

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації  
(повна назва)

Кафедра медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем  
(повна назва)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

### Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)  
(позначення документа)

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

Виконав:  
студент 2 курсу, групи СТМм-21-1  
Дмитро БІРЮКОВ  
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 171 Електроніка  
(код і повна назва спеціальності)

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

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

Допускається до захисту

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

2022 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації

Кафедра Медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 171 Електроніка

(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

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

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Студентові Бірюкову Дмитру Костянтиновичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

затверджена наказом по університету від " 21 " 11 2022 р. № 1503 СТ

2. Термін подання студентом роботи 08.12.2022 р.

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

1. Розробити звуковий супровід для гри в жанрі візуальної новели

2. Проаналізувати програмно-апаратні засоби створення ігрового контенту

3. Розробити моделі звукового супроводу для гри в жанрі візуальної новели.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

ВСТУП

1. Огляд аспектів жанру та використання саунд дизайну в ньому

2. Розробка основної концепції саунд дизайну для гри у жанрі «візуальна новела»

3. Створення та розробка звуків та музикального супроводу для гри в жанрі «візуальна новела»

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

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

1 – Слайд презентації; 2 – Постановка задачі; 3 – Актуальність роботи; 4 – Саунд-дизайн;

5 – Функції саунд-дизайну; 6 – Аналіз програмного забезпечення; 7 – Концепція саунд-

дизайну; 8 – Фонова музика; 9 – Звуки предметів; 10 – Висновок.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термин виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд аспектів жанру та використання саунд дизайну в ньому	21.11.22–28.11.22	
2.	Розробка основної концепції саунд дизайну для гри у жанрі «візуальна новела»	21.11.22–28.11.22	
3.	Створення та розробка звуків та музикального супроводу для гри в жанрі «візуальна новела»	23.11.22–02.12.22	
4.	Графічна частина роботи	07.12.21–08.12.22	
5.	Перевірка керівником	07.12.22–08.12.22	
6.	Перевірка на академічний плагіат	08.12.22–09.12.22	
7.	Перевірка завідувачем кафедри, рецензування	09.12.22–10.12.22	

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

Студент \_\_\_\_\_ Дмитро БІРЮКОВ  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ проф. Леонід ТИМОШЕНКО  
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи має: 50 с., 21 рис., 2 табл., 5 додатків, 25 джерел.

ВІЗУАЛЬНА НОВЕЛА, КОМП'ЮТЕРНА ГРА, САУНД ДИЗАЙН, МУЗИКА, АУДІОМОНТАЖ, FL STUDIO, AUDACITY, ADOBE AUDITION

*Об'єкт дослідження* – звуковий супровід для гри в жанрі візуальної новели мобільні роботи.

*Предмет дослідження* – програмно-апаратні засоби створення ігрового контенту.

*Мета кваліфікаційної роботи* – розробити моделі звукового супроводу для гри в жанрі візуальної новели.

*Методи дослідження* – теоретичний аналіз, числові розрахунки, математичне моделювання, статистична обробка даних.

У даній роботі наведено поняття саунд дизайну, детальний аналіз систем для створення саунд дизайну, детальний аналіз програмного забезпечення для роботи зі звуком, порівняння програмного забезпечення для роботи зі звуком, детальний порівняння аналізуємого програмного забезпечення для вибору відповідного до умов, створення звуків, обробка створених звуків, створення музики, обробка та зведення музики.

## ABSTRACT

The explanatory note of the qualification paper has: 50 pages, 21 figures, 2 tables, 5 appendices, 25 sources.

VISUAL NOVEL, COMPUTER GAME, SOUND DESIGN, MUSIC, AUDIO EDITING, FL STUDIO, AUDACITY, ADOBE AUDITION

*The object of research* - is the soundtrack for a game in the genre of visual novel mobile robots.

*The subject of research* - is hardware and software for creating game content.

*The purpose of the qualification work* is - to develop models of sound accompaniment for a game in the genre of a visual novel.

*Research methods* - theoretical analysis, numerical calculations, mathematical modeling, statistical data processing.

This work provides the concept of sound design, a detailed analysis of systems for creating sound design, a detailed analysis of software for working with sound, a comparison of software for working with sound, a detailed comparison of analyzed software for choosing the appropriate conditions, creating sounds, processing created sounds, music creation, music processing and mixing.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

VN – Visual novel (укр. Візуальна новела)

RPG - Role-Playing Game (укр. Комп'ютерна ролева гра)

PR - Public relations (укр. Зв'язки з громадськістю)

DAW - Digital audio workstation (укр. Цифрова звукова робоча станція)

API - Application Programming Interface (укр. Прикладний програмний інтерфейс)

ОС – Операційна система

TEAS - Tactical Environment Awareness System (укр. Система інформування про тактичне оточення)

ПГПО - пригодницька головоломка з пошуком об'єктів

ADV – Adventure (укр. Пригоди)

NVL – Novel (укр. Роман)

ЖГГ – Жіночий головний герой

SFX – Sound effects (укр. Звукові ефекти)

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП .....	8
1 ОГЛЯД АСПЕКТІВ ЖАНРУ ТА ВИКОРИСТАННЯ САУНД ДИЗАЙНУ В НЬОМУ.....	10
1.1 Аналіз жанру «Візуальна новела» .....	10
1.2 Аналіз використання звуків в іграх.....	12
1.3 Аналіз саунд дизайну в медіа галузі .....	15
1.4 Інтерактивний саунд дизайн .....	16
1.5 Аналіз засобів для роботи з саунд дизайном .....	17
1.6 Аналіз засобів для обробки звуку.....	19
2 РОЗРОБКА ОСНОВНОЇ КОНЦЕПЦІЇ САУНД ДИЗАЙНУ ДЛЯ ГРИ У ЖАНРІ «ВІЗУАЛЬНА НОВЕЛА».....	26
2.1 Концепт гри .....	26
2.2 Концепт саунд дизайну.....	27
3 СТВОРЕННЯ ТА РОЗРОБКА ЗВУКІВ ТА МУЗИКАЛЬНОГО СУПРОВОДУ ДЛЯ ГРИ В ЖАНРІ «ВІЗУАЛЬНА НОВЕЛА».....	31
ВИСНОВКИ.....	41
Перелік посилань.....	42
Додатки.....	51
Додаток А.....	52
Додаток Б .....	62

## ВСТУП

За даними Visual Novel Database, такий напрям комп'ютерних ігор, як «Visual Novel», зародився у 1980 році [1]. Тоді цей напрямок було тільки для японців. Однак він розвивався поступово і набрав обертів у 1993-х роках. Розробка візуального роману в країнах СНД почалася в 2011 році. Але особливою сенсацією став цей жанр після виходу «Endless Summer» [2] у 2013 році. При цьому вона викликала фурор не тільки серед читачів, а й серед розробників, які брали участь у комп'ютерних іграх цього жанру.

Візуальна новела - жанр комп'ютерних ігор, варіант текстових квестів, у яких глядачеві розповідають історію за допомогою графічних елементів. Звуковий та/або музичний супровід. Також часто використовуються довгі відеовставки. Візуальні романи включають наукову фантастику, фентезі, комедію-пародію, жахи, любовні романи та багато інших жанрів. Так само існують візуальні романи, створені для навчання дітей науці, соціальним аспектам, фінансовій грамотності тощо.

Візуальні романи та аркади, покрокові стратегії, рольові ігри та інші ігрові жанри часто перетинаються. Більшість візуальних романів мають розгалужений сюжет і деякі варіанти кінцівки. У цьому випадку глядачеві пропонується вибрати з різних варіантів дій або відповідей у діалозі в певний момент, що визначає подальші події в грі.

Що стосовно саунд дизайну ігор в жанрі візуальна новела, тут як і в будь-яких медіа, грає важливу роль. Звертаючи увагу на те, що у візуальних новелах розробники оперують статичним візуалом, звісно іноді зустрічаються анімації, але вони доволі примітивні та обмежені движками на яких створюються візуальні новели, можемо зазначити, що задля підсилення ефекту передачі необхідних емоцій під час гри, особливо в напружених та динамічних сценах, потрібно створити якісне і цілісне звукове оформлення.

Можна сказати, що звук майже такий же важливий, як і історія. Якщо історія не надто оригінальна, звуковий дизайн може її покращити.

Основною метою дипломної роботи є стверення саунд дизайну гри у жанрі «Візуальна-новела».

Для досягнення цієї цілі були поставлені такі задачі:

- Проведення аналізу предметної області.
- Розробка основної концепції саунд дизайну для гри.
- Створення звуків та музики.

# 1 ОГЛЯД АСПЕКТІВ ЖАНРУ ТА ВИКОРИСТАННЯ САУНД ДИЗАЙНУ В НЬОМУ

## 1.1 Аналіз жанру «Візуальна новела»

Візуальні романи або новела (скорочено візуальні романи, VN) дуже популярні в Японії і вже давно є одним із основних ігрових жанрів. Як це часто буває, багато людей на Заході навіть не знають про такий великий сектор ігрової індустрії. А ті, хто хоче вникнути в її суть, стикаються з надлишком інформації та контенту. Для початку розберемося, що це таке і в чому суть цих візуальних новел.

Розглянемо жанр гри «Візуальний роман». Ігри в жанрі візуальної новели - це симбіоз книг, фільмів та ігор.

Здебільшого гравці просто поглинають тисячі тонн тексту, що супроводжується всілякими спрайтами персонажів, декоративними тканинами, спеціальними зображеннями та відео. Іноді трапляються сюжетні повороти. Залежно від вашого вибору історія розвивається власним курсом, тож ви не знайдете все в одному уривку (або не прочитаете, якщо хочете). У більшості випадків справжній кінець стає очевидним лише після знайомства з усіма історіями під назвою Root. Однак розробників ніхто не змушує дотримуватися однієї формули. Деякі вважають за краще повністю позбавити гравця можливості вибору, але сюжет має сувору структуру і не змінюється. Такі новели називаються кінетичними, і вони компенсують недоліки Фолка, вирішуючи все до дрібниць.

Можна піти від навпаки і візуальна новела обросте елементами RPG, тактичними стратегіями, квестами і т. д. Тут все залежить від фантазії автора.

Романи поділяються на ADV (пригоди) і NVL (роман). У першому випадку більшу частину ігрового простору займають спрайти персонажів і фони локацій, а текст відображається у маленькому вікні внизу. У таких

новелах речення більш лаконічні та короткі, але держава приділяє велику увагу зоровій частині.

Але в стилі NVL текст займає весь екран, а потім спрайти та фон. Це дозволяє авторам заглиблюватися в деталі та наближатися до літератури, використовуючи більш просунуті та розширені конструкції.

Романи також поділяються за типом сюжету. У цій класифікації його можна розділити на чотири види: *моге*, *самшит*, *Накіге* та *Нукіге*.

У моїх книгах все кольорове і веселе, герої ніколи не сумують, вони завжди йдуть вперед (. Навіть якщо в таких новелах трапляються певні перешкоди та драматичні моменти, головні герої обов'язково їх долають.

Уцуге є протилежністю *Мо*. У такій короткій історії все дуже сумно, усім дуже шкода, і кінець, напевно, настільки депресивний, наскільки це можливо.

*Nakige Novel* за загальним настроєм чимось нагадує *Tsuge*, але далеко не факт, що все закінчиться погано. Часто це всілякі трагікомедії та драми, в яких герої долають усі труднощі, втрачають щось важливе, але все одно живуть.

*A Hair Pulling* — це новела, яка здебільшого зосереджена на постільних сценах.

Існують інші підходи до таксономії та унікальні підкатегорії. Наприклад, романи *Otome* орієнтовані на жінок, а *Charige* — це романи, які акцентують увагу на стосунках між героями, а не на загальному сюжеті.

Через відносну легкість в розробці візуальних новел в мережі можна знайти величезну кількість представників цього жанру різного ступеня якості. Будь-який бажаючий може скачати спеціалізований движок начебто *Ren'Py* [1](за допомогою нього, до речі, була створена візуальна новела *Doki Doki Literature Club* [2]) і почати творити. Правда, бажано, щоб у вас в команді були професійні художники, сценаристи, музиканти, актори озвучки (багато новел отримують голосові доріжки) та інші майстри своєї справи.

## 1.2 Аналіз використання звуків в іграх

Звуки в іграх потрібні для того, щоби максимально занурити користувачів в історію, яку розповідають творці гри. Це можуть бути хвилеподібні переливи електронної музики або оркестрові звуки, голосові імітації або повноцінне озвучення діалогів. Займаючись саунд-дизайном, потрібно чітко розуміти суть гри, знати, які емоції вона повинна викликати, робити поправку на цільову аудиторію та за допомогою звуків робити її ще барвистішою.

Звуковий супровід у відеоіграх виконує кілька функцій:

- доповнює сеттинг, створює неповторний настрій та атмосферу (як приклад - фоновий звук пострілів та переговорів щодо рації у військових стратегіях, у якійсь футуристичній аркаді - шум двигуна космічного корабля, звук радіоперешкод, якими супроводжується стрибок у портал між двома світами);
- впливає на ігровий досвід і пояснює те, що відбувається (наприклад, у момент зарахування очок за успішне проходження рівня гравець чує звук монет, а при старті внутрішньоігрової події до Хеллоуїну - лякаючі голоси, що підвивають, і сильні помаху крил ворона);
- демонструє відгук на дію (клікнувши мишкою по персонажу, гравець чує його запитальний вигук чи вітання);
- допомагає зібрати додаткову інформацію про ситуацію (наприклад, коли гравець наближається до мети, гучність звуку наростає - він розуміє, що рухається у правильному напрямі).

Впровадження звуків у ігровий продукт, залежно від розміру проекту, займається одна людина або команда, що складається з різних спеціалізацій.

Якщо розглядати геймдев-компанію з власним саунд-відділом, то список ключових фахівців буде таким:

Саунд-продюсер або саунд-директор керує всім процесом створення звуків для ігор, співпрацює з відділом геймдизайну, щоб скласти план

ситуацій, які потрібно озвучити, та стежить за тим, щоб усі звуки формували єдиний образ гри.

- Саунд-дизайнер - фахівець, який знає, як проілюструвати моменти ігрового процесу звуком, комбінує вже готові семпли та різні фактури, щоб створити нові звукові полотна. Це та людина, яка пропонує бити кавун, щоб повторити звук перелому черепа Саунд-дизайн – одна з функцій звукорежисера, але часто професію звукорежисеру поділяють на більш вузькоспеціалізовані.
- Звукорежисер займається розстановкою обладнання на студії, контролює якість запису, робить аранжування, зведення звуків (у деяких компаніях для цих завдань є окремі фахівці — звукорежисери відомості).
- Звукооператор — та сама «людина за пультом», яка має якісно записати звук на студії.

Впровадити отримані та оброблені звуки у гру допомагає розробник. Як аутсорс-співробітників геймдев-студії часто залучають відомих і початківців композиторів, авторів пісень та виконавців. Буває так, що композитор вже має готові мелодії, які якнайкраще вписуються в проект — у такому разі gamedev-компанії ліцензують обрану музику і отримують права на її використання. Також можливий варіант, коли компанії звертаються до авторів, які вигадують мелодії на замовлення.

Важливо пам'ятати, що у випадку з піснями права на музику та текст можуть належати різним людям/компаніям. Тому з ліцензуванням такого аудіо можуть виникнути проблеми.

Якщо у грі передбачається використання великої кількості унікальних композицій, зі своїми авторами укладають контракт довгострокового співробітництва. Роблять це для того, щоб мати гарантію — всі мелодії будуть написані однією людиною/студією та в одному стилі, що відповідає атмосфері гри.

В ігровій промисловості до створення особливих звуків нерідко залучають проф акторів дубляжу. Для підготовки до озвучення персонажів їм або дають пограти в гру, якщо продукт готовий, або показують уривки з гри, пояснюють, який характер має той чи інший герой. Це допомагає вжитися в роль, відчутти персонажа і максимально точно передати його емоції - тоді і результат роботи виходить вражаючим.

Звуки та музика, якими доповнюють ігровий процес, не повинні відволікати увагу гравців – це одне з головних правил вдалого саунд-дизайну. Потрібно пам'ятати про те, що завдання звукового оформлення - ілюструвати те, що відбувається, підкреслювати важливість моменту, посилювати емоції від гри, при цьому не стаючи окремим від гри творінням (хоча з особливо яскравими саундтреками бувають винятки).

Другий важливий аспект звукового оформлення – витримка загальної стилістики звуків. Часто з появою різних персонажів в ігровій сцені використовують музику з одним ритмічним мотивом, але з різною висотою звучання та настроєм.

Третє правило - звуки в грі не повинні накладатися один на одного і перетворюватися на шум. Важливо підкріпити основні дії в сцені звуками, але не гнатися за тим, щоб озвучити буквально кожний рух. Саме тому слід скласти точний список необхідних звуків, перш ніж приступати до запису.

Четвертий момент - звуки різних ігрових дій повинні відрізнятися один від одного: не можна взяти звук кліка по предмету, зациклити його та використовувати замість звуку кроків. Це псує враження про гру і робить звуковий супровід безглуздим. Існує чимало бібліотек з готовими безкоштовними звуками, які навіть розробнику-новачкові дозволяють підібрати потрібне музичне оформлення для нової гри.

Часто перед саунд-дизайнерами ставлять завдання озвучити те, чого немає в реальному житті, або те, що насправді не має звуку. Звук проростання дерева, звук польоту тарілки, переговори марсіан або скрип щелеп кіборга. Такі творчі челенджі вимагають великого досвіду та

розвиненої фантазії. Придумати та відтворити такі звуки, які будуть зрозумілі гравцеві та стануть яскравим підкріпленням візуального образу – дуже непросто.

У таких ситуаціях саунд-дизайнери використовують усі підручні засоби, з яких можна витягти звук, схожий на задуманий. Наприклад, щоб озвучити епізод зростання грибів у грі Samorost 3[4], фахівці зі звуку терли чупа-чупс об поверхню барабана бонго.

### 1.3 Аналіз саунд дизайну в медіа галузі

Саунд-дизайн – це практика створення звуків для різних потреб. Це включає використання методів і інструментів для виробництва звуку для ідентифікації, отримання або створення звукових елементів. Він використовується в таких різноманітних галузях, як кіновиробництво, телевізійне виробництво, розробка відеоігор, театр, запис та відтворення, живе виконання, звукове мистецтво, постпродакшн, радіо, нові медіа та дизайн музичних інструментів. Звуковий дизайн зазвичай включає прогін та редагування попередньо складеного або записаного звуку, такого як звукові ефекти та діалоги, для середніх цілей, але з використанням синтезаторів. Він також включає створення звуків з нуля за допомогою звукорежисера.

Що стосується сфери застосування саунд-дизайну, сьогодні терміном «sound design» прийнято позначати чи не все, що звучить у медіа-просторі. А ще весь звуковий супровід електронних та комп'ютерних пристроїв, у тому числі побутової, автомобільної та медичної техніки.

Сфери застосування саунд-дизайну:

- художні фільми;
- супровід театральних вистав;
- мультиплікація;
- оформлення спецефектами пісень та саундтреків;

- телевізійні передачі, радіо та ТВ-реклама;
- реклама в Інтернеті та відео для соцмереж;
- 360-відео, інтерактивні інсталяції;
- комп'ютерні ігри;
- звукове оформлення мобільних програм;
- звукове оформлення роботи побутових пристроїв.

Поняття «sound design» певною мірою є частиною звукорежисури. але воно помітно ширше, ніж термін «звукорежисура». Це не тільки про те, як зробити якісніший звук з того, що є. Це в більшості випадків про те, як створити щось нове, чого не було раніше, чи то біти для репу чи мелодія завантаження комп'ютерної програми, саундтрек до фільму чи мелодія для аматорського відео на YouTube.

#### 1.4 Інтерактивний саунд дизайн

Інтерактивний саунд дизайн – це насамперед звукове оформлення комп'ютерних ігор, додатків для мобільних та інших технічних пристроїв. Інакше кажучи, всього, із чим може безпосередньо взаємодіяти людина (від англійської *interaction* – взаємодія). Дизайнер повинен передбачати, як сприйматиметься той чи інший звук. Саме тому, крім технічної частини, майбутні саунд-дизайнери вивчають психологію, комунікації, PR-технології [3] і навіть основи драматургії.

Та й щодо техніки дизайнер повинен розбиратися не тільки в програмах обробки звуку, але ще й в аудіопрограмуванні та відеозйомці, розуміти основи операторської майстерності. Навіть якщо йому ніколи не доведеться займатися цим особисто (це робота суміжників та колег по команді), такі знання допоможуть прийти до спільного бачення та зробити кінцевий продукт якіснішим для споживача.

Розглянемо приклад. Практично у кожного власника смартфона встановлено кілька популярних месенджерів. Як мінімум, Viber та WhatsApp. А ще більшість користується кількома поштовими скриньками та спілкується у соцмережах. Тому потрібно, щоб користувач по звуку міг миттєво визначити, куди саме йому надійшло повідомлення: Viber, WhatsApp, пошту або Facebook. Різноманітність і впізнаваність серії коротких звуків - завдання не така проста, як може здатися на перший погляд. Однак її реалізація помітно підвищує зручність користування гаджетом.

Класика жанру – комп'ютерні ігри. Щоб не втрачати динаміку, важливо не просто бачити той чи інший рух на екрані. Важливо, щоб стрибок був позначений одним звуком, вибух іншим, постріл третім. Так гра сприймається набагато цікавіше та й реагувати на зміну ігрової ситуації зручніше.

Що ж до автомобілів, тут мова не тільки про зручність, а й про безпеку. Такі моменти, як нещільно зачинені двері або неполадки в роботі двигуна, повинні ідентифікуватися миттєво, і звукове попередження відіграє в цьому не останню роль. Таким чином, правильно підібраний і налаштований звук спрощує користування пристроєм, смартфон, автомобіль або пральна машина.

### 1.5 Аналіз засобів для роботи з саунд дизайном

Основне робоче середовище саунд дизайнера DAW [5] (Digital Audio Workstation). Тут кожен сам вибирає зручний інструмент. Щоправда, у великих проектах можуть бути вимоги працювати всім у якійсь конкретній програмі, на заході це часто Avid Pro Tools [6]. Reaper [7] часто використовують саме в ігровому саунд-дизайні, оскільки він добре інтегрується з ігровими двигунами. Також використовують Nuendo. Але по суті це лише інструмент, який допомагає творити.

Далі непогано було б розбиратися в плагінах обробки для саунд-дизайну. У DAW, на відміну від програм для 3D, практично вся обробка йде через модулі, що підключаються - плагіни. Тут теж у всіх різні переваги, хоча є і визнані рекомендації. Наприклад, пакет плагінів SoundToys або KiloHearts.

Взагалі, плагінів дуже багато, і часто вони перекривають здібності один одного. Буває, що безкоштовні плагіни виявляються якіснішими за платні, причому - дорогі. Щоб зробити правильний вибір, важливо знати основні принципи та типи обробки та вміти визначати їх на слух – динамічна (компресія, транзієнт дизайн), тембральна (еквалізація), нелінійна обробка (сатурація, дисторшн), реверберація, хорус тощо.

Знання стороннього аудіорухомця типу Wwise [8] (рис. 1.1) або FMOD [9] (рис. 1.2) дозволяють налаштовувати та створювати складні аудіо підсистеми, типу динамічної погоди, двигунів транспорту, оклюзію, реверберацію, інтерактивну музику тощо. Якщо це робити через програміста, то коштуватиме дорого і довго за часом. Це заново писати код під потреби саунд дизайнера. Тим більше, програміст це не звукорежисер, він не знає, що тут можна застосувати Low Pass Filter, а тут Delay, або як відбудувати реверберацію в кімнаті і так далі. В ігровій індустрії цим має займатися саунд-дизайнер. Аудіо middleware добре товаришує з популярними ігровими двигунами Unreal і Unity, і інтегрується просто і без милиць.

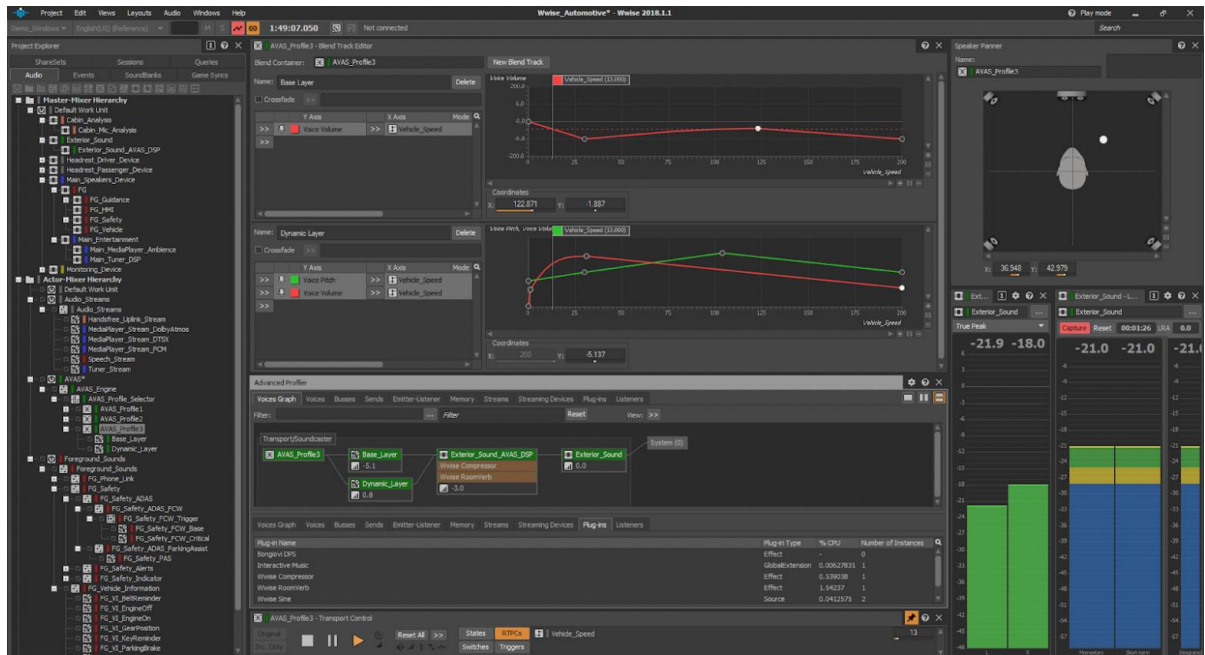


Рисунок 1.1 - Скриншот з програми Wwise



Рисунок 1.2 - Скриншот з програми FMOD Studio

## 1.6 Аналіз засобів для обробки звуку

Аудіоредактор – це програмне забезпечення для редагування цифрового звуку. Редактори адаптовані до роботи з музичним матеріалом. Аудіоредактори використовуються для запису музичних композицій,

підготовки записів для радіо-, теле- та інтернет-трансляцій, озвучування фільмів та комп'ютерних ігор, відновлення старих записів (вже оцифрованих), акустичного аналізу мовлення.

Аудіоредактори професійно використовуються звукоінженерами. Функціонал аудіоредактора може відрізнятися залежно від його призначення. Найпростіші, часто вільно розповсюджені, мають обмежені можливості редагування звуку та мінімальну кількість аудіоформатів, що підтримуються. Пакет Professional включає багатодоріжковий запис, підтримку професійної звукової карти, синхронізацію з відео, розширений набір кодеків і величезну кількість ефектів як внутрішніх, так і додаткових. Проаналізуємо деякі знайомі аудіоредактори.

FL Studio (раніше – FruityLoops) [10] – цифрова звукова робоча станція (DAW) та секвенсор для написання музики. Музика створюється шляхом запису та відомості про аудіо- або MIDI-матеріал. Першу версію Fruity Loops розробив для компанії Image-Line програміст Дідьє Дамбрєн (відомий під псевдонімом gol); вона була частково випущена у грудні 1997 року.

FL Studio є доріжковим (патерн) секвенсором, де створення музики відбувається в Piano Roll, Step Sequencer і потім здійснюється складання всієї композиції з окремих частин вікна Playlist (рис. 1.3). Є великий набір готових інструментів і безліч ефектів, які можуть бути задіяні в режимі реального часу.



Рисунок 1.3 - Скриншот з програми FL Studio

Головна складова проекту композиції – генератор (канал). Генератор синтезує чи відтворює звук. Генераторів у проекті композиції може бути необмежену кількість. Кожен генератор має свої налаштування, унікальний звук, що імітує будь-який інструмент. Для генераторів програмуються нотні партитури, які записуються в Piano Roll. Партитури у FL Studio мають нескінченну довжину. Шматочки партитур (патерни) складаються в послідовності (розташовуються в потрібному порядку у списку відтворення) у вікні Playlist. Звук кожного генератора може бути оброблений за допомогою безлічі ефектів, що підключаються. Як генератор можна підключити будь-який VST- або DXi-плагін. FL Studio поставляється разом з безліччю різноманітних генераторів, що базуються на власній архітектурі програми. FL Studio також підтримує VST-і DirectX-плагіни від сторонніх розробників [11]. API програми має вбудовану оболонку, повністю сумісну зі стандартами VST, VST2, VST3, DX та ReWire. Багато плагінів FL Studio також існують у вигляді окремих програм.

Audacity [11] — це безкоштовний цифровий аудіоредактор і програмне забезпечення для запису з відкритим кодом, доступне для Windows, macOS, Linux та інших Unix-подібних операційних систем. Окрім запису аудіо з кількох джерел, Audacity можна використовувати для постобробки всіх типів аудіо, включно з такими ефектами, як нормалізація, обрізання та затухання.

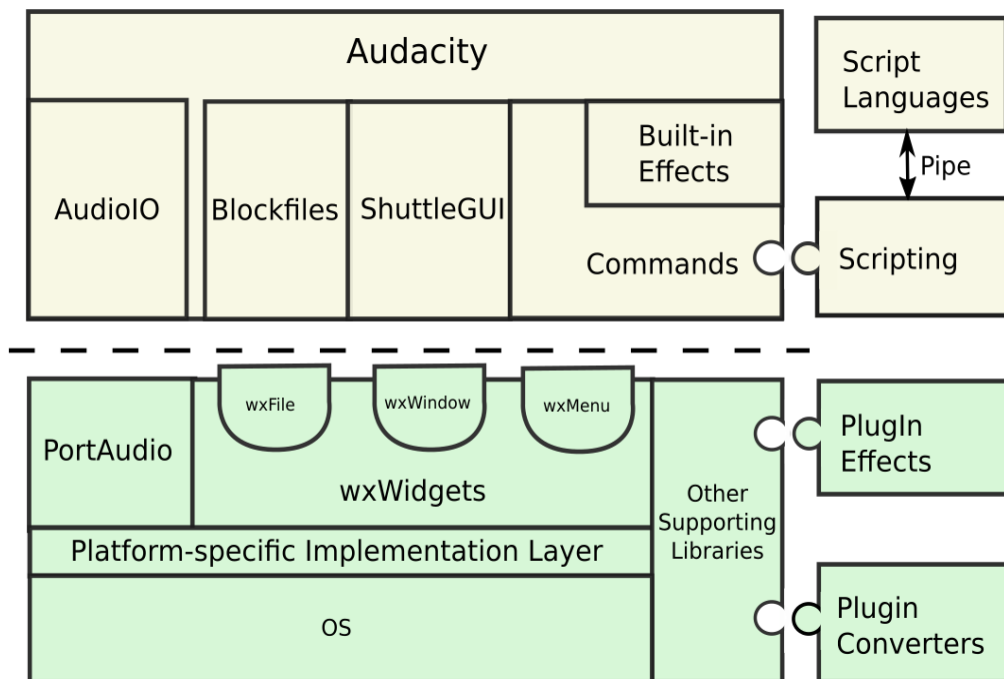


Рисунок 1.4 - Архітектура Audacity

Рисунок 1.4 ілюструє шари та модулі Audacity. Важливо звернути увагу на три важливі класи в wxWidgets, кожен з яких має відображення в Audacity (рис. 1.5). Абстракції вищого рівня є результатом пов'язаних абстракцій нижчого рівня. Наприклад, система BlockFile є відображенням і побудована на wxFiles wxWidgets. Нижче на діаграмі є вузька смужка для рівнів реалізації, що стосуються конкретної платформи. І wxWidgets, і PortAudio є рівнями абстракції ОС, що містять умовний код, який вибирає різні реалізації залежно від цільової платформи.

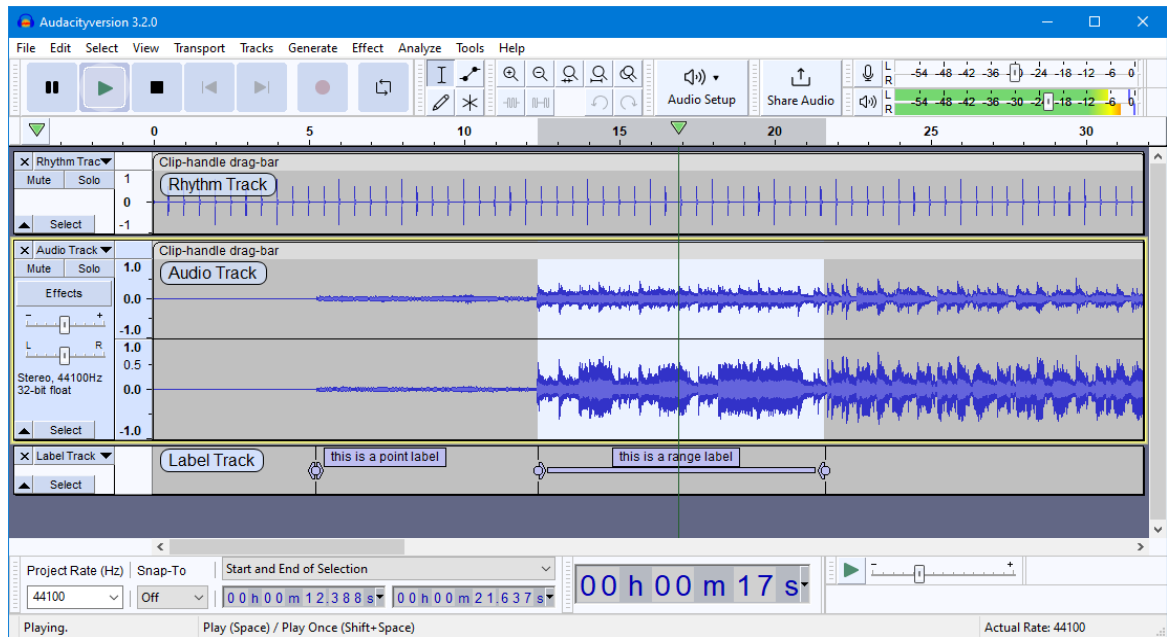


Рисунок 1.5 - Скриншот з програми Audacity

Adobe Audition [12] – програма для редагування цифрового аудіо, розроблена Adobe Systems Inc. Ця робоча станція включає такі функції, як багатодоріжне середовище неруйнівного мікшування/редагування і недеструктивний редактор сигналів. Розроблено як умовно-безкоштовне програмне забезпечення з деякими функціями Crippleware. Програма називалася Cool Edit Pro, поки Adobe не набула права на версію 2.0 у Syntrillium Software у 2003 році.

Програмне забезпечення Adobe Audition (рис. 1.6) є повноцінним багатоканальним цифровим аудіорекордером, мікшером і редактором для Windows. У разі використання разом зі звуковою картою Windows ця програма є повноцінною цифровою студією звукозапису на вашому комп'ютері. Програма пропонує гнучкий робочий процес у багатоканальних студіях звукозапису та використовується для створення звуку для музики, радіопередач або відео. Adobe Audition також підтримує тисячі безкоштовних музичних луп, які можна використовувати для редагування пісень та саундтреків.

Аналіз аудіоредакторів надано в таблиці 1.1.

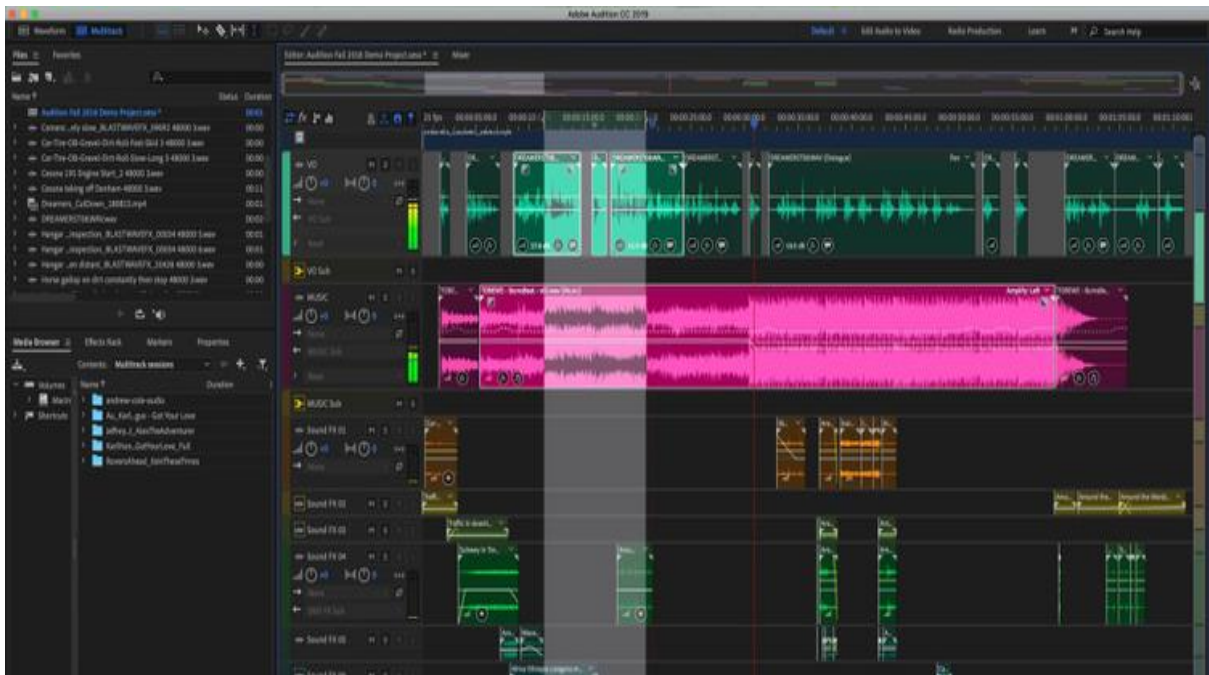


Рисунок 1.6 - Скриншот програми Adobe Audition

Таблиця 1.1 — Аналіз аудіоредакторів

	FL Studio	Audacity	Adobe Audition
Зручність наявного функціоналу	5/5	4/5	4.5/5
Мультиплатформеність	+	-	-
Навантаження на систему (RAM)	4 Gb	2 Gb	6 Gb
Лицензія	Одноразова	Одноразова	Підписка
Ціна	100\$	-	252\$/рік

Після аналізу програмного забезпечення за отриманим результатом обрано програму для створення звуків навколишнього середовища, предметів та персонажів, а саме - FL Studio. Також для обробки та редагування отриманих звуків було обрано Audacity.

Обрана програма відповідає усім вимогам, маючи зручні та інтуїтивно зрозумілі інтерфейси та володіє гарною сумісністю, завдяки чому не буде ускладнень з імпортом та експортом звуків.

Підсумовуючи усі критерії, що були наведені в цьому розділі, було обрано програмне забезпечення FL Studio для монтажу та створення зірків адже це достатньо поширений застосунок до якого існує багата кількість сторонніх плагінів для розширення його можливостей, та Audacity для обробки звуків.

## 2 РОЗРОБКА ОСНОВНОЇ КОНЦЕПЦІЇ САУНД ДИЗАЙНУ ДЛЯ ГРИ У ЖАНРІ «ВІЗУАЛЬНА НОВЕЛА»

### 2.1 Концепт гри

Як основний жанр для ігрового застосування було обрано «Візуальна новела», також було вирішено додати механіку жанру «Hidden objects» та розробити цікаві інтерактивні рівні. Hidden objects (Сховані об'єкти) – це жанр відеоігор-головоломок, також відомий, як пригодницька головоломка з пошуком об'єктів (ПГПО), у яких гравці повинні знаходити предмети зі списку. Пошук предметів - популярний напрямок у казуальних іграх. Обмежені за часом пробні версії цих ігор зазвичай доступні для завантаження, але багато з них можна завантажити безкоштовно з додатків. Популярними темами є розслідування злочинів, пригоди, готичні романи та містичні таємниці. Перевага жанрів VN та у ПГПО тому, що їх зазвичай легко реалізувати, але вони можуть надовго захопити гравців та зацікавити досить велику аудиторію.

Поточна назва ігрової програми визначена як "Між рядків".

У центрі сюжету головна героїня (ЖГГ), мешканка першої столиці України. Її життя було зайнятим, але приземленим життям журналіста авторитетної розвідувальної агенції. Все змінилося одного прекрасного дня, коли мені зателефонував незнайомец, який представився вченим, який хотів опублікувати інформацію про створення жахливої зброї. Але вчений таємниче зникає, і ЖГГ починає власне розслідування, щоб докопатися до істини.

## 2.2 Концепт саунд дизайну

Звук в іграх значно впливає на передачу інформації, створення певного настрою, посилення залучення та інше. Проаналізуємо, які категорії звуків є, як працює система сприйняття.

Синхронні шуми (foley) – це звуки, які записують для озвучення відповідних дій. При цьому необов'язково виконувати те саме дію, щоб отримати потрібний семпл.

Наприклад, саунд-дизайнери Dark Sector озвучували процес вбивства та розчленування супротивників за допомогою фруктів, овочів та горіхів – розробники їх били, ламали, тиснули, стискали тощо (приклад на рис 2.1). В результаті вийшли «соковиті» звуки вбивств.



Рисунок 2.1 – Процес запису звуків вбивства для гри Dark Sector

Цей тип шумів назвали на честь Джека Фолі [13] - фахівця зі звуку, який першим записав звук окремо від відео, а потім наклав його поверх

зображення. Йому довелося використовувати такий підхід через надто гучні ранні відеокамери, які заглушували інші звуки.

Синхронні шуми нічого не винні повністю відповідати дійсності — головне, щоб вони звучали достовірно і давали необхідне відчуття. Наприклад, саунд-дизайнер *The Last of Us Part II* [14] Джессі Джеймс Гарсія при створенні звуку скла, що б'ється, придумав цілу послідовну систему, щоб викликати потрібний ефект.

Спершу чути початковий удар, в якому поєднані звуки вітрового скла, що б'ється, і короткого електричного розряду. Потім звучить тріск, який повторюється в рандомній послідовності надання реалістичності дії. Потім — низький глухий удар, що дає змогу відчувати силу цієї дії. Останній звук — осколки, що впали на землю. Це найважливіший момент, який дозволяє відчувати, що «кожна дія має наслідки». Коли Гарсія створював звук автомобільного скла, що розбивається, він хотів викликати страх і посилити відчуття того, що гравця загнали в кут. Тому він додав звук невеликого вибуху, оскільки несподіваний і різкий звук може застати користувача зненацька.

SFX – це звукові ефекти явищ, яких немає насправді. Наприклад, різноманітні звуки інтерфейсів або звук, який з'являється під час здійснення якоїсь дії, що не відноситься до навколишнього гравця світу.

Музика застосовується, щоб передати емоційний стан та задати певний настрій. Саундтрек може бути лінійним та адаптивним. У першому випадку музика грає так, як задумав композитор. У другому все залежить від контексту – мелодія формується залежно від дій, які відбуваються у грі.

Наприклад, композитор *Untitled Goose Game* [14] Ден Голдінг використав адаптивну музику, щоб передати «мислення» гусака — коли птах крадеться, мелодія грає повільно і тихо, а в моменти активних дій музика стає задерикуватою та швидкою. При цьому перехід між станами відбувається абсолютно непомітно - виникає відчуття, що це цілковита композиція.

Щоб досягти такого ефекту, Голдінг розбив оригінальні композиції на багато дрібних шматочків та створив систему, яка підбирає потрібні фрагменти до поточної геймплейної ситуації. Так система стежить за контекстом та включає потрібні шматки.

За словами композитора, загальна кількість варіантів композиції, які можуть вийти в грі, дорівнює «числу з 52 нулями». Голдінг створив всю музику на основі кількох праць французького композитора Клода Дебюссі.

Подібним чином створювався саундтрек для Control [15]. Композитор Мартін Стіг Андерсен вигадав систему, яка теж поєднує розрізнені фрагменти в єдину мелодію. За словами Андерсена, його робота полягала не у написанні саундтреку, а у створенні мета-композиції — підходу, за допомогою якого гра формує мелодію.

Ця система враховує безліч параметрів: відстань до найближчого ворога, кількість здоров'я, загальну ситуацію на полі бою тощо. За словами геймдиректора Control Мікаеля Касурінена, особливо складним випробуванням для команди стало створення пісні для одного з найбільш вражаючих епізодів гри - "Лабіринту попільнички".

Під час проходження цієї локації грає композиція Take Control вигаданого гурту Old Gods of Asgard. Складність додавання цієї пісні до гри полягала в наявності вокальної партії — розробникам довелося робити так, щоб слова поєднувалися одне з одним незалежно від ситуації у бою. При цьому було важливо зберегти потрібний ритм та зміст тексту пісні.

Ембієнт - це довгі звукові доріжки, які створюють атмосферу та формують аудіоландшафт оточення. Такі фонові доріжки повинні починатися і закінчуватися непомітно - кінець повинен плавно переходити на початок, щоб створити відчуття безперервності та не порушити занурення гравця. Важливо пам'ятати, що кожен звук має мати свій пріоритет. Наприклад, фоновий звук оточення не повинен перекривати крик супротивника, який збирається атакувати.

Звуки в іграх призначені не тільки для користувачів - штучний інтелект противників також може "чути" внутрігровий шум. Ця особливість найбільш актуальна для жанру стелс-екшенів, в яких геймери повинні поводитися тихо та обережно, щоб не привертати до себе небажану увагу. Щоб система сприйняття звуків працювала передбачувано та адекватно, вона має враховувати безліч додаткових факторів. Наприклад, різні об'єкти та перешкоди не пропускають звук, тому в закритих приміщеннях він не може поширюватися прямою.

У Splinter Cell: Blacklist всі противники використовують систему TEAS (Tactical Environment Awareness System), яка містить всю необхідну інформацію про оточення. Зазвичай вона використовується для пересування простором, але її додаткова функція полягає в симуляції поширення звуку. Вороги знають, де перешкоди, тому розуміють, як поширюється звук. Якщо хвиля до них доходить, вони реагують відповідно.

Основаючись на відомостях про застосування звуків в іграх та на концепті гри розроблено концепт саунд дизайну. Для звичайних сцен обрана спокійна інструментальна музика, та звичайний ембієнт. Щодо сцен коли починається геймплей Hidden objects ембієнт та музика змінюються на більше напружені чи таємничі задля створення необхідного ефекту загадки.

### 3 СТВОРЕННЯ ТА РОЗРОБКА ЗВУКІВ ТА МУЗИКАЛЬНОГО СУПРОВОДУ ДЛЯ ГРИ В ЖАНРІ «ВІЗУАЛЬНА НОВЕЛА»

#### Внутрішньоігрові звуки

Музика для гри має відповідати задалегіть створеним фоновим зображенням. На даний момент створено такі локації:

- ранкове небо;
- спогади про стару школу;
- ранковий будинок;
- паркінг;
- околиця наукового парку (з невеликою кількістю людей);
- науковий парк (з великою кількістю людей);
- вечірній будинок;
- робочий стіл.

Фонова музика за концепції мала бути спокійною та невідволікаючою, тому для неї були обрані звуки фортепіано, скрипки, дзвоника, без сильних басових нот. Звук може бути не інструментальний, а синтезований, але має відповідати умовам настрою та підтримувати спокійну атмосферу.

Відповідно до опису локації до них мають бути створені звуки навколишнього середовища такі як звуки природи ранкові та вечірні, звуки натовпу людей, звуки дороги.

Звуки натискання кнопок представляють собою імітацію механічного звуку шляхом запису шкрябання пластику по металевій поверхні.

Звуки видалення збереженої гри був реалізований як звук зім'ятого паперу. Для його створення був записаний звук повільного зминання паперу після чого запис був оброблений в FL Studio (рис. 3.1) - були понижені високі частоти для більш м'якого звучання (рис. 3.2).



Рисунок 3.1 — Створення фонові музики в FL Studio

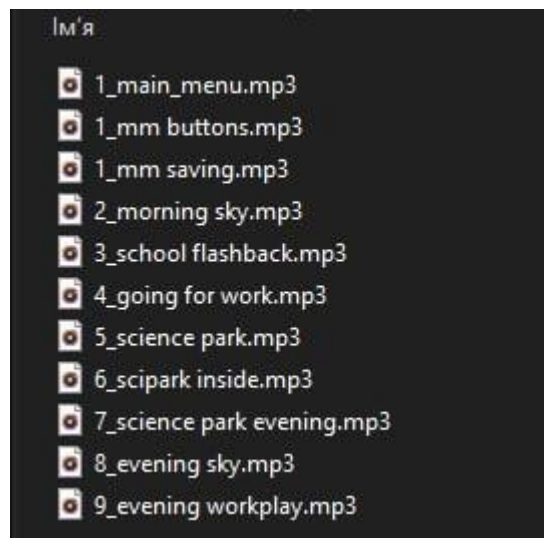


Рисунок 3.2 — Список музики з гри

Наступним кроком створено звуки оточення:

- для ранкової локації були обрані звуки шелесту листя від вітру, спів птахів;
- для вечірньої локації були додані звуки цвиркунів;
- для вуличних локацій були додані звуки дороги (проїжджачих автівок, сигнали клаксонів), звуки натовпу (голоси оточуваних людей, шуми).

- для локацій приміщень та локацій з пошуком предметів були необхідні звуки підняття різних предметів.
- для окремих ситуацій не пов'язаних до локації необхідний звук дзвінка мобільного телефону.

Детальніше зупинимося на звуках підняття предметів. В житті такі звуки дуже тихі, але через ігрові умовності жанру Hidden objects вимагають чіткого звукового супроводу при взаємодії з тим чи іншим предметом. Тому для створення звуків підняття паперових предметів було обрано крафтовий папір, адже він при стисканні видає достатньо гучний та чіткий звук, який ще доволі гарно передає шорстку поверхню паперу. Для звуків взаємодії з металевими предметами був обраний звук стискання жерстяної банки. Для імітації звуків кроків по дерев'яних скрипучих сходах були записані окремо удари чоботів об дерев'яний брусок та скрип офісного крісла, а потім ці звуки боли в об'єднанні в один. Для підняття книги був записаний окремий звук паперу, для цього використали тертя картону о тканину.

Для запису точнішого та природнішого звучання у приміщенні була розрахований час реверберації у приміщенні. Реверберація має велике значення для розбірливості окремих звуків. В найкращому випадку реверберація має бути зменшена до мінімуму.

Акустично непристосованим приміщенням, в якому ведеться звукозапис, є кухонна кімната 1-кімнатної квартири на 1 поверсі 9-поверхового панельного будинку.

Розміри приміщення (довжина – ширина – висота) 3,6 м х 2,7 м х 3,1 м.

Покриття поверхонь:

- підлога – керамічна плитка;
- стеля – вапняна штукатурка;
- стіни – керамічна плитка (40%), паперові шпалери по вапняній штукатурці (60%).

Вікна виходять на промислову зону з середнім рівнем активності. В вікнах встановлені 1-камерні склопакети розміром 1,42 м x 0,74 м.

Предмети в кімнаті:

- тканеві штори 2 шт. розмірами 3 м x 1 м;
- гардина 1 шт. розмірами 3 м x 4,2 м;
- напівм'який диван на 3 людини;
- дерев'яний стіл площею 0,6 м<sup>2</sup>;
- металевий холодильник, шафи площею 4,1 м<sup>2</sup>;
- кухонний куточок площею 3,3 м<sup>2</sup>.

Розрахуємо час реверберації у акустично непристосованому приміщенні кухні. Розрахунок часу реверберації проведемо для середньої частоти мовного спектра 1 кГц за формулою Ейрінга [5]:

$$T_p(f) = \frac{0,071 \cdot V}{-S \cdot \lg(1 - \alpha(f))}, \quad (3.1)$$

де  $V$  – об'єм приміщення кухні;

$S$  – загальна площа поверхонь, обмежуючих приміщення кухні;

$\bar{\alpha}$  – середньозважений коефіцієнт звукопоглинання в приміщенні кухні на заданій частоті 1 кГц.

Згідно вихідних даних об'єм приміщення кухні становить:

$$V = a \cdot b \cdot h = 3,6 \cdot 2,7 \cdot 3,1 = 30,13 \text{ м}^3, \quad (3.2)$$

а загальна площа поверхонь, обмежуючих приміщення, дорівнює:

$$S = 2 \cdot a \cdot b + 2 \cdot a \cdot h + 2 \cdot b \cdot h = 2 \cdot 3,6 \cdot 2,7 + 2 \cdot 3,6 \cdot 3,1 + 2 \cdot 2,7 \cdot 3,1 = 58,5 \text{ м}^2. \quad (3.3)$$

Середньозважений коефіцієнт звукопоглинання в кухні розрахуємо за формулою [5]:

$$\bar{\alpha} = \frac{A_o + A_{доод} + A_{доб}}{S}, \quad (3.4)$$

де  $A_o$  – основний фонд поглинання звуку (враховує вплив покриття стін, підлоги, стелі, дверима, вікном);

$A_{доод}$  – додатковий фонд поглинання звуку (враховує вплив людей, предметів у кімнаті);

$A_{доб}$  – добавковий фонд звукопоглинання (враховує проникнення звукових хвиль в отвори, щілини, а також коливання різних гнучких елементів і т.п.).

Основний фонд поглинання звуку:

$$A_o = \alpha_n \cdot S_n + \alpha_{стін} \cdot S_{стін} + \alpha_{ст} \cdot S_{ст}, \quad (3.5)$$

де  $\alpha_n, S_n$  – коефіцієнт поглинання звуку і площа підлоги, не зайнятої меблями;

$\alpha_{стін}, S_{стін}$  – коефіцієнт поглинання звуку і площа вільних стін (за виключенням дверей, вікна, шаф, холодильника);

$\alpha_{ст}, S_{ст}$  – коефіцієнт поглинання звуку і площа стелі.

Площа підлоги, не зайнята меблями:

$$S_n = a \cdot b - S_m = 3,6 \cdot 2,7 - 3 \cdot 0,5 - 0,6 = 7,62 \text{ м}^2. \quad (3.6)$$

Площа стін за виключенням дверей, вікна, шаф, холодильника:

$$\begin{aligned}
 S_{стін} &= 2 \cdot a \cdot h + 2 \cdot b \cdot h - S_{\partial} - S_{\epsilon} - S_{ш} - S_x = \\
 &= 2 \cdot 3,6 \cdot 3,1 + 2 \cdot 2,7 \cdot 3,1 - 0,85 - 1,42 \cdot 0,74 - 0,7 = \\
 &= 36,46 \text{ м}^2.
 \end{aligned}
 \tag{3.7}$$

Площа стелі:  $S_{ст} = a \cdot b = 3,6 \cdot 2,7 = 9,72 \text{ м}^2$ .

Тоді основний фонд поглинання звуку:

$$\begin{aligned}
 A_o &= \alpha_n \cdot S_n + \alpha_{стін} \cdot S_{стін} + \alpha_{ст} \cdot S_{ст} =, \\
 &= 0,02 \cdot 7,62 + 0,05 \cdot 36,46 + 0,04 \cdot 9,72 = 2,36 \text{ м}^2.
 \end{aligned}
 \tag{3.8}$$

Додатковий фонд поглинання звуку [5]:

$$\begin{aligned}
 A_{доод} &= \alpha_l S_l + \alpha_{див} S_{див} + \alpha_{стол} S_{стол} + \alpha_k S_k + \alpha_x S_x + \alpha_{\epsilon} S_{\epsilon} + \alpha_{\partial} S_{\partial} + \alpha_{ш} S_{ш} + \alpha_2 S_2 = \\
 &= 0,45 \cdot 1 + 0,25 \cdot 3 \cdot 0,5 + 0,08 \cdot 0,6 + 0,08 \cdot 3,3 + 0,06 \cdot 0,7 + 0,07 \cdot 1,42 \cdot 0,74 + 0,08 \cdot 0,85 + \\
 &\quad + 0,17 \cdot 3 + 0,09 \cdot 12,6 = 2,96 \text{ м}^2,
 \end{aligned}$$

де  $\alpha_l, S_l$  – коефіцієнт поглинання звуку і площа місць, зайнятих людьми;

$\alpha_{див} S_{див}$  – коефіцієнт поглинання звуку і площа дивану;

$\alpha_{стол} S_{стол}$  – коефіцієнт поглинання звуку і площа столу;

$\alpha_k S_k$  – коефіцієнт поглинання звуку і площа кухонного куточку;

$\alpha_x S_x$  – коефіцієнт поглинання звуку і площа холодильника;

$\alpha_{\epsilon} S_{\epsilon}$  – коефіцієнт поглинання звуку і площа вікна;

$\alpha_{\partial} S_{\partial}$  – коефіцієнт поглинання звуку і площа дверей;

$\alpha_{ш} S_{ш}$  – коефіцієнт поглинання звуку і площа штор;

$\alpha_2 S_2$  – коефіцієнт поглинання звуку і площа гардин.

Додатковий фонд поглинання звуку [5]

$$A_{доб} = \alpha_{доб} \cdot S_{доб},
 \tag{3.9}$$

де  $\alpha_{\text{доб}}$ ,  $S_{\text{доб}}$  – коефіцієнт і площа добавкового поглинання звуку.

При розрахунку добавкового фонду поглинання звуку використовується величина площі, яка дорівнює половині площі поверхонь, обмежуючих приміщення кухні:

$$S_{\text{доб}} = S / 2 = 58,5 / 2 = 29,25 \text{ м}^2.$$

Для малих та середніх приміщень для розрахункової частоти 1000 Гц  $\alpha_{\text{доб}} = 0,03$ . Тоді добавковий фонд поглинання звуку

$$A_{\text{доб}} = \alpha_{\text{доб}} \cdot S_{\text{доб}} = 0,03 \cdot 29,25 = 0,88 \text{ м}^2, \quad (3.10)$$

Тоді середньозважений коефіцієнт звукопоглинання в кухні:

$$\bar{\alpha} = \frac{A_o + A_{\text{дод}} + A_{\text{доб}}}{S} = \frac{2,36 + 2,96 + 0,88}{58,5} = 0,11. \quad (3.11)$$

Тоді час реверберації у акустично непристосованому приміщенні кухні. для середньої частоти мовного спектра 1 кГц :

$$T_P = \frac{0,071 \cdot V}{-S \cdot \lg(1 - \bar{\alpha})} = \frac{0,071 \cdot 30,13}{-58,5 \cdot \lg(1 - 0,11)} = 0,72 \text{ с}. \quad (3.12)$$

Виходячи з розрахунків робимо висновок, що отримані таким чином записи мають низьку якість, тому далі вони буди покращені за допомогою Audacity.

Для зменшення еха та шумів в Audacity. застосовуємо ефект Noise Reduction (рис. 1.3). Виділивши необхідні звукову доріжку, на вкладці Effects у рядку меню вгорі та обираємо Noise Reduction. Пересунувши повзунок

Noise reduction (dB) вправо, щоб зменшити відлуння та шум фону. Для більш тонкого налаштування використовуються повзунки Sensitivity та Frequency smoothing.

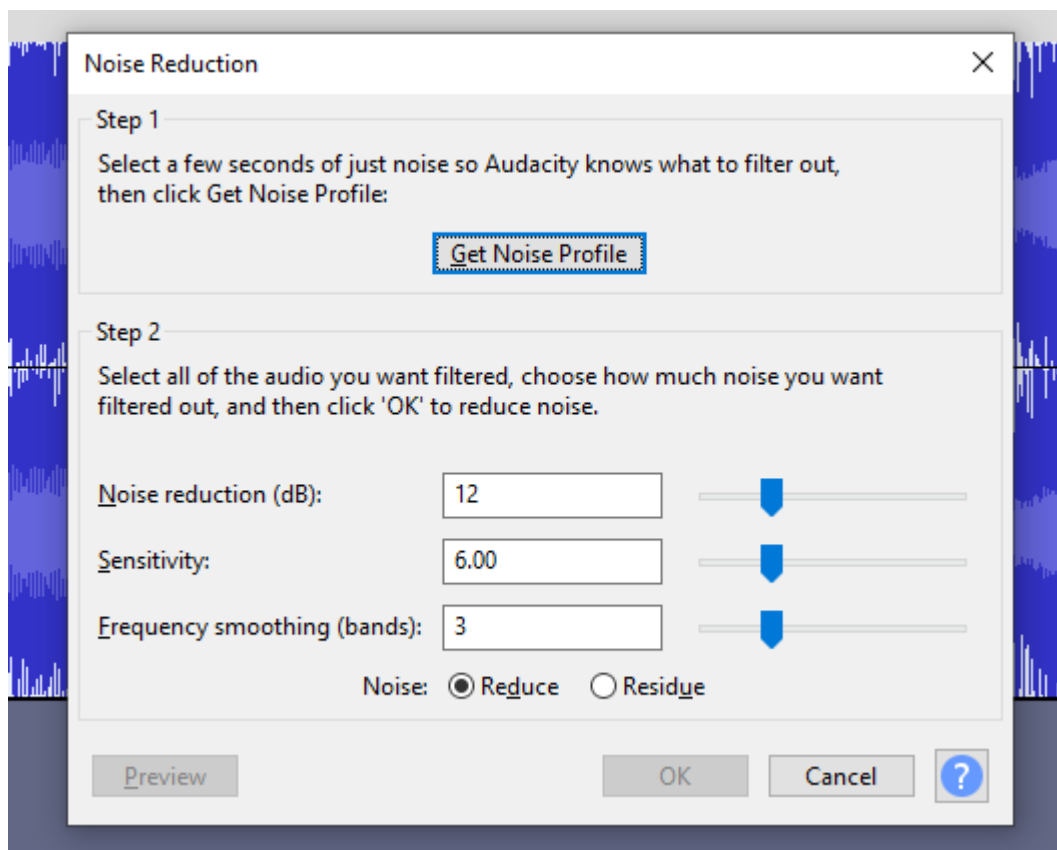


Рисунок 3.3 - Вікно Noise Reduction

Також було застосовано компресію та виставлено параметри так, щоб лінія на графіку опустилася нижче початкового значення (рис. 3.4, рис. 3.5).

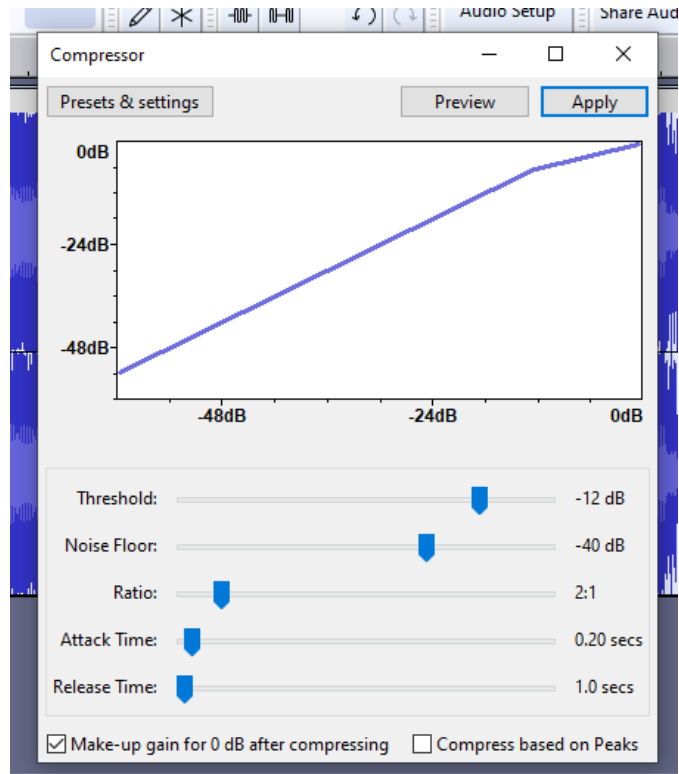


Рисунок – 3.4 - Вікно компресії (до обробки)

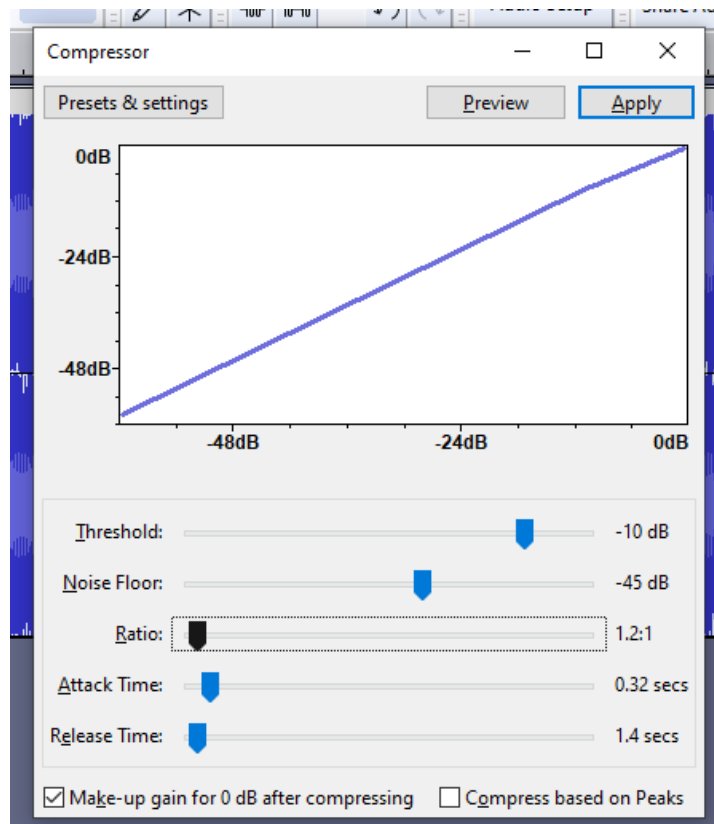


Рисунок – 3.5 - Вікно компресії (після обробки)

Для деяких звуків ще потрібно було застосувати фільтрацію верхніх чи нижніх частот (рис. 3.6) в залежності від ефекту якого потрібно було досягнути.

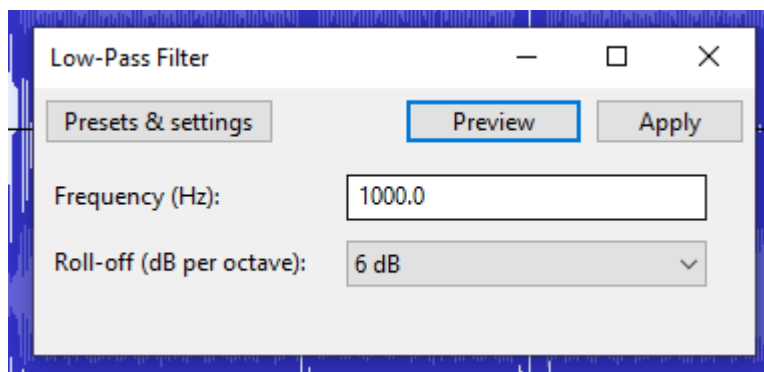


Рисунок – 3.6 - Вікно фільтру низьких частот

Таким чином в цьому розлілі були проаналізовані параметри кімнати, де виконувався звукозапис, на основі цих даних було розраховано час реверберації. Спираючись на ці розрахунки була проведена обробка аудіо матеріалу з метою покращення якості, а саме позбавлення еха на записі, позбавлення шумів, фільтрація низьких та високих частот. Основні тези щодо обробки звуку, а також методології були взяті у літературних джерелах [16-50].

## ВИСНОВКИ

Було проаналізовано предметну область та поняття саунд дизайну, визначено області використання та основні методи та правила його створення. Також було розглянуто специфіку створення та роботи з саунд дизайном в залежності від жанру та області медіа, де його використовують. Більш детально проаналізовано інтерактивний саунд дизайн, як тип саунд дизайну, що використовується при створенні ігор та подібних медіа продуктів. На основі даних використання саунд дизайну в більшості сучасних медіа, зроблено висновок про його актуальність і необхідність при розробці медіа продукту, в конкретному випадку – гри.

Після аналізу характеристик жанрів «візуальна новела» та «Hidden Objects» було визначено основні моменти концепції саунд дизайну гри. Проаналізувавши сюжет та локації на яких відбуваються події було розроблено вимоги до внутрішньо ігрових звуків, звуків оточення та музики на основі яких в подальшому були реалізовані.

Було проаналізовано програмне забезпечення для створення звуків та музики, їх обробки та монтажу. Були розглянуті особливості ряду програм та на основі порівняння важливих характеристик було обране найоптимальніше рішення для вирішення поставлених задач в рамках створення та подальшої роботи зі звуком. Також було розглянуто можливість використання додаткових плагінів для покращення якості роботи зі звуком.

Були проаналізовані параметри кімнати, де виконувався звукозапис, на основі цих даних було розраховано час реверберації. Спираючись на ці розрахунки була проведена обробка аудіо матеріалу з метою покращення якості, а саме позбавлення еха на записі, позбавлення шумів, фільтрація низьких та високих частот.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт RenPy. [Електроний ресурс] <https://www.renpy.org> (Дата звернення: 18.10.22)
2. Офіційний сайт гри Doki Doki Literature Club. [Електроний ресурс] <https://ddlc.moe> (Дата звернення: 18.10.22)
3. Всеукраїнської науково-практичної конференції докторантів, молодих учених та студентів [Електроний ресурс] <https://cdn.hneu.edu.ua/rozvitok19/thesis09-17.html> (Дата звернення: 18.10.22)
4. Офіційний сайт гри Samorost 3 [Електроний ресурс] <https://amanita-design.net/games/samorost3.html> (Дата звернення: 18.10.22)
5. DAW [Електроний ресурс] [https://uk.wikipedia.org/wiki/Цифрова\\_звукова\\_робоча\\_станція](https://uk.wikipedia.org/wiki/Цифрова_звукова_робоча_станція) (Дата звернення: 18.10.22)
6. Офіційний сайт програмного забезпечення Avid Pro Tools [Електроний ресурс] <https://www.avid.com/pro-tools> (Дата звернення: 18.10.22)
7. Офіційний сайт програмного забезпечення Reaper [Електроний ресурс] <https://www.reaper.fm> (Дата звернення: 18.10.22)
8. Офіційний сайт програмного забезпечення Wwise [Електроний ресурс] <https://www.audiokinetic.com/en/products/wwise/> (Дата звернення: 18.10.22)
9. Офіційний сайт програмного забезпечення FMOD Studio [Електроний ресурс] <https://www.fmod.com> (Дата звернення: 18.10.22)
10. Офіційний сайт програмного забезпечення FL Studio [Електроний ресурс] <https://www.image-line.com> (Дата звернення: 20.10.22)
11. Офіційний сайт програмного забезпечення Audacity [Електроний ресурс] <https://www.audacityteam.org> (Дата звернення: 20.10.22)

12. Офіційний сайт програмного забезпечення Adobe Audition [Електроний ресурс] <https://www.adobe.com/ua/products/audition.html> (Дата звернення: 20.10.22)
13. Джек Фолі [Електроний ресурс] [https://en.wikipedia.org/wiki/Jack\\_Foley\\_\(sound\\_effects\\_artist\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Jack_Foley_(sound_effects_artist)) (Дата звернення: 20.10.22)
14. Офіційна сторінка гри The Last of Us Part II на сайті Playstation [Електроний ресурс] <https://www.playstation.com/ru-ua/games/the-last-of-us-part-ii/> (Дата звернення: 20.10.22)
15. Офіційна сторінка гри Control на сайті Playstation [Електроний ресурс] <https://www.playstation.com/ru-ua/games/control/> (Дата звернення: 20.10.22)
16. A Comparative Example Between The Use Of Pca And Mds For Image Classification / Hernandez, W., Mendez, A., Flor-Unda, O., Camejo, I.M., Kolendovska, M. // IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152565, Pages 1353-1358
17. Algorithm For Generating Refined Frequency Estimates In Atmospheric Radio Sounding Systems / Kartashov V., Hernandez W., Hernandez-Balbuena D., M. Kolendovska, Konovalenko O., Melnyk V. // IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152562, Pages 79-82
18. Application of Fast Frequency Shift Measurement Method for INS in Navigation of Drones / D. Avalos-Gonzalez, D.H. Balbuena, V. Tyrsa, V.M. Kartashov, M. Kolendovska, S. Sheiko, O. Sergiyenko, V. Melnyk, F.N. Murrieta-Rico // IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. – P. 3159–3164.

19. Avalos-Gonzalez, D., Sergiyenko, O., Hernandez-Balbuena, D., Tyrsa, V., Kartashov V.M., V., Rivas-Lopes, M., Murrieta-Rico, F.N. Constraints definition and application optimization based on geometric analysis of the frequency measurement method by pulse coincidence// Measurement: Journal of the International Measurement Confederation (USA). 2018, V.126. P. 184-193.
20. Book "Control and Signal Processing Applications for Mobile and Aerial Robotic Systems", Hardback - Advances in Computational Intelligence and Robotics English. Edited by Oleg Sergiyenko, Moises Rivas-Lopez, Wendy Flores-Fuentes, Julio Cesar Rodríguez-Quiñonez, Lars Lindner. Editorial IGI Global, Hershey, United States, January 2020, 340 páginas. ISBN10 152259924X, ISBN13 9781522599241
21. Cesar Sepulveda-Valdez ; Oleg Sergiyenko ; Vera Tyrsa ; Wendy Flores-Fuentes ; Julio César Rodríguez-Quiñonez ; Fabian Natanael Murrieta-Rico ; Jesús Elías Miranda-Vega ; Paolo Mercorelli ; Marina Kolendovska. "Geometric analysis of a laser scanner functioning based on dynamic triangulation," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1398-1403, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152268.  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152268>
22. Cuauhtémoc Mariscal-García; Wendy Flores-Fuentes; Daniel Hernández-Balbuena; Julio C. Rodríguez-Quiñonez ; Oleg Sergiyenko. "Classification of Vehicle Images through Deep Neural Networks for Camera View Position Selection," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1376-1380, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152440.  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152440>
23. Developing and Applying Optoelectronics in Machine Vision/ O. Sergiyenko, J.C. Rodriguez-Quiñonez, IGI Global, 2016; 341p.

24. Experimental estimation of direction finding to unmanned air vehicles algorithms efficiency by their acoustic emission, /Oleynikov, V., Zubkov, O., Kartashov, V., ...Sheiko, S., Babkin, S.//2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 - Proceedings, 2019, стр. 175-178, 9061337
25. Features of acoustic noise of small unmanned aerial vehicles / Semenets, V.V., Kartashov, V.M., Leonidov, V.I. //Telecommunications and Radio Engineering (English translation of *Elektrosvyaz* and *Radiotekhnika*), 2020, 79(11), стр. 985-995
26. Geometric Analysis Of A Laser Scanner Functioning Based On Dynamic Triangulation /Sepulveda-Valdez, C., Sergiyenko, O., Tyrsa, V, Mercorelli, P., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152268, Pages 1398-1403  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152255>  
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9161870>
27. I. Y. A. Corpus, L.Lindner, O.Sergiyenko. "Transimpedance Amplifier for Laser Scanning System Range Extension," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1421-1426, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152487.  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152487>
28. Ivanov, M., Sergiyenko, O., Mercorelli, P., Hernandez, W.c, Rodriguez Quinonez, J.C.d, Katashov V., Kolendovska, M., Iryna, T. Effective informational entropy reduction in multi-robot systems based on real-time TVS. IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2019-June, 8781209, c. 1162-1167.
29. Jonathan J. Sanchez-Castro ; Julio C. Rodríguez-Quiñonez ; Luis R. Ramírez-Hernández ; Guillermo Galaviz ; Daniel Hernández-Balbuena ;

- Gabriel Trujillo-Hernández ; Wendy Flores-Fuentes ; Paolo Mercorelli ; Wilmar Hernández-Perdomo ; Oleg Sergiyenko ; Félix Fernando González-Navarro. "A Lean Convolutional Neural Network for Vehicle Classification," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1365-1369, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152274.  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152274>
- 30.Lindner, L., Sergiyenko, O., Rivas-López, M., (...), Gurko, A., Kartashov, V.M. Machine vision system for UAV navigation; IEEE, 2016 International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles and International Transportation Electrification Conference, ESARS-ITEC, 2016; pp.1–6. DOI: 10.1109/ESARS-ITEC.2016.7841356.
- 31.M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.
- 32.Murrieta-Rico, F.N., Petranovskii, V., Galvan, D.H., Sergiyenko, O., Yocupicio-Gaxiola, R.I., De Dios Sanchez-Lopez, J. Phase effect in frequency measurements of a quartz crystal using the pulse coincidence principle. 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 185-190, 9152255, DOI: 10.1109/ISIE45063.2020.9152255
- 33.Oleksandr Sotnikov, Vladimir Kartashov, Oleksandr Tymochko, Oleg Sergiyenko, Vera Tyrsa, Paolo Mercorelli, Wendy Flores-Fuentes. Methods for Ensuring the Accuracy of Radiometric and Optoelectronic Navigation Systems of Flying Robots in a Developed Infrastructure. Chapter 16// Machine Vision and Navigation; Springer, Cham. pp.537–578.

- Editors: Sergiyenko, Oleg, Flores-Fuentes, Wendy, Mercorelli, Paolo.  
DOI: 10.1007/978-3-030-22587-2\_16.
34. Optical detection of unmanned air vehicles on a video stream in a real-time/Kartashov, V., Oleynikov, V., Zubkov, O., Sheiko, S.// 2019 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019 - Proceedings, 2019, 9165362/
35. Principles Of Construction And Assessment Of Technical Characteristics Of Multi-Frequency Atmospheric Sodar In The Humidity Measurement Mode / Kartashov, V.M., Sidorov, G.I., Sheiko, S.A., Kolendovskaya, M.M., Sergienko, O.Yu. // Telecommunications And Radio Engineering (English Translation Of Elektrosvyaz And Radiotekhnika), 2020, ISSN Print: 0040-2508, ISSN Online: 1943-6009, DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i4.50, p. 323-333/
36. Research Of The Uncertainty Of Measurement Frequencies And Definitions Of The Frequency Signal In The Waveguide With Respect To Power / Semenets, V.Zakharov, I. Serhienko, M., Kartashov, V.M., Kolendovska, M., Hernandez, W., Hipolito, J.I.N., Tyrsa, V.// 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2019; Lisbon Congress CenterLisbon; Portugal; 14 October 2019 до 17 October 2019; CFP19IEC-ART; Код 155980, Volume 2019-October, October 2019, № 8927203, Pages 4674-4679
37. Spatial-Temporal Processing Of Acoustic Signals Of Unmanned Aerial Vehicles /Kartashov V.M., Oleinikov V.N., Zubkov O.V., Sheiko S.A., Kolendovska M.M.// Telecommunications And Radio Engineering (English Translation Of Elektrosvyaz And Radiotekhnika), 2020, ISSN Print: 0040-2508, ISSN Online: 1943-6009, DOI: 10.1615/Telecomradeng.v79.i9.40, p. 769-780
38. Stereoscopic Vision Systems In Machine Vision, Models, And Applications (Book Chapter)/ Ramírez-Hernández, L.R., Rodríguez-

- Quiñonez, J.C., Castro-Toscano, M.J., Kolendovska, M., Murrieta-Rico, F.N.// Machine Vision And Navigation, 2019 Machine Vision and Navigation 30 September 2019, Pages 241-265
39. Strelkova T., Kartashov V., Lytyuga A., Strelkov A. Theoretical Methods of Images Processing in Optoelectronic Systems. Chapter 16. // Biometrics: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications; Oleg Sergiyenko and Julio C. Rodriguez-Quíñonez. (341p.), IGI Global, 2017; pp. 361-381. DOI: 10.4018/978-1-5225-0983-7.ch016.
40. Strelkova T., Kartashov V., Lytyuga A., Strelkov A. Theoretical Methods of Images Processing in Optoelectronic Systems. Chapter 6// Developing and Applying Optoelectronics in Machine Vision; Oleg Sergiyenko and Julio C. Rodriguez-Quíñonez. (341p.) – USA, Herhey, IGI Global, 2016; pp.180-205.
41. Sytnik O., Kartashov V. Methods and Algorithms for Technical Vision in Radar Introspection. Chapter 13// Optoelectronics in Machine Vision-Based Theories and Applications. IGI Global, 2019; pp. 373-391.
42. The Use of Factorization and Multimode Parametric Spectra in Estimating Frequency and Spectral Parameters of Signal/Semenets, V., Kartashov, V., Sergiyenko, O., ...Rodriguez-Quinonez, J.C., Flores-Fuentes, W.//IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2020, 2020-June, p. 215-219
43. Unda, O.F., Hernandez, W., Vargas, O., Mendez, A., Sergiyenko, O., Tyrsa, V. Construction of a robotic platform of differential type for first-year students of electronic engineering, 2020 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, SPEEDAM 2020, 24-26 de junio de 2020, Sorrento, Italia, pp. 538-543, 9161870, DOI: 10.1109/SPEEDAM48782.2020.9161870
44. Use of Acoustic Signature for Detection, Recognition and Direction Finding of Small Unmanned Aerial Vehicles/Kartashov, V., Oleynikov, V., Koryttsev, I., ...Babkin, S., Selieznov, I.//Proceedings - 15th

- International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2020, 2020, p. 377-380/
45. V. Semenets; Vladimir Kartashov ; Oleg Sergiyenko; Vyacheslav Tikhonov ; Paolo Mercorelli ; Sergiy Sheiko ; Nataliya Chmelarova. "The Use of Factorization and Multimode Parametric Spectra in Estimating Frequency and Spectral Parameters of Signal," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 215-219, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152238.  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152238>
46. Wilmar Hernandez ; Alfredo Mendez ; Omar Flor-Unda ; Vicente Gonzalez-Posada ; Jose Luis Jimenez ; Oleg Sergiyenko ; Julio C. Rodriguez-Quiñonez ; Mykhailo Ivanov ; Ivan Menes Camejo ; Marina Kolendovska. "A comparative example between the use of PCA and MDS for image classification," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1353-1358, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152565.  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152565>
47. Карташов В.М. и др. Обработка сигналов в радиоэлектронных системах дистанционного мониторинга атмосферы; Харьков: ХНУРЭ, 2014. 312 с.
48. Карташов В.М., Олейников В.Н., Колендовская М.М., Тимошенко Л.П., Капуста А.И., Рыбников Н.В. Комплексование изображений при обнаружении беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника. (Харьков). 2020. Вып. 201; С.120-129.
49. Карташов В.М., Посошенко В.А., Цехмистро Р.И., Тимошенко Л.П., Колендовская М.М. Методы ориентации, навигации и контроля мобильных робототехнических платформ// Радиотехника. (Харьков). 2019. Вып. 199. С. 38-44.

50. Ситнік О.В., Карташов В.М. Радіотехнічні системи. Навч. посібник. Х.: Сміт, 2009. 448 с.