фразовості та динаміці композиції;
- емоційне залучення (Engagement), здатність рівня викликати інтерес, підтримувати стан потоку та відповідати емоційному розвитку музики.
- функціональний фідбек (Feedback Quality), інформативність реакції гри на дії гравця, чітке розрізнення влучань різної точності.

Ритм у цьому контексті виступає не лише механічним орієнтиром для гравця, а й основним «скелетом» рівня, на якому вибудовуються патерни, зміни складності, акценти, візуальні ефекти та структура взаємодії. Дизайнер рівня фактично виконує роль аранжувальника, який перекладає музичні фрази на мову ігрових подій. Від точності та логічності цього перекладу залежить, наскільки рівень буде зрозумілим, приємним і відповідатиме очікуванням гравця [13].

У ритм-іграх особливу роль відіграють патерни, послідовності нот або подій, які утворюють ритмічну структуру рівня. Формування патернів передбачає врахування декількох параметрів: метричної пульсації, музичної фрази, інтенсивності, темпових змін та характеру звучання інструментів. Патерни відображають не тільки загальний ритм композиції, а й її внутрішню логіку: мелодію, гармонію, контрапункти та динамічні переходи. Успішний level-дизайн передбачає, що патерни не суперечать музичній структурі, а підсилюють її, роблячи геймплей інтуїтивнішим.

Одним із головних завдань дизайнера є забезпечення читабельності, здатності гравця швидко розпізнавати та передбачати події. У ритм-іграх читабельність може бути пов'язана як із візуальними елементами (контрастність, напрямки руху, форма об'єктів), так і з музичними сигналами. Відсутність читабельності створює відчуття хаосу, коли гравець не може інтерпретувати логіку рівня, навіть якщо події формально синхронізовані з музикою. Тому вдалий level-дизайн налагоджує баланс між складністю, інтуїтивністю та передбачуваністю [6].

Важливою складовою є також аудіо-візуальна коегерентність, узгодженість між звуковими і візуальними елементами. У ритм-іграх візуальні

сигнали виступають не просто декоративними, а функціональними. Вони повинні підсилювати музичні акценти, підказувати гравцю майбутні події та робити геймплей більш зрозумілим. Невідповідність між звуковою і візуальною частинами часто призводить до втрати орієнтації й зниження ефективності гри.

Одним із важливих аспектів, що впливає на якість level-дизайну, є система фідбеку, яка формує емоційну реакцію гравця. Миттєвий зворотний зв'язок у вигляді звукових сигналів, візуального підсвічування, анімацій або рахункових ефектів дає гравцю чітке розуміння успішності його дій [5].

1.3 Аналіз аналогів

Для практичного розуміння підходів до level-дизайну в ритм-іграх проведено аналіз кількох популярних сучасних проєктів, які є еталонними з точки зору візуального стилю, структури рівнів та інтеграції музики в геймплей.

Дизайн рівнів у Beat Saber є ключовим елементом, який формує унікальний досвід гри. На відміну від традиційних ритм-ігор, де головним є точне натискання клавіш у потрібний момент, Beat Saber працює з простором, тілом і музикою одночасно. Рівень спроектований так, щоб кожен рух гравця відчувався природно, ритмічно й естетично узгоджено з музикою.

Основою дизайну є композиційна структура треку, кожна секція пісні має свій ритмічний малюнок, темп і динаміку, що відображаються у розташуванні блоків. Дизайнер не просто розставляє перешкоди він інтерпретує музику у просторі, переводячи звукові акценти у візуальні патерни рухів. Наприклад, короткі ударні звуки можуть позначатися швидкими послідовностями блоків, а плавні мелодійні лінії широкими, розмашистими жестами.

Важливим аспектом є геометрія рухів. Розташування блоків визначає траєкторію рук гравця, створюючи «хореографію» рівня. Добре

спроєктований рівень не змушує робити незручних або хаотичних рухів, він веде гравця плавно, дозволяючи тілу природно відповідати на музику. Такий підхід називають кінетичним дизайном, адже він поєднує фізичний комфорт з художнім ритмом [14].

Візуальне оточення рівня теж є частиною дизайну освітлення, туман, пульсація світла і фон реагують на ритм, підсилюючи емоційне занурення. Кожен трек має свою атмосферу від холодних неонових відтінків до теплих енергетичних вибухів. Це не лише візуальний ефект, а інструмент, який підкреслює музичні акценти і впливає на сприйняття руху.

Beat Saber (рис. 1.1) обмежено простір для креативності гравця рухи суворо підпорядковані дизайну рівня, тому досвід гри стає передбачуваним. Крім того, потреба у VR-обладнанні та достатньому просторі зменшує доступність гри, а надмірна фізична активність призводить до швидкої втоми. Візуальні патерни часто повторюються, що знижує відчуття новизни.



Рисунок 1.1 – Показ рівня у Beat Saber

У підсумку, дизайн рівнів у Beat Saber це симбіоз музики, руху й простору. Він створює досвід, у якому звук набуває форми, а гравець стає учасником інтерактивного перформансу. Такий підхід показує, що level-

дизайн може бути не лише технічним, а й художнім процесом, який передає емоції через динаміку, колір і ритм [1].

На відміну від VR-проектів на кшталт Beat Saber, Osu! зосереджено на площинному просторі, де гравець взаємодіє з послідовністю елементів на екрані колами, слайдерами й спінерами. Кожен рівень (beatmap), візуальна партитура композиції, у якій кожен елемент має свій ритмічний акцент, динаміку та графічне відображення звукових нюансів.

Дизайн рівнів в Osu! (рис. 1.2) можна розглядати, як поєднання музичної інтерпретації та візуальної композиції. Маппери (дизайнери рівнів) не лише розставляють об'єкти у відповідності до темпу, а й створюють візуальний ритм, розташування елементів на екрані формує відчуття руху, напрямку та енергії. Наприклад, плавні слайдери відповідають мелодійним лініям, а короткі серії кіл ударним ритмам або вокальним акцентам. Так гра перетворюється на візуальну «танцювальну нотацію», де рух курсора стає продовженням музики. Ці три аспекти взаємопов'язані, коли дизайнер створює рівень, він балансує між музичною точністю, естетикою руху та зручністю геймплею.



Рисунок 1.2 – Показ рівня у Osu!

Особливістю Osu! є її спільнотний підхід до дизайну. Тисячі користувачів по всьому світу створюють власні рівні, експериментуючи з формами, відстанями, кольоровими схемами та ритмічними структурами. Це сприяло появі авторських стилів дизайну, які відрізняються від мінімалістичних і технічних до експресивних і майже художніх. У результаті, Osu! стала платформою не лише для гри, а й для творчої самореалізації через дизайн ритму.

Дизайнери рівнів використовують такі принципи, як читабельність, потік (flow) і таймінг. Об'єкти розташовуються так, щоб рух між ними був плавним і інтуїтивно зрозумілим, це створює своєрідну «хореографію миші». Добре спроектований рівень веде гравця через музику без напруги, дозволяючи йому «відчувати» композицію через рух. Водночас точність синхронізації з аудіо залишається ключовою, навіть невелике зміщення об'єкта може порушити ритмічне відчуття.

Візуальний дизайн також має навчальний аспект, кольори, рух і форма елементів допомагають гравцю не лише чути, а й бачити структуру музики. Osu! демонструє, як дизайн може перетворити звуковий досвід у візуально-кінетичний, навчаючи гравця інтуїтивно розуміти ритм, динаміку й композицію.

Головною проблемою гри є високий поріг входу новим гравцям важко пристосуватись до швидкого темпу й складної ритміки. Через те, що більшість рівнів створює спільнота, якість карт варіюється одні мають продуманий дизайн, інші страждають від хаотичної побудови. На складних рівнях гра може перевантажувати візуально, а відсутність сюжету або емоційної складової робить процес механічним. Крім того, гра надмірно залежить від активності спільноти, без якої розвиток контенту сповільнюється. Таким чином, Osu! – це приклад гри, де дизайн рівнів стає засобом музичного мислення. Тут гравець не просто реагує на ноти, а бере участь у створенні візуального перекладу музики, відчуваючи кожен звук як рух і форму [7].

Geometry Dash поєднує у собі елементи платформера та ритм-гри, створюючи унікальний досвід, де рух персонажа повністю синхронізований із

музичним ритмом. У цій грі все підпорядковано темпу композиції від стрибків до зміни локацій, кольору, фону й візуальних ефектів. Гравець не просто проходить перешкоди, а фактично «рухається крізь музику», де кожна нота визначає момент дії.

Дизайн рівнів у Geometry Dash (рис. 1.3) є прикладом точного балансу між музикою, геометрією та геймплеєм. Кожен рівень будується навколо обраного треку, і структура карти повністю повторює його ритмічну динаміку. Розробники та користувачські маппери проектують платформи, пастки, портали і перешкоди так, щоб кожен стрибок або рух збігався з ударом барабана чи мелодійним акцентом. Це створює відчуття, що музика «веде» гравця через рівень.

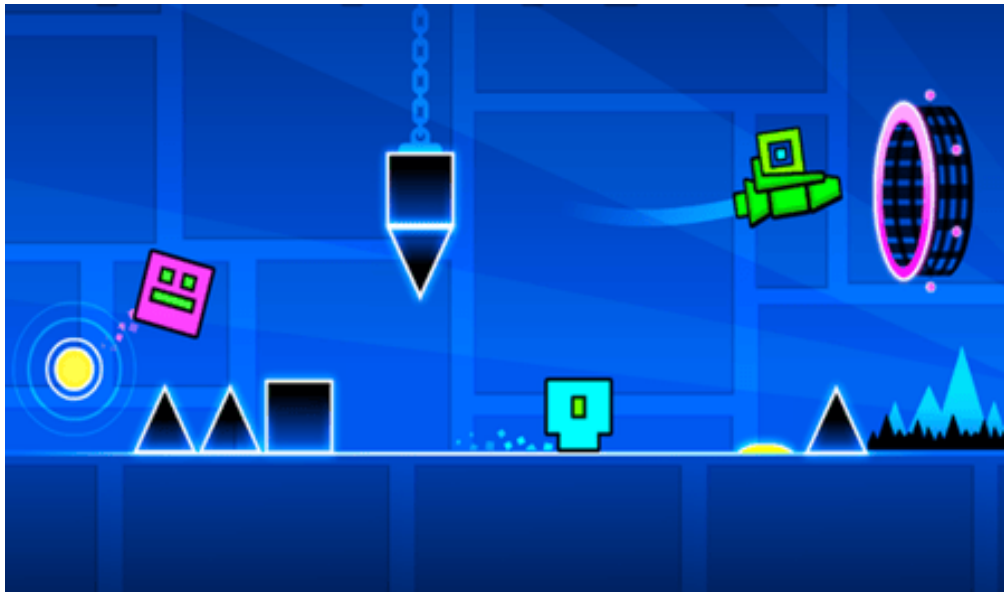


Рисунок 1.3 – Показ рівня у Geometry Dash

Візуальний аспект має не менше значення. Дизайнери активно використовують геометричну симетрію, повторювані візерунки та зміни кольорової палітри, щоб підкреслити розвиток музичної композиції. Наприклад, у спокійних фрагментах рівень може бути освітлений м'якими відтінками, а під час інтенсивних секцій вибухати яскравими кольорами й світловими ефектами. Зміна палітри тут виконує роль емоційного маркера,

який підсилює ритмічний темп і допомагає гравцю відчувати музику не лише на слух, а й через зорове сприйняття.

Кожен новий сегмент рівня – це візуальна інтерпретація музичного фрагмента. Темп, висота звуку й ритмічний малюнок безпосередньо впливають на форму й структуру рівня, швидша музика вимагає коротших відстаней між перешкодами, складніших комбінацій і частіших змін напрямку руху. У більш повільних композиціях навпаки гравець отримує більше часу на реакцію, а дизайн стає плавнішим і симетричнішим.

Унікальність Geometry Dash полягає також у візуальній динаміці середовища. Фон, освітлення та частинки реагують на ритм, створюючи ефект «візуальної хвилі». Це перетворює рівень на своєрідну аудіовізуальну сцену, де геометричні фігури «танцюють» разом із музикою. Ритмічне миготіння, синхронізовані спалахи й колірні переходи утворюють відчуття єдиного потоку між музикою, рухом і простором.

Окрім цього, гра має потужний редактор рівнів, який дозволяє гравцям самостійно створювати й публікувати власні карти. Саме спільнота зробила Geometry Dash феноменом, тисячі користувацьких рівнів демонструють різні підходи до дизайну від мінімалістичних композицій до справжніх музично-візуальних шоу. Багато дизайнерів експериментують з кольором, формою, симетрією та синхронізацією, формуючи власні стилі.

Головним недоліком Geometry Dash головним недоліком є надвисока складність, що часто викликає фрустрацію, одна помилка змушує починати рівень заново. Механіка гри доволі одноманітна, адже гравець переважно лише стрибає, а візуальні ефекти іноді перевантажують екран. Редактор рівнів, хоч і потужний, має складний інтерфейс, тому створення якісних рівнів потребує великого досвіду.

Таким чином, дизайн рівнів у Geometry Dash – це поєднання математичної точності та художньої експресії. Він вимагає від творця розуміння структури музики, темпу, ритму та візуальної композиції. Кожен елемент має своє місце і функцію, перешкода стає нотою, колір емоцією, а рух

музичною фразою. Це гра, у якій звук, форма і ритм об'єднуються в єдину мову дизайну, що дозволяє гравцю буквально бачити музику в дії [3].

Level-дизайн Muse Dash (рис. 1.4) орієнтований на створення емоційного резонансу між гравцем і музикою. Персонаж рухається автоматично, а завдання гравця, натискати клавіші у відповідності до ритму, атакуючи ворогів або ухиляючись від перешкод. Кожна дія чітко синхронізована з музикою, тому рухи персонажа здаються частиною танцю. Це створює ефект візуального «перформансу», де гравець ніби диригує сценою.

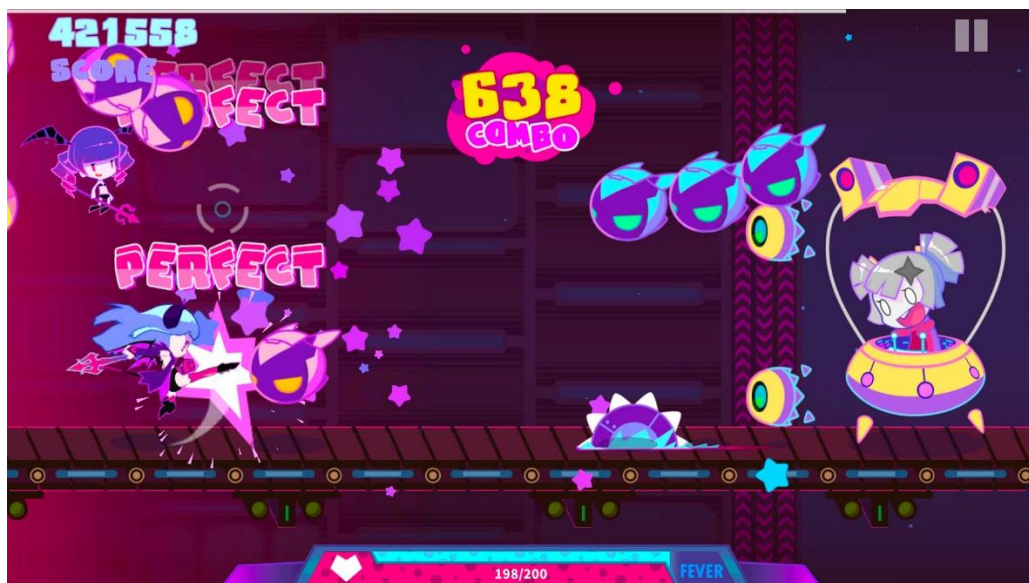


Рисунок 1.4 – Показ рівня у Muse Dash

Рівні Muse Dash побудовані за принципом візуальної ритмічності, елементи фону, вороги, ефекти та навіть рухи персонажа пульсують у такт композиції. Гравець опиняється у світі, який буквально «дихає музикою». Візуальні акценти (спалахи, вибухи, змінні фони) підкреслюють структуру треку, вступ, куплет, приспів, фінал і допомагають орієнтуватися у темпі.

Ще однією особливістю дизайну Muse Dash є поєднання ритму та наративу через візуальну естетику. Героїні гри мають власний стиль, емоційність і тематику, що відповідають певним жанрам музики від електроніки до року чи класики. Таким чином, візуальний образ персонажа стає продовженням музичного стилю, а дизайн рівня його сценічним оформленням.

У структурі рівнів простежується поступове нарощування складності, спочатку рухи й атаки синхронізовані з базовим ритмом, потім додаються додаткові візуальні стимули, нові вороги й швидші послідовності нот. Це формує відчуття прогресії, коли гравець не просто реагує на музику, а «вростає» у неї, досягаючи стану потоку.

Muse Dash дизайн відзначається яскравістю, проте геймплей дещо поверхневий через обмежену кількість дій робить гру більш казуальною, але менш глибокою. Незважаючи на привабливу естетику, фон і візуальні ефекти часто повторюються, а різкі зміни темпу ускладнюють адаптацію до ритму. Відсутність розвиненого сюжету не дозволяє розкрити потенціал персонажів, а надлишок кольорів і спалахів може відволікати від самої музики.

Hatsune Miku: Colorful Stage! – це сучасний приклад того, як ритм-ігри можуть поєднувати вокалоїдну музику, дизайн персонажів, сценографію та емоційний level-дизайн (рис. 1.5). На відміну від класичних ритм-ігор, що зосереджуються лише на точності виконання, ця гра перетворює кожен рівень на повноцінне сценічне дійство, у якому музика, візуальний фон, анімація героїв і кольорові ефекти працюють як єдина система.



Рисунок 1.5 – Показ рівня у Hatsune Miku: Colorful Stage!

Наративний дизайн рівнів одна з ключових особливостей гри. Кожна пісня має власний сюжет, емоційний підтекст і візуальний стиль, що відображаються через декорації, світлові ефекти, міміку персонажів і палітру кольорів.

Level-дизайнери *Natsune Miku: Colorful Stage!* активно використовують принципи сценографії, властиві театру та концертним шоу. Кожен рівень побудований, як мініатюрна сцена, де поєднуються просторовий дизайн, освітлення, композиція та динаміка камери. Під час виконання треку змінюється перспектива, колір і насиченість світла, що підкреслює кульмінаційні моменти пісні. Завдяки цьому гра створює відчуття реального виступу на сцені, де гравець стає не глядачем, а активним учасником вистави.

Окрему увагу приділено дизайну персонажів, які не лише виконують музику, а й передають її емоційний зміст. Вирази облич, жести та рухи героїв синхронізовані з вокалом, що підсилює занурення у настрій композиції. Це робить кожен трек не просто ігровим завданням, а емоційним переживанням, у якому гравець відчуває музику на глибшому рівні, через емпатію до персонажів.

Попри високу художню цінність і вражаючу якість візуального оформлення, *Natsune Miku: Colorful Stage!* має низку помітних недоліків у своєму дизайні, що впливають на глибину геймплею та емоційне залучення гравця. Один із ключових недоліків полягає у залежності від сценічної структури рівнів, яка, хоч і створює яскраве візуальне враження, водночас обмежує інтерактивність. Більшість рівнів у грі побудовані як музичні кліпи з уже зафіксованими рухами, декораціями та світловими ефектами, тому гравець часто виступає не активним творцем дії, а радше спостерігачем за задалегідь поставленим шоу. Це знижує рівень залученості та руйнує відчуття впливу на ігровий простір.

Недоліком у контексті level-дизайну можна вважати й повторюваність сценічних елементів. Хоча кожна пісня має свій сюжет і атмосферу, структура рівнів часто повторює однакові прийоми: схожі камери, світлові акценти, типові кольорові схеми. Це призводить до того, що візуальна мова гри втрачає

унікальність, а емоційна крива виступів стає передбачуваною. Рівні, які спочатку здаються глибокими й різноманітними, з часом починають сприйматися як варіації одного шаблону.

Крім того, дизайн інтерфейсу гри має свої недоліки. Незважаючи на стильність, він часто перевантажений другорядними елементами аватарами, діалогами, меню, соціальними функціями. Це відволікає від основної ігрової дії та порушує цілісність занурення у музичний процес. Іноді важливі елементи керування або ритмічні позначки губляться на фоні яскравої анімації, що створює труднощі у сприйнятті під час динамічних моментів.

У підсумку, *Hatsune Miku: Colorful Stage!* демонструє, як сучасний level-дизайн може виходити за межі механіки й ставати інструментом емоційного оповідання. Тут музика, візуальний стиль, сценографія та наратив зливаються у єдину систему, створюючи синестетичний досвід, коли звук, колір і рух сприймаються як різні аспекти однієї естетичної дії [11].

2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Ритм-ігри формують унікальний формат взаємодії між гравцем і музичним контентом, у якому якість level-дизайну виступає ключовим чинником емоційного впливу та загальної ефективності ігрового досвіду. На основі проведеного огляду літератури та аналізу сучасних ритм-ігор можна припустити, що структурна узгодженість рівнів, точність синхронізації ігрових подій із музичною композицією та композиційна логіка побудови патернів безпосередньо визначають інтенсивність емоційної реакції користувачів, рівень їхньої залученості та сприйняття ритмічного потоку. У зв'язку з цим виникає необхідність у спеціальному дослідженні, спрямованому на уточнення ролі ритмічно і композиційно збалансованого level-дизайну у формуванні досвіду взаємодії гравця з ритм-грою [8].

Метою дослідження є аналіз рівневого дизайну в ритм-іграх та визначення його впливу на емоційну реакцію, залученість і загальну задоволеність користувачів. Для перевірки цієї мети сформульовано гіпотезу про те, що продуманий, ритмічно узгоджений та композиційно збалансований level-дизайн є визначальним чинником, який формує позитивну емоційну відповідь гравця і підсилює його ефективність у взаємодії з музичним контентом. Таким чином, передбачається, що якісна структура рівнів не лише покращує об'єктивні показники гри, але й посилює суб'єктивне відчуття задоволення, ритмічного «потoku» та музичної зануреності.

Об'єктом даного дослідження є level-дизайн у сучасних ритм-іграх, а предметом, методи впливу ритмічно структурованого та композиційно організованого дизайну рівнів на емоційний стан, залученість та ефективність дій гравця.

3 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Метод експертних оцінок – це сукупність прийомів та процедур, які дозволяють отримати обґрунтовані висновки щодо складних об’єктів або явищ на основі аналізу, здійсненого спеціалістами, що володіють відповідними знаннями, досвідом та професійними компетенціями. Він є особливо важливим у тих ситуаціях, коли досліджуваний об’єкт має творчий, суб’єктивний або багатокомпонентний характер, а отже не може бути оцінений виключно за допомогою формальних, статистичних чи експериментально-лабораторних методів [16]. Особливістю метода є те, що він дозволяє перетворити суб’єктивні судження експертів на кількісні дані. Це досягається завдяки стандартизованим шкалам оцінювання, статистичній обробці результатів та застосуванню формул для визначення узгодженості. Перед проведенням аналізу кожному експертові пропонується оцінити рівні за наперед визначеною шкалою, що дозволяє формалізувати такі характеристики, як ритмічна точність, композиційна логічність, темпова відповідність, читабельність візуальних патернів та емоційна виразність.

Першим етапом опрацювання експертних даних є підрахунок загальної суми оцінок, яку отримав кожний об’єкт експертизи (гра) за певним критерієм. Сума дозволяє визначити загальний рівень підтримки експертів.

$$S = \sum_{i=1}^n x_i, \quad (3.1)$$

де x_i – оцінка, яку поставив i -й експерт;

n – загальна кількість експертів.

Ця величина використовується для подальших розрахунків середнього значення та відносної ваги критеріїв. Цей параметр є важливим для перевірки стабільності результатів, низькі значення свідчать про надійність і відсутність значних розбіжностей між оцінками.

Для порівняння ступеня розкиду оцінок між різними критеріями використовується коефіцієнт варіації:

$$v = \frac{s}{\bar{x}}, \quad (3.2)$$

де s – середньоквадратичне відхилення,
 \bar{x} – середня оцінка.

Узгодженість експертів є ключовим показником надійності отриманих даних. Для її перевірки найчастіше використовують коефіцієнт конкордації Кендалла (W). Він визначається за формулою:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3-n)}, \quad (3.3)$$

де S – сума квадратів відхилень сум рангів від їх середнього значення;
 m – кількість експертів;
 n – кількість оцінюваних об'єктів (рівнів).

Якщо значення W наближається до 1, це означає високий рівень узгодженості експертів; значення, близькі до 0, свідчать про розбіжності у судженнях. Таким чином, цей коефіцієнт дозволяє перевірити, наскільки отримані дані можна вважати достовірними та репрезентативними. У деяких випадках експертам можуть надаватися різні ваги залежно від їхнього досвіду або рівня компетентності. Ваговий коефіцієнт експерта визначається:

$$w_i = \frac{k_i}{\sum_{j=1}^n k_j}, \quad (3.4)$$

де k_i – індивідуальна оцінка компетентності експерта,
 m – загальна кількість експертів.

Використання ваг дозволяє коректніше інтерпретувати результати, коли експерти мають різний рівень професійного досвіду у сфері ритм-ігор, музичної композиції або геймдизайну. Метод експертних оцінок також дозволяє аналізувати інтегральний показник якості кожного рівня. Якщо експерти оцінюють рівні за декількома параметрами, загальна оцінка визначається як зважена сума:

$$Q = \sum_{i=1}^p a_i x_i, \quad (3.5)$$

де x_i – оцінка рівня за i -тим параметром,
 a_i – ваговий коефіцієнт параметра,
 p – кількість параметрів.

Отримані дані не лише дозволяють порівняти різні варіанти дизайну, але й слугують підґрунтям для подальшого експериментального дослідження, спрямованого на перевірку гіпотези щодо впливу ритмічно узгодженого level-дизайну на емоційний досвід гравця [17].

Оцінювання якості level-дизайну в ритм-іграх має специфіку, яка відрізняє цей жанр від інших типів ігор. На відміну від платформерів, шутерів або головоломок, ритм-ігри поєднують часову структуру музики, геймплейні сигнали та візуальні патерни, що робить їхній дизайн одночасно музичним і інтерактивним явищем. Саме тому використання методу експертних оцінок у цьому контексті є найбільш ефективним способом виявлення закономірностей у сприйнятті рівнів та визначення того, наскільки дизайн відповідає музичній логіці й викликає емоційний відгук у гравця.

У контексті ритм-ігор метод експертних оцінок є особливо цінним, оскільки саме експерти здатні відрізнити якісний музично-синхронізований рівень від рівня з формально правильною, але композиційно бідною структурою. Композиційні деталі, такі як синкопи, зміни метру, поліритмія, акцентні зміни або фразова будова, часто виходять за межі компетенції пересічних гравців, але є ключовими для оцінки дизайну.

4 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Проведення експерименту є ключовим етапом дослідження, оскільки саме на цьому етапі перевіряється гіпотеза щодо того, що ритмічно узгоджений та композиційно збалансований level-дизайн ритм-ігор чинить істотний вплив на емоційну реакцію користувачів і ефективність взаємодії з музичним контентом. Для отримання об'єктивних і надійних результатів було прийнято рішення застосувати метод експертних оцінок, що дозволяє перетворити суб'єктивні професійні судження на формалізовані дані, придатні для статистичної обробки.

У дослідженні приймали участь 11 експертів. Це число не є випадковим: воно ґрунтується на методологічних рекомендаціях щодо застосування методу експертних оцінок. Наукові джерела та практичні керівництва вказують, що оптимальна кількість експертів має становити від 7 до 15 осіб, менша кількість знижує достовірність узгодженості, тоді як більша робить процес надмірно громіздким і ускладнює аналіз даних. Обрані одинадцять експертів забезпечують достатній рівень статистичної стабільності коефіцієнта конкордації Кендалла та дозволяють виявити як загальні тенденції оцінювання, так і індивідуальні відмінності у сприйнятті ритмічного дизайну.

Перед безпосереднім початком експертного оцінювання було проведено мозковий штурм, метою якого стала розробка системи критеріїв, за якими експерти надалі повинні були здійснювати оцінювання. Цей етап був необхідним для того, щоб усунути неоднозначність у розумінні ключових складових level-дизайну та виробити узгоджені параметри оцінки, зрозумілі кожному учаснику.

Під час мозкового штурму експерти обговорювали такі питання, як особливості ритмічної відповідності патернів до музичної структури, логіка композиційних переходів, читабельність візуальних сигналів, складність та темп, а також емоційний вплив рівня. Головним завданням стало виділення

тих характеристик, які мають найбільше значення для сприйняття ритм-ігрового рівня не лише з точки зору геймплейної ефективності, але й з позиції музичної логіки та емоційної виразності.

У результаті мозкового штурму була сформована система критеріїв, яка максимально точно відображає особливості оцінки візуальних і анімаційних елементів у ритм-іграх. Кожен критерій був включений до переліку не випадково, а на основі професійного обґрунтування та консенсусу експертів.

Для проведення експерименту було відібрано п'ять ритм-ігор, які репрезентують різні піджанри та підходи до level-дизайну: Beat Saber, Osu!, Geometry Dash, Muse Dash та Hatsune Miku: Colorful Stage. Вибір саме цих проєктів зумовлений їхньою популярністю, різноманіттям механік, високою впізнаваністю та принципово відмінними моделями ритмічної взаємодії. Це дозволяє формувати репрезентативну вибірку рівнів і забезпечує можливість порівнювати різні типи ритмічного дизайну в межах одного експериментального дослідження.

Beat Saber – це VR-ритм-гра, розроблена студією Beat Games, що стала одним із ключових драйверів популяризації індустрії віртуальної реальності. З моменту свого релізу у 2018 році проєкт отримав визнання як еталон музичної VR-гри, поєднавши фізичну активність, ритмічну точність і просторовий дизайн у єдину екосистему. Унікальність Beat Saber полягає в тому, що музичний рівень тут маніфестується не через абстрактні символи на плоскому екрані, а через тривимірні об'єкти (куби), які гравець повинен розсікати двома світловими контролерами, що імітують мечі. Ця механіка створює природну інтеграцію слухового та моторного сприйняття, де музика трансформується у безпосередній тілесний досвід (embodied interaction).

Основою ігрового процесу є механіка спрямованого розрізання. Кожен нотний блок має маркування у вигляді стрілки, що вказує напрямок необхідного удару, або крапки, що дозволяє вільний кут атаки. Це накладає на левел-дизайнера специфічну відповідальність: маппінг повинен враховувати біомеханіку людського тіла. У професійному середовищі мапперів це

називається принципом «Parity» (паритет) або логікою потоку. Суть принципу полягає у тому, що після удару знизу-вгору рука гравця опиняється у верхній позиції, тому наступний удар тією ж рукою логічно має бути спрямований зверху-вниз. Ігнорування цього правила призводить до виникнення «поганого потоку» (bad flow), що змушує гравця виконувати неприродні, рвані рухи, підвищуючи ризик травмування зап'ясть та плечей.

4.1 Характеристика ігор, обраних для експерименту

Ритмічний дизайн у Beat Saber формує складну хореографічну структуру. Ігрове поле являє собою сітку 4x3 (чотири лінії по ширині та три по висоті), що наближається до гравця. Використання крайніх ліній змушує гравця робити широкі замаху, залучаючи м'язи спини та корпусу, тоді як центральні лінії фокусуються на швидкості реакції рук. Окрім нотних блоків, рівні містять динамічні перешкоди у вигляді стін та бомб. Стіни змушують гравця переміщувати голову або все тіло вліво-вправо, а також присідати, що додає гри елементи фітнесу та поглиблює імерсивність. Таким чином, левел-дизайн виходить за рамки простого натискання кнопок у ритм і стає інструментом керування положенням тіла гравця у просторі.

Аналізуючи переваги дизайну Beat Saber, слід відзначити інтуїтивність візуальної мови. Колірне кодування (традиційно червоний для лівої руки та синій для правої) дозволяє гравцеві миттєво зчитувати патерни, розділяючи потік інформації на два канали. Проте, гра має і специфічні недоліки, пов'язані з обмеженням поля зору (Field of View) у шоломах віртуальної реальності. Однією з найпоширеніших помилок левел-дизайну є створення так званих «vision blocks» ситуацій, коли нотні блоки, розташовані на центральних лініях, перекривають видимість наступних елементів, унеможливаючи завчасне планування дій. Також, на відміну від ігор з клавіатурним керуванням, Beat Saber має фізичний поріг швидкості (speed limit), зумовлений інерцією

контролерів та фізичною витривалістю гравця, що вимагає від дизайнерів балансування між складністю та ергономікою.

У контексті даного дослідження Beat Saber виступає прикладом еволюції жанру від мікромоторики пальців до макромоторики всього тіла. Для детального аналізу принципів маппінгу доцільно розглянути різнопланові рівні:

– Imagine Dragons «Believer» (Normal) – цей рівень є взірцем структурно чистої, акцентної побудови. Дизайн чітко слідує за вокальною лінією та сильними долями перкусії. Тут переважають широкі, розмашисті рухи, які підкреслюють пафос та енергетику композиції, дозволяючи новачкові легко увійти в стан потоку (рис. 4.1);



Рисунок 4.1 – Рівень Imagine Dragons «Believer» (Normal)

– Camellia «Ghost» (Hard) – представляє категорію «tech» маппінгу. Рівень характеризується високою щільністю нот (NPS – notes per second) та складними геометричними патернами, такими як «стріми» (швидкі послідовні удари) та «кроси» (схрещування рук). Цей приклад дозволяє дослідити межі когнітивної обробки ритму та фізичної координації в умовах стресового навантаження (рис. 4.2).

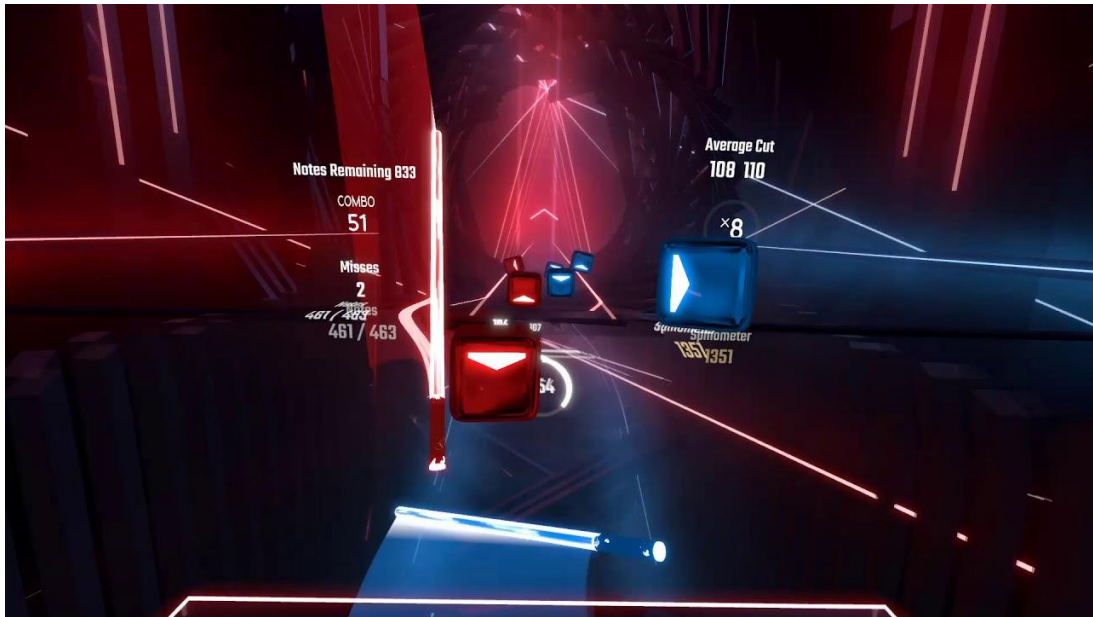


Рисунок 4.2 – Рівень Camellia «Ghost» (Hard)

Таким чином, аналіз Beat Saber дозволяє виокремити критичні параметри якості VR-лєвел-дизайну: збереження інерції руху, просторова читабельність та відповідність фізичного навантаження емоційній інтенсивності музичного треку.

Osu! є класичним представником жанру ритм-ігор, що базується на точній координації системи «око-рука» у двовимірному просторі. Гра ґрунтується на репрезентації ритмічної структури музики через три базові типи інтерактивних об'єктів: «хит-кола» (hit circles), «слайдери» (sliders) та «спінери» (spinners). На відміну від лінійних ігор з фіксованими доріжками, Osu! використовує весь простір екрану як активну ігрову зону. Це створює унікальний прецедент для дослідження лєвел-дизайну, оскільки маппер (дизайнер рівня) отримує повну свободу у розміщенні об'єктів, обмежуючись лише роздільною здатністю екрану та критеріями ергономіки руху курсору.

Лєвел-дизайн у Osu! є багатшаровим та складним процесом, який виходить за межі простої синхронізації. Він включає часову прив'язку до ритму, логіку геометричного розташування об'єктів, та найголовніше концепцію «спейсінгу» (spacing). У класичній теорії дизайну Osu! відстань між об'єктами на екрані корелює з часовим проміжком між ними: чим менше

часу між нотами, тим ближче вони мають бути розташовані. Однак, сучасний маппінг часто використовує варіативний спейсинг для акцентування (emphasis). Наприклад, сильні ударні звуки можуть позначатися більшою відстанню стрибка (jump), що вимагає різкішого руху рукою, імітуючи силу удару по інструменту. Таким чином, візуальна дистанція стає метафорою музичної інтенсивності.

На відміну від просторових VR-ігор, де домінує макромоторика тіла, *Osu!* зосереджується на прецизійній мікромоториці та точності реакції. Кожен патерн має відповідати мікроритму композиції, дрібним паузам, синкопам, вокальним мелізмам або інструментальним переходам. Важливим аспектом є «flow» (потік), траєкторія руху курсору від об'єкта до об'єкта. Якісний дизайн передбачає, що рух курсору має бути плавним і передбачуваним, утворюючи естетичні геометричні фігури (трикутники, квадрати, спіралі). Порушення потоку (наприклад, різкі кути без музичного обґрунтування) вважається помилкою дизайну, оскільки це руйнує імерсію та викликає фізичний дискомфорт.

Унікальною особливістю гри є те, що вона володіє однією з найбільших у світі баз користувачького контенту. Це дозволяє дослідникам аналізувати еволюцію стилів чартингу: від «олдскульного» симетричного стилю до сучасного «технічного» маппінгу. Для експериментального аналізу у рамках даної роботи доцільно розглянути різнопланові рівні, що демонструють контрастні підходи до дизайну:

– KANA-BOON «Silhouette» (Normal) – цей рівень є еталоном класичного, структурного підходу до дизайну. Він вирізняється чіткою геометричною структурою, де кожна музична фраза дзеркально відображена у візуальній мапі. Патерни тут інтуїтивні, а акцент зроблено на вокальну лінію. Це дозволяє дослідити, як передбачуваність та повторюваність патернів сприяють швидкому навчанню гравця та входженню у стан потоку (рис. 4.3);

– Camellia «Crystallized» (Hard) – цей приклад репрезентує так званий «технічний» стиль маппінгу. Музика композитора Camellia насичена складними електронними збивками, змінами темпу (BPM changes) та

поліритмією. Рівень відтворює це через нестандартні слайдери, «стріми» (щільні потоки нот, які треба натискати з високою частотою) та різкі зміни швидкості руху слайдерів. Аналіз такої карти дозволяє оцінити вплив когнітивного навантаження на гравця, коли візуальний ряд вимагає не просто реакції, а глибокого зчитування складної ритмічної структури (рис. 4.4).



Рисунок 4.3 – Рівень KANA-BOON «Silhouette» (Normal)

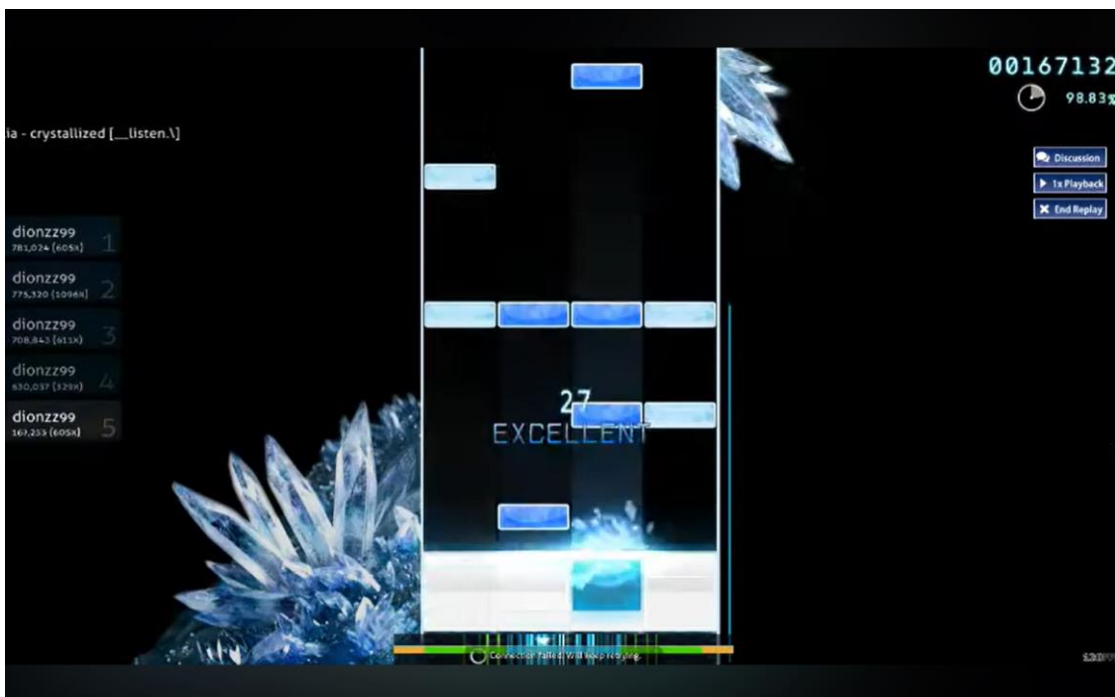


Рисунок 4.4 – Рівень Camellia «Crystallized» (Hard)

Geometry Dash займає унікальну нішу на перетині жанрів, формально класифікуючись як 2D-платформер, проте фактично функціонуючи за законами ритм-ігор. На відміну від класичних представників жанру, де гравець взаємодіє з абстрактними нотами, тут ігровий процес базується на подоланні фізичних перешкод, що жорстко синхронізовані з музичним темпом та структурою композиції. Цей феномен можна охарактеризувати як «безнотний ритмічний дизайн» (noteless rhythmic design), де роль візуального маркера ритму виконує сама геометрія рівня, шипи, платформи та прірви. Кожен стрибок або маневр персонажа є кінетичним відображенням звукового акценту, що створює ефект синестезії, де гравець сприймає музику через просторову навігацію.

Специфіка левел-дизайну в Geometry Dash полягає у трансформації музичного твору в лінійну смугу перешкод. Дизайнер (креатор) використовує широкий інструментарій для зміни геймплейних станів: портали зміни гравітації, зміни розміру персонажа, дзеркальне відображення екрану та, що найважливіше, зміни швидкості руху.

Важливою відмінністю Geometry Dash від класичних ритм-ігор є баланс між реакцією та запам'ятовуванням. Якщо ігри на кшталт *Beat Saber* чи *osu!* часто ставлять у пріоритет навичку читання з листа (sight-reading), то Geometry Dash значною мірою спирається на метод проб і помилок (trial-and-error) та розвиток м'язової пам'яті. Це зумовлено тим, що помилка в таймінгу тут призводить не до зниження оцінки, а до миттєвого завершення спроби. Однак, у якісному левел-дизайні зберігається принцип інтуїтивності: навіть без попереднього знання рівня гравець, який добре відчуває ритм, повинен мати можливість передбачити момент стрибка, орієнтуючись на музичні підказки. Це підтверджує тезу про те, що аудіо в грі виконує навігаційну функцію.

Для експериментального дослідження в рамках даної роботи доцільно виділити два еталонні рівні, що демонструють різні підходи до інтеграції ритму.

– «Stereo Madness» (Official) – це базовий рівень, який ілюструє найчистішу форму ритмічного дизайну: прості патерни «один біт – один

стрибок». Він дозволяє проаналізувати фундаментальний зв'язок між перкусією та дією без відволікання на складні механіки (рис. 4.5);

– «Electrodynamix» (Official) – цей рівень є значно складнішим і демонструє використання зміни швидкості (speed portals) як інструменту експресії. Синтезований, швидкий ритм треку тут підкріплюється візуальною динамікою та постійною зміною фізики руху, що дозволяє оцінити, як узгодженість складного геймплею з електронною музикою впливає на відчуття потоку (рис. 4.6).

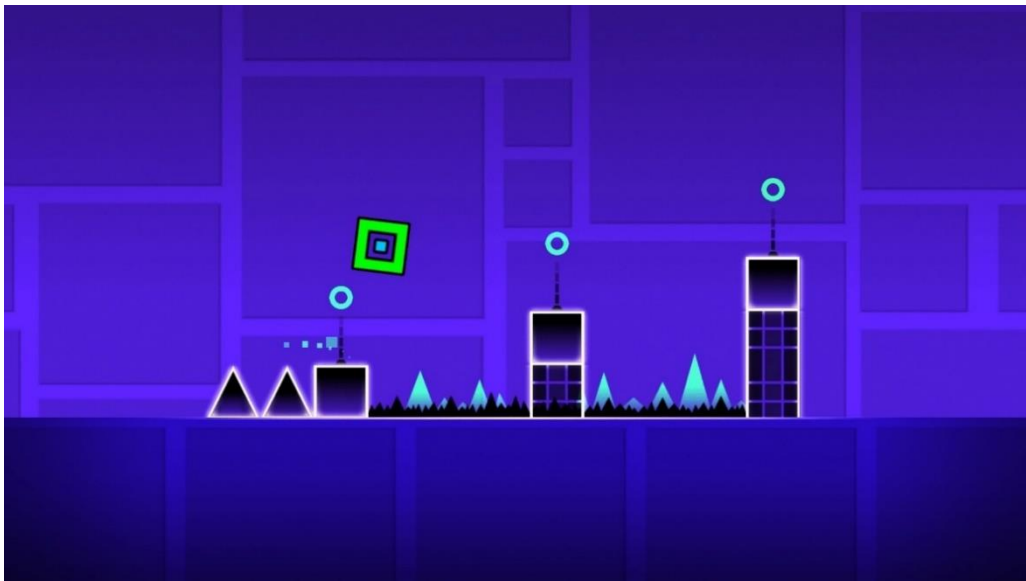


Рисунок 4.5 – Рівень «Stereo Madness» (Official)

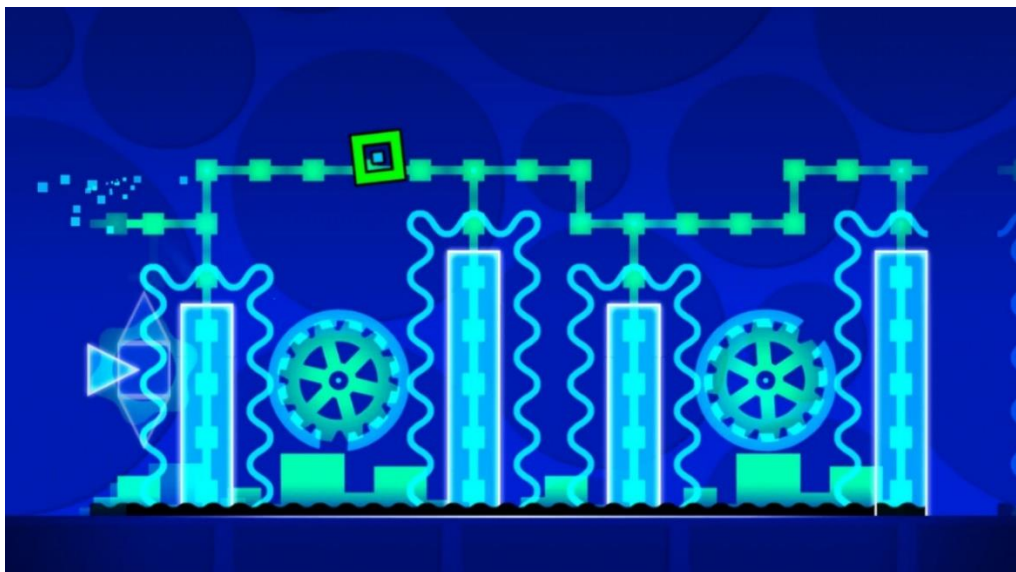


Рисунок 4.6 – Рівень «Electrodynamix» (Official)

Таким чином, Geometry Dash є критично важливим об'єктом для аналізу, оскільки демонструє, що ритмічна логіка може бути успішно імплементована в середовищі, де відсутні традиційні «ноти». Це розширює розуміння левел-дизайну ритм-ігор, доводячи, що синхронізація – це універсальний принцип, який може бути застосований до будь-якої інтерактивної системи.

Muse Dash представляє собою яскравий приклад сучасної жанрової гібридизації, органічно поєднуючи механіки двовимірного ритмічного раннера (side-scrolling runner) з елементами аркадного екшену. На відміну від суворо абстрактних інтерфейсів традиційних ритм-ігор, Muse Dash робить ставку на яскраву візуальну стилістику та персонажну анімацію, що дозволяє залучити ширшу, казуальну аудиторію. Основою геймплею є бінарна система керування: ігровий простір розділено на дві горизонтальні лінії (наземну та повітряну), кожна з яких відповідає певній кнопці або зоні екрана. Візуальна метафора ритму тут реалізована через бойову взаємодію: ноти представлені у вигляді ворогів, снарядів або пасток, які гравець повинен «атакувати» або оминати в момент ідеальної синхронізації з музичним тактом.

Попри візуальну «легкість», Muse Dash дозволяє реалізовувати складні ритмічні структури, що робить її цінним об'єктом для аналізу композиційної логіки. У рамках експериментального дослідження доцільно розглянути рівні, що демонструють різні підходи до синхронізації.

– «GHOST» (складність Normal) приклад роботи з ритмічним контрастом та чіткими перкусійними патернами. Дизайн тут фокусується на «фізичності» біту, де кожна сильна доля супроводжується візуально вагомою дією, що дозволяє оцінити базову ритмічну компетентність гравця (рис. 4.7);

– «Night Wanderer» (складність Master) демонструє більш складну архітектуру чарту з акцентом на вокальних фразах та мелодійних лініях. Висока щільність об'єктів та використання нестандартних патернів (наприклад, швидке перемикання між лініями) у цьому рівні дозволяють дослідити межі реакції та здатність гравця утримувати ритм в умовах візуального хаосу (рис. 4.8).



Рисунок 4.7 – Рівень «GHOST» (складність Normal)

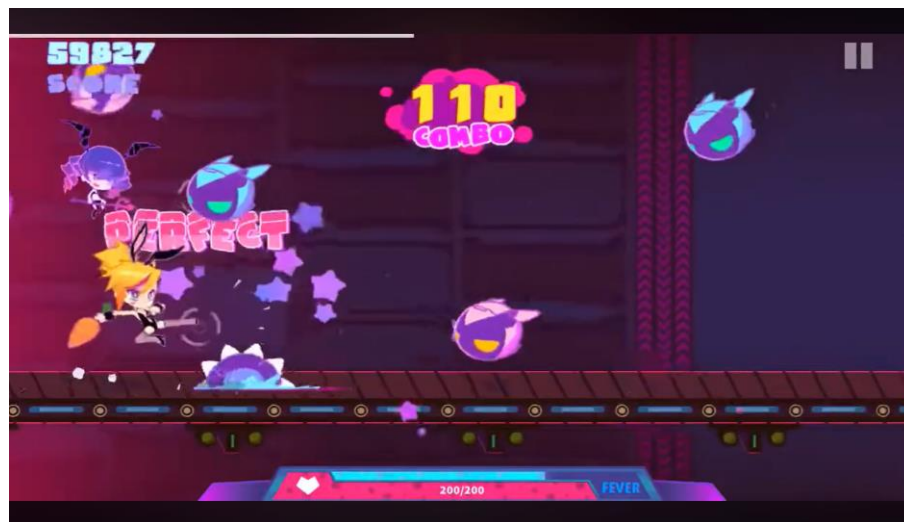


Рисунок 4.8 – Рівень «Night Wanderer» (складність Master)

Таким чином, Muse Dash у даному дослідженні виконує роль індикатора того, як експертні критерії оцінки ритмічності (точність, таймінг, узгодженість) працюють у контексті казуального, візуально орієнтованого продукту. Гра доводить, що навіть спрощена схема керування з двох кнопок при грамотному левел-дизайні здатна передавати складні музичні нюанси та забезпечувати повноцінний досвід сенсомоторної синхронізації.

Natsune Miku: Colorful Stage (у міжнародному просторі відома як Project SEKAI) репрезентує сучасний еталон мобільної ритм-гри, орієнтованої на сенсорні екрани. Жанрово гра належить до категорії VSRG (Vertical Scrolling

Rhythm Game), проте вона суттєво розширює класичну формулу завдяки введенню динамічної ширини ігрових доріжок та специфічних механік взаємодії. На відміну від спільно-орієнтованих платформ на кшталт Osu!, де контент генерується користувачами, екосистема Colorful Stage базується на закритому циклі виробництва, всі ігрові рівні створюються кваліфікованими фахівцями. Цей підхід гарантує високу концептуальну цілісність, відсутність технічних помилок у таймінгу та стабільну криву складності, що робить гру ідеальним об'єктом для аналізу професійних стандартів левел-дизайну.

Візуальний стиль гри також є функціональним елементом дизайну. Зміна ширини нот та викривлення слайдерів під час гри дозволяють мапперам керувати увагою гравця та створювати візуальні метафори (наприклад, звуження доріжки в моменти затишся та розширення під час кульмінації). Для порівняльного експерименту в рамках даної роботи доцільно обрати два контрастні рівні.

– Hatsune Miku «Tell Your World» (складність Normal) – це класичний приклад збалансованої композиційної логіки, де дизайн фокусується на плавності потоку та передбачуваності патернів, що дозволяє оцінити базові принципи побудови зручного рівня (рис. 4.9);



Рисунок 4.9 – Hatsune Miku «Tell Your World» (складність Normal)

– Vivid BAD SQUAD «Ready Steady» (складність Master) – цей рівень є технічно складним випробуванням, насиченим щільними ритмічними структурами, синкопами та швидкими змінами патернів, що дозволяє дослідити реакцію гравця на стресові умови та складну поліритмію (рис. 4.10).



Рисунок 4.10 – Vivid BAD SQUAD «Ready Steady» (складність Master)

У контексті загального дослідження, Hatsune Miku: Colorful Stage виконує роль «контрольної групи» з еталонною якістю. Завдяки професійному походженню карт, вона дозволяє чітко розмежувати помилки гравця, викликані складністю, від помилок, викликаних недоліками дизайну, що часто зустрічається в аматорських проектах.

4.2 Дослідження №1. Оцінка level-дизайну ритм-ігор з позиції гравців

Успіх ритм-гри визначається насамперед тим, наскільки комфортно та захопливо гравцеві взаємодіяти з ігровим середовищем. З позиції гравця level-дизайн сприймається не як набір технічних патернів, а як комплексний аудіовізуальний досвід, що включає читабельність інтерфейсу, гармонію кольорів, синхронізацію анімації з музикою та загальний емоційний вплив.

Для забезпечення об'єктивності дослідження та нівелювання фактору особистих смаків було обрано метод експертних оцінок. Для встановлення значущості критеріїв оцінювання level-дизайну ритм-ігор було проведено експертне опитування серед 11 фахівців, які мають досвід у розробці, проєктуванні або аналітиці ритмічних та музичних ігор. Кожен експерт здійснив оцінювання важливості п'яти критеріїв за 10-бальною шкалою, де 1 – мінімальна важливість, а 10 – максимальна (табл. 4.1, 4.2).

Таблиця 4.1 – Визначення важливості критеріїв

| Визначення важливості критеріїв | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------------|
| Експерти | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Сума оцінок |
| Синхронізація візуалу з музикою | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 5 | 6 | 59 |
| Кольорова гармонія | 9 | 8 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 9 | 96 |
| Ритм руху та анімаційна динаміка | 8 | 9 | 7 | 8 | 9 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 7 | 87 |
| Просторова композиція та читабельність | 7 | 7 | 8 | 7 | 7 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 8 | 81 |
| Емоційний вплив | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 62 |

Таблиця 4.2 – Підсумкові статистичні значення для визначення важливості критеріїв

| Критерії | СКВ | Коефіцієнт варіації | Відносні ваги | Середня оцінка |
|--|------|---------------------|---------------|----------------|
| Синхронізація візуалу з музикою | 0.48 | 0.0897 | 0.1532 | 5.36 |
| Кольорова гармонія | 0.45 | 0.0510 | 0.2494 | 8.73 |
| Ритм руху та анімаційна динаміка | 0.79 | 0.10 | 0.2260 | 7.91 |
| Просторова композиція та читабельність | 0.48 | 0.0654 | 0.2104 | 7.36 |
| Емоційний вплив | 0.48 | 0.0853 | 0.1610 | 5.64 |
| Просторова композиція та читабельність | 0.48 | 0.0654 | 0.2104 | 7.36 |
| Емоційний вплив | 0.48 | 0.0853 | 0.1610 | 5.64 |

Результати опитування демонструють, що експерти вважають ключовими критеріями гармонійність кольорів та ритмічну відповідність

анімацій, тоді як емоційний вплив і синхронізація – важливі, але менш визначальні аспекти. Отримані ваги надалі використовуються для інтегральної оцінки level-дизайну досліджуваних ігор.

Для оцінювання якості синхронізації візуальних елементів із музичним супроводом у ритм-іграх було проведено опитування 11 експертів. Експертам було запропоновано оцінити п'ять репрезентативних ігрових застосунків (Hatsune Miku: Colorful Stage!, Beat Saber, Osu!, Muse Dash, Geometry Dash). Експерти ставили ігри на місця з 1-го по 5-те. (1 – найкраща, 5 – найгірша). Сума рангів у найкращій грі буде мінімальною. (табл. 4.3-4.13). Для оцінки ступеня погодженості думок групи з 11 експертів щодо 5 ігрових застосунків було використано коефіцієнт конкордації Кендала (W). Цей коефіцієнт варіюється від 0 (повна неузгодженість) до 1 (повна однотайність). Значення $W > 0.7$ свідчить про високий ступінь узгодженості, що дозволяє вважати отримані результати експертизи достовірними та невинуватими.

Таблиця 4.3 – Оцінки критерію синхронізація візуалу з музикою

| Синхронізація візуалу з музикою | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------------|
| Експерти | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Сума оцінок |
| Muse Dash | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 44 |
| Osu! | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 35 |
| Hatsune Miku | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 14 |
| Beat Saber | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 19 |
| Geometry Dash | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 53 |

Таблиця 4.4 – Підсумкові статистичні значення для критерію синхронізація візуалу з музикою

| Гра | СКВ | Коефіцієнт варіації | Відносні ваги | Середня оцінка |
|---------------|------|---------------------|---------------|----------------|
| Muse Dash | 0.60 | 0.1508 | 0.2667 | 4 |
| Osu! | 0.39 | 0.1212 | 0.2121 | 3.18 |
| Hatsune Miku | 0.45 | 0.3500 | 0.0848 | 1.27 |
| Beat Saber | 0.45 | 0.2579 | 0.1152 | 1.73 |
| Geometry Dash | 0.39 | 0.0800 | 0.3212 | 4.82 |

Коефіцієнт конкордації склав $W = 0.89$, що свідчить про достатній рівень узгодженості думок експертів. У категорії синхронізації найкращі результати знову показали Hatsune Miku та Beat Saber. Експерти одностайно поставили Geometry Dash на останнє місце, що свідчить про проблеми сприйняття синхронізації в цій грі порівняно з конкурентами.

Таблиця 4.5 – Оцінки критерію кольорова гармонія

| Кольорова гармонія | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------------|
| Експерти | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Сума оцінок |
| Muse Dash | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 35 |
| Osu! | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 17 |
| Hatsune Miku | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 16 |
| Beat Saber | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 52 |
| Geometry Dash | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 43 |

Таблиця 4.6 – Підсумкові статистичні значення для критерію кольорова гармонія

| Гра | СКВ | Коефіцієнт варіації | Відносні ваги | Середня оцінка |
|---------------|------|---------------------|---------------|----------------|
| Muse Dash | 0.39 | 0.1226 | 0.2147 | 3.18 |
| Osu! | 0.50 | 0.3226 | 0.1043 | 1.55 |
| Hatsune Miku | 0.50 | 0.3448 | 0.0982 | 1.45 |
| Beat Saber | 0.45 | 0.0951 | 0.3190 | 4.73 |
| Geometry Dash | 0.67 | 0.1714 | 0.2638 | 3.91 |

Коефіцієнт $W = 0.84$ є найнижчим серед представлених, але все одно залишається в зоні високої узгодженості. Зниження коефіцієнта пояснюється більш суб'єктивною природою сприйняття кольору. Beat Saber, який був лідером в інших категоріях, тут отримав найгіршу оцінку, ймовірно через специфічну неонову палітру, яку експерти визнали менш гармонійною в порівнянні з іншими.

Таблиця 4.7 – Оцінки критерію ритм руху та анімаційна динаміка

| Ритм руху та анімаційна динаміка | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------------|
| Експерти | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Сума оцінок |
| Muse Dash | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 50 |

Продовження таблиці 4.7

| Ритм руху та анімаційна динаміка | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------------|
| Експерти | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Сума оцінок |
| Osu! | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 31 |
| Hatsune Miku | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| Beat Saber | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 23 |
| Geometry Dash | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 50 |

Таблиця 4.8 – Підсумкові статистичні значення для критерію ритм руху та анімаційна динаміка

| Гра | СКВ | Коефіцієнт варіації | Відносні ваги | Середня оцінка |
|---------------|------|---------------------|---------------|----------------|
| Muse Dash | 0.50 | 0.1095 | 0.3012 | 4.55 |
| Osu! | 0.39 | 0.1365 | 0.1867 | 2.82 |
| Hatsune Miku | 0.29 | 0.2633 | 0.0723 | 1.09 |
| Beat Saber | 0.51 | 0.2459 | 0.1386 | 2.09 |
| Geometry Dash | 0.50 | 0.1095 | 0.3012 | 4.55 |

Розрахунки показали високий рівень узгодженості думок експертів $W = 0.9$. За цим критерієм експерти виявили майже повну однотайність. Беззаперечним лідером визнано Hatsune Miku, яка отримала майже всі перші місця. Натомість Muse Dash та Geometry Dash були оцінені найнижче, зайнявши останні позиції в рейтингу анімаційної динаміки.

Таблиця 4.9 – Оцінки критерію просторова композиція та читабельність

| Просторова композиція та читабельність | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------------|
| Експерти | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Сума оцінок |
| Muse Dash | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 47 |
| Osu! | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 30 |
| Hatsune Miku | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 15 |
| Beat Saber | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 21 |
| Geometry Dash | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 52 |

Таблиця 4.10 – Підсумкові статистичні значення для критерію просторова композиція та читабельність

| Гра | СКВ | Коефіцієнт варіації | Відносні ваги | Середня оцінка |
|-----------|------|---------------------|---------------|----------------|
| Muse Dash | 0.45 | 0.1054 | 0.2848 | 4.27 |
| Osu! | 0.45 | 0.1648 | 0.1818 | 2.73 |

Продовження таблиці 4.10

| Гра | СКВ | Коефіцієнт варіації | Відносні ваги | Середня оцінка |
|---------------|------|---------------------|---------------|----------------|
| Hatsune Miku | 0.48 | 0.3529 | 0.0909 | 1.36 |
| Beat Saber | 0.79 | 0.4136 | 0.1273 | 1.91 |
| Geometry Dash | 0.45 | 0.0951 | 0.3152 | 4.73 |

Коефіцієнт конкордації $W = 0.86$ (Висока узгодженість). Найкращу читабельність та композицію продемонструвала Hatsune Miku. Експерти також високо оцінили Beat Saber. Найгірші показники просторової композиції, на думку групи, мають Muse Dash та Geometry Dash.

Таблиця 4.11 – Оцінки критерію емоційний вплив

| Емоційний вплив | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------------|
| Експерти | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Сума оцінок |
| Muse Dash | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 47 |
| Osu! | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 30 |
| Hatsune Miku | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 19 |
| Beat Saber | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 15 |
| Geometry Dash | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 52 |

Таблиця 4.12 – Підсумкові статистичні значення для критерію емоційний вплив

| Гра | СКВ | Коефіцієнт варіації | Відносні ваги | Середня оцінка |
|---------------|------|---------------------|---------------|----------------|
| Muse Dash | 0.42 | 0.043 | 0.212 | 4.27 |
| Osu! | 0.49 | 0.052 | 0.203 | 2.73 |
| Hatsune Miku | 0.63 | 0.081 | 0.169 | 1.73 |
| Beat Saber | 0.42 | 0.047 | 0.190 | 1.36 |
| Geometry Dash | 0.42 | 0.043 | 0.212 | 4.73 |

Коефіцієнт конкордації $W = 0.9$ (Дуже висока узгодженість). Експерти погодилися, що найбільший емоційний вплив має Beat Saber, слідом за ним йде Hatsune Miku. Найменш емоційною візуалізацією експерти визнали у Geometry Dash. Високий коефіцієнт підтверджує, що розрив між лідерами та аутсайдером є очевидним для всіх оцінювачів.

Інтегральний аналіз показав, що найбільш ефективними візуальними рішеннями володіє гра Hatsune Miku. При розробці власного проєкту або рекомендацій варто орієнтуватися на її підходи до анімації та композиції. Водночас Beat Saber є прикладом того, як високий емоційний вплив може компенсувати недоліки в колористиці.

Таблиця 4.13 – Інтегральний рейтинг ігор

| Місце | Гра | Інтегральний бал |
|-------|------------------|------------------|
| 1 | Hatsune Miku:CS! | 1.38 |
| 2 | Beat Saber | 2.36 |
| 3 | Osu! | 2.60 |
| 4 | Muse Dash | 4.05 |
| 5 | Geometry Dash | 4.55 |

4.3 Дослідження №2. Оцінка level-дизайну ритм-ігор з позиції розробників

Якщо попередній етап дослідження фокусувався на зовнішньому сприйнятті гри (візуал та емоції), то даний розділ присвячено аналізу внутрішньої структури та технічної реалізації ігрового процесу. З позиції розробника, якісний level-дизайн (мапінг) – це насамперед математична точність, ергономіка керування та логічність побудови патернів, які забезпечують стан «поток» (flow) та чесний виклик (fair challenge) для користувача.

Для збереження послідовності дослідження методологія залишилася незмінною. Для визначення технічної якості та структурної цілісності ігрових рівнів було залучено ту ж групу з 11 експертів-фахівців, які оцінювали ігри крізь призму професійних стандартів розробки та гейм-дизайну.

Об'єктами аналізу виступили Hatsune Miku: Colorful Stage!, Beat Saber, Osu!, Muse Dash та Geometry Dash. Експерти оцінювали проєкти за шкалою від 1 (найвищий рівень реалізації механік) до 5 (наліявність проєктувальних недоліків). Метою цього етапу є виявлення того, наскільки грамотно

розробники використовують інструменти мапінгу для створення інтуїтивного та збалансованого геймплею (табл. 4.14-4.26).

Таблиця 4.14 – Визначення важливості критеріїв

| Визначення важливості критеріїв | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------------|
| Експерти | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Сума оцінок |
| Відчуття «поток» | 9 | 8 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 9 | 96 |
| Передбачуваність патернів | 6 | 7 | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 6 | 5 | 66 |
| Емоційна відповідність музики | 5 | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 56 |
| Візуальна комфортність | 8 | 9 | 8 | 8 | 9 | 8 | 8 | 9 | 8 | 8 | 8 | 91 |
| Відповідність складності музичному темпу | 7 | 6 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 74 |

Таблиця 4.15 – Підсумкові статистичні значення для визначення важливості критеріїв

| Критерії | СКВ | Коефіцієнт варіації | Відносні ваги | Середня оцінка |
|--|------|---------------------|---------------|----------------|
| Відчуття «поток» | 0.45 | 0.0509 | 0.2507 | 8.73 |
| Передбачуваність патернів | 0.74 | 0.1230 | 0.1723 | 6.00 |
| Емоційна відповідність музики | 0.29 | 0.0564 | 0.1462 | 5.09 |
| Візуальна комфортність | 0.45 | 0.0538 | 0.2376 | 8.27 |
| Відповідність складності музичному темпу | 0.45 | 0.0661 | 0.1932 | 6.73 |

Результати опитування демонструють, що експерти вважають ключовими критеріями відчуття «поток» та візуальну комфортність, оскільки саме ці показники забезпечують безперервність ігрового процесу та зручність сприйняття. Тоді як відповідність складності темпу та передбачуваність патернів є вагомими, але менш пріоритетними, а найменш визначальним аспектом при технічній оцінці визначено емоційну відповідність музики. Отримані ваги надалі використовуються для інтегральної оцінки level-дизайну досліджуваних ігор.

Визначивши вагомість критеріїв технічного дизайну, перейдемо до безпосереднього аналізу п'яти обраних ігрових застосунків. Оцінювання проводилося за ранговою шкалою від 1 (найкраща реалізація механіки) до 5

(наявність проблем у проектуванні). Для підтвердження достовірності отриманих результатів та перевірки узгодженості думок експертів для кожного критерію було розраховано коефіцієнт конкордації Кендала (W).

Таблиця 4.16 – Оцінки критерію відчуття «поток»

| Відчуття «поток» | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------------|
| Експерти | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Сума оцінок |
| Osu! | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 35 |
| Muse Dash | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 45 |
| Hatsune Miku | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 17 |
| Beat Saber | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 16 |
| Geometry Dash | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 52 |

Таблиця 4.17 – Підсумкові статистичні значення для критерію відчуття «поток»

| Гра | СКВ | Коефіцієнт варіації | Відносні ваги | Середня оцінка |
|---------------|------|---------------------|---------------|----------------|
| Osu! | 0.39 | 0.1226 | 0.2121 | 3.18 |
| Muse Dash | 0.67 | 0.1638 | 0.2727 | 4.09 |
| Hatsune Miku | 0.50 | 0.3226 | 0.1030 | 1.55 |
| Beat Saber | 0.50 | 0.3448 | 0.0970 | 1.45 |
| Geometry Dash | 0.45 | 0.0951 | 0.3152 | 4.73 |

Коефіцієнт узгодженості $W=0.87$. Експерти визначили Beat Saber еталоном забезпечення стану «поток». Це пояснюється VR-природою гри: залучення всього тіла (full-body movement) створює безперервну кінестетичну лінію, де один рух логічно перетікає в інший.

Таблиця 4.18 – Оцінки критерію передбачуваність патернів

| Передбачуваність патернів | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------------|
| Експерти | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Сума оцінок |
| Osu! | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 35 |
| Muse Dash | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 45 |
| Hatsune Miku | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 14 |
| Beat Saber | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 19 |
| Geometry Dash | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 52 |

Таблиця 4.19 – Підсумкові статистичні значення для критерію передбачуваність патернів

| Гра | СКВ | Коефіцієнт варіації | Відносні ваги | Середня оцінка |
|---------------|------|---------------------|---------------|----------------|
| Osu! | 0.39 | 0.1226 | 0.2121 | 3.18 |
| Muse Dash | 0.67 | 0.1638 | 0.2727 | 4.09 |
| Hatsune Miku | 0.45 | 0.3543 | 0.0848 | 1.27 |
| Beat Saber | 0.45 | 0.2601 | 0.1152 | 1.73 |
| Geometry Dash | 0.45 | 0.0951 | 0.3152 | 4.73 |

Коефіцієнт узгодженості $W=0.88$. Hatsune Miku отримала найвищий бал за «читабельність» (sight-reading) – здатність гравця пройти рівень з першого разу, реагуючи на візуальні стимули.

Таблиця 4.20 – Оцінки критерію емоційна відповідність музики

| Емоційна відповідність музики | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------------|
| Експерти | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Сума оцінок |
| Osu! | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 36 |
| Muse Dash | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 | 47 |
| Hatsune Miku | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| Beat Saber | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 19 |
| Geometry Dash | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 51 |

Таблиця 4.21 – Підсумкові статистичні значення для критерію емоційна відповідність музики

| Гра | СКВ | Коефіцієнт варіації | Відносні ваги | Середня оцінка |
|---------------|------|---------------------|---------------|----------------|
| Osu! | 0.45 | 0.1376 | 0.2156 | 3.27 |
| Muse Dash | 0.75 | 0.1756 | 0.2814 | 4.27 |
| Hatsune Miku | 0.45 | 0.3543 | 0.0838 | 1.27 |
| Beat Saber | 0.45 | 0.2601 | 0.1138 | 1.73 |
| Geometry Dash | 0.48 | 0.1034 | 0.3054 | 4.64 |

Коефіцієнт узгодженості $W=0.90$. Найвища узгодженість думок зафіксована саме тут. Hatsune Miku та Beat Saber демонструють глибоку синхронізацію, де кожен удар біта відповідає натисканню або розрізанню блоку, підсилюючи емоційний пік пісні.

Таблиця 4.22 – Оцінки критерію візуальна комфортність

| Візуальна комфортність | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------------|
| Експерти | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Сума оцінок |
| Osu! | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 35 |
| Muse Dash | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 44 |
| Hatsune Miku | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 15 |
| Beat Saber | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 18 |
| Geometry Dash | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 53 |

Таблиця 4.23 – Підсумкові статистичні значення для критерію візуальна комфортність

| Гра | СКВ | Коефіцієнт варіації | Відносні ваги | Середня оцінка |
|---------------|------|---------------------|---------------|----------------|
| Osu! | 0.39 | 0.1212 | 0.2121 | 3.18 |
| Muse Dash | 0.60 | 0.1508 | 0.2667 | 4.00 |
| Hatsune Miku | 0.48 | 0.3529 | 0.0909 | 1.36 |
| Beat Saber | 0.48 | 0.2937 | 0.1091 | 1.64 |
| Geometry Dash | 0.39 | 0.0800 | 0.3212 | 4.82 |

Коефіцієнт узгодженості $W=0.89$. Hatsune Miku визнана найбільш збалансованою. Попри яскраві ефекти, зона активної гри завжди залишається контрастною та чистою, що мінімізує втому очей. Geometry Dash отримала найгіршу оцінку, через надмірну візуальну зашумленість. Експерти відзначили, що часта зміна кольорової палітри фону, пульсація екрану та обертання камери часто дезорієнтують гравця, зміщуючи фокус уваги з геймплею на візуальні подразники, що є грубою помилкою в проектуванні інтерфейсів ритм-ігор.

Таблиця 4.24 – Оцінки критерію відповідність складності темпу

| Відповідність складності темпу | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------------|
| Експерти | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Сума оцінок |
| Osu! | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 36 |
| Muse Dash | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 43 |
| Hatsune Miku | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 15 |
| Beat Saber | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 18 |
| Geometry Dash | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 52 |

Таблиця 4.25 – Підсумкові статистичні значення для критерію відповідність складності темпу

| Гра | СКВ | Коефіцієнт варіації | Відносні ваги | Середня оцінка |
|---------------|------|---------------------|---------------|----------------|
| Osu! | 0.45 | 0.1376 | 0.2195 | 3.27 |
| Muse Dash | 0.67 | 0.1714 | 0.2622 | 3.91 |
| Hatsune Miku | 0.48 | 0.3529 | 0.0915 | 1.36 |
| Beat Saber | 0.48 | 0.2927 | 0.1098 | 1.64 |
| Geometry Dash | 0.45 | 0.0951 | 0.3171 | 4.73 |

Коефіцієнт узгодженості $W=0.84$. Hatsune Miku та Beat Saber демонструють лінійну залежність: швидший темп музики призводить до складніших патернів, що є інтуїтивно зрозумілим для гравця.

Інтегральна оцінка показала, що еталоном технічної реалізації ритм-гри є Hatsune Miku, яка демонструє найвищу передбачуваність та синхронізацію. Для створення якісного користувацького досвіду рекомендовано імплементувати її принципи візуальної чистоти. З іншого боку, успіх Beat Saber доводить, що бездоганна реалізація стану «поток» (flow) та фізична залученість гравця є критичними факторами, які здатні вивести геймплей на високий рівень навіть при простішій структурі рівнів.

Таблиця 4.26 – Інтегральний рейтинг ігор

| Місце | Гра | Інтегральний бал |
|-------|------------------|------------------|
| 1 | Hatsune Miku:CS! | 1.36 |
| 2 | Beat Saber | 1.64 |
| 3 | Osu! | 3.22 |
| 4 | Muse Dash | 4.07 |
| 5 | Geometry Dash | 4.73 |

4.4 Аналіз найкращою гри

Проведене комплексне дослідження, що складалося з двох етапів експертного оцінювання, дозволило виявити чітку закономірність у сприйнятті якості ритм-ігор. Абсолютним лідером рейтингу, здобувши першість як у категорії візуального сприйняття гравцями, так і в категорії

технічної реалізації з позиції розробників, став проєкт «Hatsune Miku: Colorful Stage!». Цей результат є не просто статистичним показником, а свідченням того, що дана гра репрезентує собою еталонну модель сучасного гейм-дизайну, де вдалося досягти ідеального балансу між художньою виразністю та інженерною точністю.

Фундаментальною основою успіху гри є унікальний підхід до візуальної ергономіки та управління когнітивним навантаженням користувача. У жанрі ритм-ігор існує одвічна проблема конфлікту між бажанням розробників створити видовищне шоу та необхідністю гравця чітко бачити ігрові об'єкти. «Hatsune Miku» вирішує цю дилему через грамотне зонування інтерфейсу. Експерти відзначили, що попри насиченість заднього плану деталізованими 3D-моделями персонажів, які виконують хореографічні постановки, активна ігрова зона (так званий «highway» або доріжка нот) залишається візуально ізольованою завдяки напівпрозорим підкладкам та високому контрасту інтерактивних елементів. Це дозволяє задіяти периферійний зір гравця для сприйняття атмосфери та сюжету, водночас залишаючи центральний фокус уваги на механіці гри. Таке рішення мінімізує втому очей та запобігає сенсорному перевантаженню, яке стало основною причиною низьких оцінок конкурентів, зокрема гри «Geometry Dash», де візуальний шум часто стає головною перешкодою для проходження рівня.

З технічної точки зору, левел-дизайн «Hatsune Miku: Colorful Stage!» базується на принципі «чесної гри» та високої передбачуваності патернів (readability). Аналіз експертних оцінок показав, що професійна спільнота високо цінує здатність гри бути зрозумілою з першого погляду (sight-reading). Мапінг рівнів побудований таким чином, що гравець завжди отримує візуальну інформацію про майбутню дію за частку секунди до необхідності її виконання, що дозволяє покладатися на рефлекс та відчуття ритму, а не на механічне заучування карти. Це кардинально відрізняє даний проєкт від ігор з механікою «спроб і помилок», де складність досягається шляхом створення штучних, непередбачуваних ситуацій. У «Hatsune Miku» складність зростає органічно: не

через заплутування гравця, а через підвищення щільності нот та темпу, що сприймається користувачем як справедливий виклик його майстерності.

Окремого аналізу заслуговує глибока сингулярність аудіовізуального ряду та тактильного відгуку. Розробники досягли ефекту, коли ігрова механіка стає продовженням музичного інструменту. Різні типи нот у грі виконують не просто функцію тригерів, а імітують особливості звучання композиції: звичайні натискання відповідають чіткому біту ударних, слайди (ковзання) передають протяжність вокальних партій або струнних інструментів, а різкі фліки акцентують увагу на кульмінаційних моментах мелодії. Така детальна синхронізація сприяє швидкому входженню гравця у стан «потoku» (Flow State), коли межа між діями користувача та звучанням музики стирається. Цей психологічний ефект є критично важливим для утримання аудиторії (Retention Rate), оскільки він забезпечує високий рівень емоційного задоволення від процесу гри, незалежно від обраного рівня складності.

Підсумовуючи результати дослідження, можна стверджувати, що феномен «Hatsune Miku: Colorful Stage!» полягає у відмові від компромісів між красою та зручністю. Гра демонструє, що найефективніші дизайнерські рішення – це ті, що ставлять на перше місце комфорт користувача. Висока читабельність патернів, логічна крива навчання, емоційна відповідність механіки та візуальна чистота роблять цей проєкт золотим стандартом у індустрії ритм-ігор. Для розробників, які прагнуть створити успішний продукт у цьому жанрі, аналіз методів, застосованих у «Hatsune Miku», є необхідним етапом проєктування, оскільки саме такий підхід забезпечує довгострокову лояльність гравців та визнання у професійному середовищі.

4.5 Рекомендації за результатами експерименту

Створення високоякісного контенту для ритм-ігор є складним мультидисциплінарним процесом, що виходить далеко за межі простого розміщення об'єктів у такт музиці, трансформуючись у своєрідне цифрове

хореографування дій користувача. Фундаментальним етапом проєктування будь-якого рівня є глибокий структурний аналіз аудіоматеріалу, який має на меті декомпозицію композиції на окремі ритмічні шари. Для цього використовується оцінка ритмічної щільності:

$$R(t) = \frac{n}{\Delta t}, \quad (4.1)$$

де n – кількість ритмічних подій у часовому відрізку Δt .

Приклад, якщо за 2 секунди у музичному фрагменті звучить 8 ударів перкусії, то:

$$R(t) = \frac{8}{2} = 4 \text{ події/с.}$$

Така секція вимагає щільніших та динамічних патернів.

Професійний мапер повинен чітко визначити, який саме інструмент або звуковий ефект буде візуалізовано в конкретний момент часу, дотримуючись принципу домінантності. Вибір домінуючого шару відбувається за формулою вагомості:

$$W_i = \frac{A_i}{\sum_{k=1}^m A_k}, \quad (4.2)$$

де A_i – амплітуда або вираженість i -го шару

Приклад, якщо амплітуди вокалу, ударних і синтезатора становлять 0.85; 1.10; 0.40 відповідно:

$$W_{\text{вокал}} = \frac{0.85}{2.35} = 0.36, \quad W_{\text{ударні}} = \frac{1.10}{2.35} = 0.47.$$

Отже, ударні є головним ритмічним шаром, і саме вони повинні визначати структуру патернів.

Це означає, що інтерактивні елементи повинні слідувати за найбільш виразним звуком у міксі, якщо у секції домінує вокал, патерни мають імітувати його протяжність та інтонаційні перепади за допомогою довгих нот або слайдерів, а якщо акцент зміщується на ударні інструменти, мапінг повинен стати дискретним, різким та геометрично чітким. Найбільш поширеною помилкою початківців є спроба відобразити всі звуки одночасно, що призводить до ритмічного шуму, або ж сліпе слідування метроному, що ігнорує емоційну складову музики. Еталонний левел-дизайн створює у гравця ілюзію безпосереднього виконання музичного твору, де кожне натискання клавіші або рух контролера відчувається як причина виникнення звуку, а не як реакція на нього.

Наступним критично важливим аспектом є забезпечення біомеханічної ергономіки та збереження інерції руху, що у професійному середовищі називається «флоу» (flow). Інерцію руху можна формально описати через:

$$I = m \times v, \quad (4.3)$$

де m – умовна маса руки або контролера,
 v – швидкість переміщення між об'єктами.

Приклад, якщо $m=0.7$ кг та $v=2.5$ м/с:

$$I = 0.7 \times 2.5 = 1.75 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Якщо наступна нота вимагає миттєвого гальмування, гравець відчує дискомфорт, а мапа стане «ламкою» та фізично неправильною.

При проєктуванні патернів необхідно враховувати фізичні обмеження людського тіла, будь то рух кисті на сенсорному екрані чи рух всієї руки у віртуальній реальності. Наприклад, якщо гравець робить свайп вправо, наступна нота повинна з'явитися або праворуч (для продовження руху), або зліва (для зворотного маху), але не в центрі, що змусило б руку зупинитися і

скинути інерцію. У іграх типу Beat Saber це реалізується через чергування напрямків ударів (вниз-вгору), а у сенсорних іграх типу Hatsune Miku – через логічне розміщення нот на сусідніх доріжках, уникаючи різких стрибків через весь екран. Якісний мапінг завжди використовує енергію попереднього руху для ініціації наступного, діючи за принципом маятника. Якщо ігрова ситуація вимагає широкого руху вправо, наступний об'єкт має бути розташований таким чином, щоб гравець міг природно продовжити рух за інерцією або виконати зворотний мах, не зупиняючи руку в «мертвій точці». Порушення цього принципу, наприклад, створення патернів, які вимагають неприродного перехрещення рук, різкої зміни напрямку руху без підготовки або надмірно частих повторюваних дій однією рукою, призводить до фізичного дискомфорту, швидкої втоми та навіть травмування, що є неприпустимим у сучасному гейм-дизайні. Комфортність мапи не є синонімом її легкості; це показник того, наскільки рухи гравця є фізіологічно виправданими та гармонійними.

Окрім фізичної взаємодії, вирішальну роль відіграє когнітивна ергономіка та візуальна читабельність патернів. Принцип часо-просторової рівності (Time Distance Equality) формалізується так:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}, \quad (4.4)$$

де d_1, d_2 – відстані між нотами,

t_1, t_2 – часові інтервали між відповідними звуками.

Приклад, якщо між двома звуками 300 мс, а між наступними 150 мс:

$$\frac{d_1}{d_2} = 2.$$

Отже, перша пара нот має бути вдвічі далі одна від одної, ніж друга, що забезпечує інтуїтивну читабельність ритму.

Гравець у ритм-ігри не сприймає кожен ноту окремо, а зчитує групи об'єктів як єдині геометричні фігури або структури, тому завдання дизайнера полягає у створенні впізнаваних візуальних патернів. Важливо дотримуватися принципу часо-просторової рівності (Time Distance Equality), згідно з яким візуальна відстань між об'єктами на екрані має бути прямо пропорційною часовому інтервалу між звуками. Це дозволяє гравцеві інтуїтивно оцінювати ритм візуально, ще до того, як він почує звук. Також необхідно уникати перекриття огляду (vision blocking), коли ближні об'єкти закривають собою ті, що з'являться пізніше, оскільки це змушує гравця діяти навімання, руйнуючи відчуття контролю. Використання контрастних кольорів для позначення ритмічної сітки, наприклад, візуальне виділення нот, що припадають на початок такту, значно покращує орієнтацію у складному ритмічному малюнку та знижує поріг входження для новачків.

Архітектура складності рівня, або пейсинг (pacing), вимагає від розробника навичок режисури ігрового процесу:

$$C(t) = f(R(t), D(t)), \quad (4.5)$$

де $D(t)$ – обрана мапером складність геометрії та взаємодій.

Приклад, якщо $R(t)=5$ подій/с і $D(t)=0.8$:

$$C(t) = 4.0.$$

Такі секції потребують балансування через введення зон відпочинку та хвилеподібної структури складності.

Ефективна мапа не може бути постійно на піку інтенсивності, оскільки це призводить до сенсорного вигорання та втрати концентрації. Професійний підхід передбачає хвилеподібну структуру складності, де періоди високого напруження, такі як кульмінаційні приспиви або соло-партії, чергуються з секціями розслаблення та відновлення. Ці «зони відпочинку» необхідні для

того, щоб гравець міг перевести подих, розслабити м'язи та підготуватися до наступної активної фази. Крім того, введення нових механік повинно бути поступовим: складний патерн спочатку варто представити у спрощеному, уповільненому варіанті, даючи користувачеві можливість зрозуміти логіку руху, і лише згодом використовувати його на повній швидкості. Такий підхід забезпечує плавну криву навчання та відчуття справедливого виклику.

Завершальним етапом створення якісного рівня є ретельне налаштування зворотного зв'язку та проведення сліпого тестування. Похибка натискання описується як:

$$E = |t_{\text{гравця}} - t_{\text{ідеальний}}|, \quad (4.6)$$

де $t_{\text{гравця}}$ – фактичний момент дії,

$t_{\text{ідеальний}}$ – момент, відповідний ритмічній сітці.

Чим менше значення E , тим природнішою є структура рівня.

Приклад, ідеальний таймінг – 31,100 с, гравець натиснув у 31,152 с:

$$E = |31,152 - 31,100| = 0,052 \text{ с} = 52 \text{ мс.}$$

Це означає, що нота прочитана як пізніє натискання. Якщо середній показник помилки великий, це свідчить не про слабкі навички гравця, а про проблеми дизайну рівня.

Аудіальний фідбек, або звук влучання (hitsound), повинен бути ідеально синхронізований з музикою та гармонійно вписуватися в загальний мікс, діючи як метроном для гравця. Якщо звуки натискань дисонують з треком або є занадто гучними, це руйнує імерсію. Найкращим методом перевірки якості ритмічної сітки є проходження рівня з вимкненою музикою, якщо навіть без аудіосупроводу патерни натискань відчуються логічними, ритмічними та передбачуваними, це свідчить про бездоганну структуру мапінгу. У підсумку, мета левел-дизайнера полягає не у створенні перешкод, а у забезпеченні

інтуїтивного шляху через музичний простір, де візуальні підказки, звук та м'язова пам'ять зливаються в єдиний потік досвіду.

Окрему увагу слід приділити математичній вивіреності таймінгів та візуальній індикації ритму. У професійному мапінгу використовується поняття «Time Distance Equality» (рівність часу та відстані), яке означає, що відстань між нотами на екрані має бути пропорційною часовому інтервалу між ними в музиці. Якщо дві ноти стоять поруч візуально, вони повинні звучати поруч і в часі. Порушення цього правила (коли ноти розташовані близько, але звучать з великою паузою, і навпаки) руйнує здатність гравця читати патерни інтуїтивно. Для покращення читабельності рекомендується використовувати кольорове кодування ритмічної сітки, де ноти, що припадають на сильну долю (початок такту), мають візуальну відмінність від нот на слабкій долі. Також важливо налаштувати швидкість наближення об'єктів (Note Jump Speed) так, щоб на екрані одночасно знаходилася комфортна кількість об'єктів – занадто повільна швидкість створює «кашу» з нот, а занадто швидка не залишає часу на реакцію.

Побудова кривої складності (Pacing) вимагає режисерського підходу до структури рівня. Рівень не повинен тримати гравця у напрузі 100% часу. Ефективний левел-дизайн передбачає наявність фаз напруження та розслаблення (rest periods). На практиці це означає, що після інтенсивної секції (наприклад, приспіву з високою щільністю нот) обов'язково має йти секція з меншою інтенсивністю (куплет або брідж), що дає гравцеві декілька секунд для фізичного відпочинку та відновлення концентрації. Це запобігає ефекту вигорання посеред треку. Крім того, складність має зростати поступово: нові механіки або складні патерни спочатку слід представити у спрощеному вигляді, даючи гравцеві зрозуміти логіку, і лише потім використовувати їх у повному темпі.

Завершальним етапом створення якісного мапінгу є тестування зворотного зв'язку (Feedback) та звукового дизайну натискань (Hitsounding). Гравець повинен отримувати миттєве підтвердження своєї дії. Практична

порада полягає у налаштуванні звуку хіта (hit-sound) таким чином, щоб він гармоніював з музикою, а не просто перекривав її. Якщо гравець натискає кнопку ідеально вчасно, звук гри повинен зливатися з треком, створюючи цілісну аудіокартину. Важливим методом перевірки якості рівня є «сліпий тест» або гра з вимкненою музикою: якщо патерни натискань відчуються ритмічними та логічними навіть без аудіосупроводу, значить, фізична структура рівня побудована правильно. Якщо ж без музики рухи здаються хаотичними, це свідчить про те, що мапер намагався приховати недоліки дизайну за мелодією.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Характеристика науково-дослідного рішення

В економічній частині кваліфікаційної роботи здійснюється економічне обґрунтування витрат на проведення науково-дослідної роботи (НДР), присвяченої аналізу впливу level-дизайну на емоційну реакцію та якість взаємодії гравця з ритм-іграми. Особливу увагу приділено дослідженню того, як синхронізація візуальних елементів з музикою, ритм руху, просторова композиція, кольорова гармонія та емоційний вплив формують загальний досвід гравця та його занурення у музично-ігровий процес.

У рамках НДР було обрано такі популярні ритм-ігри: Beat Saber, Osu!, Geometry Dash, Muse Dash, Hatsune Miku: Colorful Stage!. Дані ігри представляють різні підходи до створення рівнів, що дозволяє здійснити всебічний порівняльний аналіз та визначити закономірності ефективного level-дизайну у жанрі ритм-ігор.

Реалізація НДР передбачає виконання таких основних етапів:

- проведення огляду літератури з теми ритм-ігор та специфіки їх level-дизайну;
- формування наукової проблеми, мети, завдань та гіпотези дослідження;
- обґрунтування вибору методу експертних оцінок та формування групи експертів (досвідчених гравців ритм-ігор);
- розробка критеріїв оцінювання level-дизайну відповідно до гіпотези дослідження;
- проведення експериментального оцінювання рівнів у вибраних іграх за визначеними критеріями;
- статистична обробка отриманих результатів з використанням середніх значень, середньоквадратичного відхилення, коефіцієнтів варіації та коефіцієнта конкордації Кендалла;

– аналіз отриманих результатів та формування узагальнених висновків щодо впливу якісного level-дизайну на емоційне та ритмічне сприйняття ігрового процесу.

Проведення економічного обґрунтування передбачає виконання таких розрахунків:

- визначення трудовитрат виконавців НДР;
- розрахунок заробітної плати учасників проєкту;
- визначення одноразових витрат, пов'язаних з організацією дослідження, збором даних та аналітичними інструментами;
- розрахунок можливого економічного ефекту від упровадження результатів НДР;
- оцінка загальної ефективності та доцільності проведення НДР.

Таким чином, у даному підрозділі представлено структуру, зміст та етапи НДР, спрямованої на всебічне дослідження level-дизайну ритм-ігор, а також окреслено комплекс економічних розрахунків, необхідних для визначення ефективності здійснених наукових робіт.

5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

У процесі виконання НДР було проведено комплексне вивчення теоретичних підходів до level-дизайну у ритм-іграх, а також здійснено аналіз особливостей аудіовізуальної синхронізації, композиційних принципів та критеріїв оцінювання ефективності рівнів у різних представниках жанру. Додатково було досліджено можливості застосування методу експертних оцінок для кількісного визначення емоційного та функціонального впливу level-дизайну на користувачів.

Умовно НДР поділяється на три етапи: підготовчий, основний та заключний.

У межах НДР було проведено комплексне дослідження впливу level-дизайну на емоційне та ритмічне сприйняття гравців у ритм-іграх. Робота

включала теоретичний аналіз жанру, визначення критеріїв оцінювання, проведення експерименту методом експертних оцінок та статистичну обробку отриманих результатів. Виконання НДР потребувало залучення фахівців різного профілю та значних трудових витрат, що й зумовлює необхідність виконання відповідних економічних розрахунків. У проведенні НДР брали участь такі виконавці:

- керівник роботи, який забезпечував науково-методичне керівництво, контроль виконання завдань та консультативну підтримку;

- автор дослідження, який виконував основну частину роботи – аналіз літератури, розробку критеріїв, організацію експерименту, узагальнення результатів та підготовку тексту дослідження;

- спеціаліст з обробки статистичних даних, відповідальний за проведення математичних розрахунків, статистичну перевірку узгодженості оцінок експертів та визначення ключових статистичних показників;

- 22 експертів, які брали участь у оцінюванні level-дизайну вибраних ритм-ігор. Експертами виступали досвідчені гравці та експерти у геймдизайні.

Розрахунок заробітної плати ґрунтувався на середньоринкових даних про винагороду відповідних спеціалістів. Інформація про заробітні плати була отримана з відкритих джерел, зокрема з аналітичних оглядів ринку праці сайту work.ua, який публікує середні показники заробітної плати ІТ-фахівців та суміжних професій. На основі цих даних було визначено такі орієнтовні ставки:

- керівник роботи (науковий керівник) – 25000,00 грн/міс.;
- автор дослідження (молодший дослідник) – 16000,00 грн/міс.;
- data scientist – 40000,00 грн/міс.;
- експерт-оцінювач – 8000,00 грн/міс за одного експерта.

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавця робіт.

Середньоденна заробітна плата виконавця робіт ($Z_{\text{ср.дн.}}$):

$$Z_{\text{ср.дн.}} = \frac{Z_{\text{ср.міс.}}}{n}, \quad (5.1)$$

де $Z_{ср.міс.}$ – середньомісячна зарплата виконавця роботи;
 n – число робочих днів у місяці, ($n = 22$).

Середньоденна заробітна плата керівника складає:

$$Z_{ср.дн.} = \frac{25000,00}{22} = 1136,36.$$

Середньоденна заробітна плата автора дослідження складає:

$$Z_{ср.дн.} = \frac{16000,00}{22} = 727,27.$$

Середньоденна заробітна плата data scientist складає:

$$Z_{ср.дн.} = \frac{40000,00}{22} = 1818,18.$$

Середньоденна заробітна плата експерта складає:

$$Z_{ср.дн.} = \frac{8000,00}{22} = 363,63.$$

Етапи виконання НДР, перелік і зміст робіт, трудомісткість їх виконання, заробітна плата виконавців робіт представлені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт

| Перелік робіт | Кількість виконавців | Посада виконавця | Трудомісткість робіт, люд.-днів | Середньоденна заробітна плата, грн | Сума заробітної плати, грн |
|--|----------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Підготовчий етап | | | | | |
| 1.1 Аналіз літератури та формування критеріїв оцінювання | 1 | Автор дослідження | 3 | 727,27 | 2181,81 |
| Усього: | | | 25 | | 40908,70 |

Продовження таблиці 5.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|----|-----------------------------|----|-------------------|---------------------|
| 1.2 Формування групи експертів, підготовка матеріалів | 1 | Керівник роботи | 2 | 1136,36 | 2272,72 |
| 2. Основний етап | | | | | |
| 2.1 Організація та проведення експертного оцінювання | 22 | Експерти | 1 | 363,63 | 363,63 |
| 2.2 Проведення експерименту (оцінювання 5 критеріїв у 5 іграх) | 23 | Автор дослідження, експерти | 5 | 727,27 3636,30 | 3636,35 18181,50 |
| 2.3 Введення даних і підготовка таблиць | 1 | Автор дослідження | 3 | 727,27 | 2181,81 |
| 2.4 Статистична обробка даних (середнє, відхилення, варіація, W) | 1 | Data scientist | 3 | 1818,18 | 5454,54 |
| 2.5 Інтерпретація результатів | 1 | Автор дослідження | 2 | 727,27 | 1454,54 |
| 3. Заключний етап | | | | | |
| 3.1 Узагальнення висновків | 1 | Керівник роботи | 1 | 1136,36 | 1136,36 |
| 3.2 Оформлення тексту НДР | 1 | Автор дослідження | 4 | 727,27 | 2909,08 |
| 3.3. Підготовка до захисту, корекція | 1 | Керівник роботи | 1 | 1136,36 | 1136,36 |
| Усього: | | | 25 | | 40908,70 |

5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

Розрахунок одноразових витрат на виконання НДР здійснюється відповідно до чинних нормативних документів України та стандартних підходів до калькулювання собівартості наукових проєктів. До складу калькуляції входять такі статті витрат:

- матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;
- єдиний соціальний внесок;
- амортизація основних засобів (вартість машинного часу);
- витрати на спожиту електроенергію;
- інші витрати.

Матеріальні витрати визначаються потребою в ресурсах, необхідних для виконання окремих етапів дослідження. У межах виконання цієї НДР одноразові матеріальні витрати включали витрати на канцелярське приладдя (блокнот для фіксації даних, ручки), а також супутні ресурси, які використовувалися під час проведення експертного оцінювання та аналізу результатів.

Матеріальні витрати розраховуються за такою формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n Q_j \times C_j, \quad (5.2)$$

де M – сумарні витрати на матеріали, в тому числі малоцінні предмети, що швидко зношуються (носії, папір, канцелярське приладдя тощо), або на літературу, яка необхідна для проведення роботи, тощо;

Q_j – кількість використаних одиниць j -го виду матеріалів, $j = (1 \div n)$;

C_j – ціна одиниці j -го виду матеріалів.

Розрахунок матеріальних витрат представлено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок матеріальних витрат

| Найменування | Од. вим. | Кількість, (Q_j) | Ціна (C_j), грн | Сумарні витрати на матеріали (M), грн |
|--|----------|----------------------|---------------------|---|
| Блокнот (офісний) | шт. | 2 | 40,00 | 80,00 |
| Ручка шарикова | шт. | 10 | 5,00 | 50,00 |
| Калькулятор | шт. | 1 | 150,00 | 150,00 |
| Папір формату А4 (1 пачка, 500 арк.) | пач. | 1 | 190,00 | 190,00 |
| Друк матеріалів (анкет, таблиць, звітів) | послуга | 1 | 200,00 | 200,00 |
| Усього | | | | 670,00 |

Витрати на оплату праці розраховуються виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної заробітної плати. Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 40908,70 грн.

Єдиний внесок на загальнодержавне соціальне страхування (ЄСВ) – консолідований страховий внесок, збір якого здійснюється в систему загальнообов’язкового державного соціального страхування в обов’язковому порядку і на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб і членів їх сімей на отримання страхових виплат (послуг) за діючими видами загальнообов’язкового державного соціального страхування.

Ставка єдиного соціального внеску (ЄСВ) дорівнює 22 % від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 8999,91 грн.

У ході виконання НДР було використано різноманітне обладнання, що забезпечувало можливість проведення експерименту, оцінювання ритм-ігор експертами, обробку результатів та підготовку аналітичних матеріалів. Оскільки одна з досліджуваних ігор, Beat Saber, доступна лише у VR-форматі, у складі обладнання було використано спеціалізований комплект віртуальної реальності. До переліку обладнання, залученого під час виконання НДР, входили:

- VR-гарнітура (Meta Quest 2), необхідна для проходження гри Beat Saber, вартістю 18 000,00 грн;
- персональний комп’ютер автора дослідження, який використовувався для проведення аналізу, розрахунків і підготовки матеріалів, вартістю 30 000,00 грн;
- ноутбук керівника роботи, застосований для контролю виконання НДР та перегляду проміжних результатів, вартістю 28 000,00 грн;
- робоча станція спеціаліста з обробки статистичних даних, необхідна для виконання складних математичних обчислень та статистичного аналізу, вартістю 42 000,00 грн;
- 10 смартфонів, які було використано експертами для проходження мобільних ритм-ігор, середня вартість одного смартфона становила 8 000,00 грн.

Вищенаведене устаткування є власністю організації виконавця, тому доцільно розрахувати суму амортизаційних відрахувань на період виконання НДР. Амортизація основних засобів розраховується за формулою:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{TE_k} \times T, \quad (5.3)$$

де AB – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час проведення науково-дослідницької роботи;

BO_k – вартість основних засобів k -го виду;

TE_k – термін експлуатації основних засобів k -го виду, днів;

T – термін науково-дослідницької роботи, днів;

L – кількість видів обладнання.

Строк служби обладнання – 3 роки, тому TE_k – 1095 днів; період виконання НДР – 25 робочих днів.

$$AB = \frac{18000 \times 25}{1095} + \frac{30000 \times 25}{1095} + \frac{28000 \times 25}{1095} + \frac{42000 \times 25}{1095} + \frac{184000 \times 25}{1095} = 6712,328 \text{ грн.}$$

Витрати на використану обладнанням електроенергію (B_e):

$$B_e = M \cdot t \cdot T_{\text{кВт}}, \quad (5.4)$$

де M – потужність устаткування, тобто кількість енергії, споживаної за одиницю часу (кВт/година);

t – кількість годин використання устаткування за період проведення науково-дослідницької роботи;

$T_{\text{кВт}}$ – тариф, тобто вартість використання 1 кВт електроенергії.

Споживна потужність обладнання була визначена відповідно до технічних характеристик типових пристроїв аналогічного класу. Середня потужність VR-гарнітури становить близько 0,015 кВт, персонального комп'ютера 0,250 кВт, ноутбука керівника 0,060 кВт, робочої станції data scientist приблизно 0,300 кВт. Для смартфонів експертів прийнято орієнтовне значення 0,006 кВт на один пристрій, що відповідає типічній потужності

заряджання сучасних мобільних моделей. Оскільки в дослідженні брало участь десять смартфонів, їх сукупне споживання склало 0,060 кВт.

Тариф на електроенергію для побутових споживачів – 4,32 грн/кВт-год.

Підставивши значення у формулу (5.4), виконано розрахунки.

Витрати на спожити електроенергію VR-гарнітури:

$$B_e = 0,015 \cdot 150 \cdot 4,32 = 9,72 \text{ грн.}$$

Витрати на спожити електроенергію персонального комп'ютера:

$$B_e = 0,250 \cdot 150 \cdot 4,32 = 162 \text{ грн.}$$

Витрати на спожити електроенергію ноутбука керівника:

$$B_e = 0,060 \cdot 150 \cdot 4,32 = 38,88 \text{ грн.}$$

Витрати на спожити електроенергію робочої станції data scientist:

$$B_e = 0,300 \cdot 150 \cdot 4,32 = 194,4 \text{ грн.}$$

Витрати на спожити електроенергію для смартфонів експертів:

$$B_e = 0,060 \cdot 150 \cdot 4,32 = 38,88 \text{ грн.}$$

Загальні витрати за спожити електроенергію дорівнюють 443, 88 грн

До складу інших статей витрат, пов'язаних із виконанням науково-дослідної роботи, належать адміністративні витрати, витрати на оплату послуг зв'язку, а також витрати на цифрові сервіси, які використовувалися під час проведення дослідження та подальшої обробки експертних оцінок.

До інших статей витрат відносяться адміністративні витрати (водопостачання, водовідведення, освітлення, опалення), які прийнято у розмірі 20 % від витрат на оплату праці, та вартість оплати послуг зв'язку.

Адміністративні витрати складатимуть 20 % від витрат на оплату праці, тобто дорівнювати 8181,74 грн.

Наступною статтею витрат є послуги зв'язку. У ході дослідження використовувалися мобільний та домашній Інтернет, необхідні для координації роботи з експертами, передавання матеріалів, проведення онлайн-консультацій та обробки даних. Середня вартість безлімітного інтернет-пакета становить 350,00 грн на місяць. Для періоду виконання НДР тривалістю 25 днів сума витрат на Інтернет становить 291,67 грн.

Під час підготовки статистичних матеріалів застосовувалися безкоштовні онлайн-інструменти (Google Sheets, Google Forms, Discord для комунікації).

У ході реалізації НДР не виникало витрат на відрядження, оренду приміщень, маркетингові заходи чи інформаційні послуги, тому ці статті до кошторису не включалися.

Таким чином, до інших статей витрат належать адміністративні витрати, пропорційні витратам на оплату праці, витрати на послуги зв'язку.

Результати розрахунку кошторису витрат наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Кошторис витрат на розробку НДР

| № | Стаття витрат | Сума, грн |
|-----|---|-----------|
| 1 | Заробітна плата | 40908,70 |
| 2 | Єдиний соціальний внесок (22 % від п.1) | 8999,914 |
| 3 | Матеріальні витрати | 598,00 |
| 4 | Амортизація основних засобів | 6712,328 |
| 5 | Витрати на спожиту електроенергію | 443, 88 |
| 6 | Інші витрати, у тому числі: | |
| 6.1 | Адміністративні витрати (20 % від п.1) | 8181,74 |
| 6.2 | Вартість послуг зв'язку | 291,67 |
| | Усього витрати на розробку (Вр) | 66136,232 |

Таким чином, кошторис витрат на виконання даної НДР складає 66136,232 грн.

5.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи

Результат науково-дослідної роботи є узагальненим підсумком послідовності проведених дій, спрямованих на досягнення поставленої мети, та може бути виражений як у якісній, так і кількісній формі. У загальному підході оцінка результатів НДР передбачає визначення ефективності отриманих рішень порівняно з існуючим рівнем знань у відповідній предметній області.

У межах даної роботи результатом виконання НДР є формування комплексного аналізу впливу компонентів level-дизайну на емоційну реакцію та ігровий досвід користувачів у ритм-іграх. Отриманий результат має нефінансову природу і полягає в підвищенні теоретичного та практичного розуміння того, як саме синхронізація візуалу з музикою, кольорова гармонія, ритм руху та анімаційна динаміка, просторова композиція та читабельність, а також емоційний вплив впливають на загальну якість взаємодії гравця з ритмічним контентом. Такий тип результату є інтелектуальною цінністю, що відповідає природі наукових досліджень і не може бути безпосередньо вимірний матеріальними показниками.

Для перевірки якості та корисності отриманих результатів було проведено опитування серед експертної групи, до якої входили 10 активних користувачів ритм-ігор із досвідом гри у Beat Saber, Osu!, Geometry Dash, Muse Dash та Hatsune Miku: Colorful Stage. Кожному експерту було представлено коротку характеристику проведеного дослідження, підсумкові дані експертних оцінок та аналітичні висновки щодо сильних і слабких сторін level-дизайну обраних ігор.

Після ознайомлення було поставлено питання: «Чи вважаєте Ви отримані результати дослідження корисними для розуміння принципів створення якісного level-дизайну у ритм-іграх?»

Результати опитування показали, що 21 з 22 експертів (90 %) відповіли «так». Це свідчить про високий рівень практичної та аналітичної цінності

проведеного дослідження, а також про релевантність підходів та критеріїв, що були застосовані під час оцінювання level-дизайну.

Крім того, ефективність проведеної НДР може бути оцінена через ступінь деталізації отриманих характеристик і точність експертних висновків. Узгодженість думок експертів підтверджена розрахунком коефіцієнта конкордації Кендалла W , значення якого у даному дослідженні перевищує 0,7, що свідчить про високий рівень узгодженості та достовірності результатів.

Таким чином, результати НДР можна вважати успішними, оскільки вони:

- забезпечують кількісну оцінку важливості ключових критеріїв level-дизайну;
- узагальнюють вплив дизайнерських рішень на емоційний та ігровий досвід користувачів;
- підтверджують сформульовану гіпотезу про значущість ритмічної та композиційної узгодженості для позитивного сприйняття ритм-ігор;
- мають практичну корисність для подальших досліджень у сфері game design та створення ритм-орієнтованих ігрових рівнів.

Отже, проведена науково-дослідна робота продемонструвала свою ефективність і досягла поставлених завдань, забезпечивши отримання нового комплексного аналізу та практично значущих висновків щодо level-дизайну ритм-ігор.

5.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР

Для визначення економічної ефективності результатів НДР необхідно порівняти витрати на розробку НДР з отриманими результатами.

Основним показником економічної ефективності науково-дослідної роботи є коефіцієнт «ефект-витрати», який розраховується за формулою:

$$K_{ев} = \frac{\Delta P_j}{B_p}, \quad (5.6)$$

де B_p – витрати (кошторисна вартість) на виконання НДР, грн;

$K_{ев}$ – коефіцієнт «ефект-витрати», який відбиває, наскільки кожна гривня витрат НДР змінює j -ту характеристику досліджуваного процесу.

Підставивши раніше визначені значення до (5.6), розрахуємо чисельне значення коефіцієнту «ефект-витрати» розробленого рішення порівняно з загальними рішеннями:

$$K_{ев} = \frac{90}{66136,232} \times 100 \% = 0,136 \%$$

Це означає, що кожна гривня витрат на розробку науково-дослідної роботи забезпечує 0,13 % покращення якості аналізу level-дизайну ритм-ігор, а також підвищення точності та обґрунтованості дизайнерських рішень. Значення коефіцієнта свідчить про наявність позитивного результату – тобто витрати на НДР є виправданими.

Підвищення ефективності зумовлено тим, що результати дослідження дозволяють глибше зрозуміти, як саме синхронізація візуалу з музикою, кольорова гармонія, динаміка руху, композиція та емоційний вплив формують загальне сприйняття рівня гравцем. Отримані висновки можуть бути використані розробниками ритм-ігор для оптимізації дизайну рівнів, підвищення естетичної привабливості, покращення читабельності та посилення емоційної взаємодії з контентом.

Таким чином, проведена науково-дослідна робота має позитивний показник економічної ефективності, оскільки отримані аналітичні результати, практичні висновки та сформована методика оцінювання level-дизайну мають реальну прикладну цінність для сфери розробки ритм-ігор. Отже, роботу можна вважати ефективною, такою, що відповідає сучасному науковому та технічному рівню, а витрати на її виконання, обґрунтованими та результативними.

ВИСНОВКИ

У межах магістерської кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження рівневого дизайну у ритм-іграх з метою визначення того, які саме компоненти візуальної та структурної організації рівня найбільше впливають на емоційну реакцію користувача та ефективність його взаємодії з музичним контентом. Актуальність теми зумовлена динамічним розвитком ритм-ігор як жанру та зростанням значення дизайну рівнів у формуванні цілісного ігрового досвіду.

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було досліджено та підтверджено гіпотезу про те, що дизайн рівня в ритм-грі, побудований на основі гармонійного поєднання кольору, світла, музики та ритму, формує емоційне занурення гравця й безпосередньо впливає на ефективність сприйняття ігрового процесу.

Проведений аналіз теоретичних джерел та огляд сучасних ритм-ігор показав, що саме інтеграція аудіовізуальних компонентів у єдину ритмічну структуру забезпечує характерний для жанру стан повного залучення, що часто описується як «flow». Синхронність музичного та візуального ряду, коректна робота зі світлом, точність таймінгу, кольорова гармонія та композиційна ясність є тими елементами, які найбільш суттєво впливають на якість ігрового досвіду.

У ході дослідження методом експертних оцінок було визначено п'ять ключових критеріїв, що формують ефективний level-дизайн ритм-ігор: синхронізація візуалу з музикою, кольорова гармонія, ритм руху та анімаційна динаміка, просторова композиція та читабельність, а також емоційний вплив. Експерти оцінили ці критерії для п'яти обраних ігор: Beat Saber, Osu!, Geometry Dash, Muse Dash та Hatsune Miku: Colorful Stage, що дозволило визначити сильні сторони та особливості їх дизайнерських рішень.

Статистична обробка результатів показала високий рівень узгодженості оцінок експертів, що підтверджено коефіцієнтом конкордації Кендалла. Аналіз отриманих даних дозволив встановити, що найбільший вплив на якість сприйняття рівня мають синхронізація з музикою та емоційний вплив, що повністю відповідає теоретичному обґрунтуванню та підтверджує гіпотезу дослідження.

Економічна частина роботи засвідчила, що проведення НДР є доцільним та ефективним. Розрахований коефіцієнт «ефект–витрати» становить 0,136, що свідчить про позитивний результат дослідження: кожна гривня витрат забезпечує відчутне підвищення розуміння закономірностей якісного level-дизайну та його впливу на емоційне сприйняття гравців.

Під час виконання роботи було реалізовано всі поставлені задачі:

- здійснено огляд літератури та аналіз ритм-ігор;
- сформульовано гіпотезу та постановку задачі дослідження;
- обґрунтовано й застосовано метод експертних оцінок;
- проведено експеримент та статистичний аналіз результатів;
- виконано економічне обґрунтування НДР.

Таким чином, роботу можна вважати успішною та науково обґрунтованою. Вона зробила внесок у розуміння специфіки level-дизайну ритм-ігор та підтвердила, що гармонійне поєднання кольору, світла, музики та ритму є визначальним фактором створення захопливого, емоційно насиченого й ефективного ігрового досвіду.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Beat Games. (2025). Beat Saber. <https://beatsaber.com>.
2. Collins, K.C. (2008). Game sound: an introduction to the history, theory, and practice of video game music and sound design. Mit Press.
3. Csikszentmihalyi, M. (2018). Flow: The Psychology of Optimal Experience. Harper Perennial Modern Classics.
4. Geometry Game. (2025). Geometry Game. <https://geometry-game.io/>.
5. fizzd. (2025). How To Make a Rhythm Game – a quick and dirty guide to setting up your project. fizzd's blog. <https://fizzd.me/posts/how-to-make-a-rhythm-game-a-quick-and-dirty-guide-to-setting-up-your-project>.
6. Koster, R. (2013). Theory of fun for game design. O'Reilly Media, Inc.
7. Level Designing A Rhythm Game. (2021). <https://discussions.unity.com/t/level-designing-a-rhythm-game/822911>.
8. Osu!. (2025). Osu!. <https://osu.ppy.sh>.
9. Rogers, S. (2014). Level Up! The guide to great video game design. John Wiley & Sons.
10. Salen Tekinbas, K., & Zimmerman, E. (2003). Rules of play: Game design fundamentals. MIT Press.
11. Schell, J. (2008). The Art of Game Design: A book of lenses. CRC Press.
12. SEGA, Colorful Palette. (2025). Hatsune Miku: Colorful Stage!. <https://colorfulstage.com>.
13. Song, D.H., Kim, K.B., & Lee, J.H. (2019). Analysis and evaluation of mobile rhythm games: Game structure and playability. International Journal of Electrical and Computer Engineering, 9(6), 5263.
14. Tanaka, T. (2020) Rhythm and Cognitive Interaction in Music Games. Journal of Game Studies. <https://gamestudies.org>.
15. The Level Design Book. (2025). What is level design. <https://book.leveldesignbook.com/introduction>.

16. Єгорова, І.М., & Плотникова, О.Г. (2024). Історія мобільних ігор – від розважаючих до навчальних. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 37-39).

17. Кулішова, Н.Є. (2023). Конспект лекцій з дисципліни «Системний аналіз та підтримка прийняття рішень» для спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія». ХНУРЕ.

18. Маньшина, В. (2024). Вплив LEVEL-дизайну на успіх MATCH3-гри. Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених. (с. 98).

19. Кулішова, Н.Є. (2023). Системний аналіз та підтримка прийняття рішень: методичні вказівки до лабораторних робіт. ХНУРЕ.

20. Соколова, Л.В., та інші. (2015). Методичні рекомендації до виконання економічної частини дипломних проектів, робіт для студентів денної та заочної форми навчання усіх спеціальностей. ХНУРЕ.

21. Парамонов, А.К., & Гоголя, О.Г. (2024). Гейміфікація в UI/UX дизайнів. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 120-123).

22. Романенко, А., & Григор'єв, О. (2025). Використання сучасних технологій при створенні мультимедійних проектів. Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених. (с. 116).

23. Табакова, І.С., & Денисов, О.Р. (2025). Розробка критеріїв оцінки level-дизайну ігор в жанрі roguelike. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 1. (с. 178-179).

24. Табакова, І.С., & Денисов, О.Р. (2025). Аналіз досягнень у сфері level-дизайну ігор в жанрі roguelike. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 227-230).

25. Чеботарьова, І.Б., & Черкашина, Г.І. (2024). Основні тренди UI/UX дизайну 2024 року. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 40-47).