

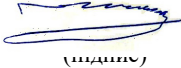
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»

Факультет електроніки
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра акустичних та мультимедійних систем
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри


(підпис) Найда С. А.
(ініціали, прізвище)

“ 09 ” 12 2020 р.


Магістерська дисертація

за спеціальністю 171 – Електроніка
(код та назва спеціальності)

на тему: Система звуковідтворення цифрових сигналів для віртуальної студії звукозапису

Виконав: студент 2-го курсу, групи ДВ-91мп
(шифр групи)


Сантоцький Денис Володимирови
(прізвище, ім'я, по батькові) 

Керівник професор, д.т.н., професор, Розорінов Г. М.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) 
(підпис)

Консультант _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

Рецензент доцент, к.т.н., доцент Татарчук Д.Д.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) 
(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент 
(підпис)

Київ 2020

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Факультет електроніки

(повна назва)

Кафедра акустичних та мультимедійних систем

(повна назва)

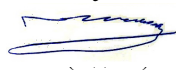
Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) 171 - Електроніка (Електронні системи мультимедіа та засоби Інтернету речей)

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Найда С. А.
(ініціали, прізвище)

« 09 » 12 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Сантоцький Денис Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Система звуковідтворення цифрових сигналів для віртуальної студії звукозапису

керівник роботи Розорінов Георгій Миколайович, д.т.н., професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «05» листопада 2020 р. №3241-с

2. Строк подання студентом роботи 1.12.2020 р.

3. Об'єкт дослідження: Система звуковідтворення цифрових сигналів для віртуальної студії звукозапису.

4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою): обладнання та реалізація системи звуковідтворення з можливістю багатоканального запису.


5. Перелік завдань, які потрібно розробити: 1. Розробити систему звуковідтворення з використання цифрової робочої станції. 2. Розробити пристрій для реалізації моніторної лінії на вісім користувачів. 3. Розрахувати акустичний фонд звукопоглинання студії.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу 70 рисунків, 12 таблиць, 1 презентація, 10 слайдів.

7. Орієнтовний перелік публікацій: немає.

8. Дата видачі завдання 10.09.2020 р.


Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання першого розділу: «Класична студія звукозапису та репетиційна база»	18.09.2020	
(2)	Написання другого розділу: «Сучасне обладнання для студій звукозапису та репетиційних баз»	30.09.2020	
3	Написання третього розділу «Віртуальна студія звукозапису»	10.10.2020	
4	Написання четвертого розділу «Акустична обробка приміщення»	20.10.2020	
5	Підготовка матеріалів до друку та оформлення пояснювальної записки	20.11.2020	
6	Підготовка та оформлення презентації для доповіді	01.12.2020	

Студент



Керівник роботи


(підпис)

Д.В. Сантоцький

(ініціали, прізвище)

Г.М. Розорінов

(ініціали, прізвище)

УДК 004.738.5.057

РЕФЕРАТ

Сантоцький Д.В. Система звуковідтворення цифрових сигналів для віртуальної студії звукозапису: магістерська дис.: 171 Електроніка. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 101 с.

Об'єкт проектування – система звуковідтворення цифрових сигналів для віртуальної студії звукозапису.

Методом дослідження є теоретичне дослідження можливості створення системи звуковідтворення для віртуальної студії звукозапису.

Метою роботи є розробка системи звуковідтворення для віртуальної студії звукозапису.

Розроблена функціональна схема підсилювача навушників та аналогового мікшера для відтворення восьми незалежних аудіо потоків. Розраховані розміри приміщення для розміщення обладнання та розрахована кількість матеріалів для його акустичного оформлення. Порівняно звуковий тиск, що виникає в розрахованому приміщенні та на сучасній студії звукозапису.

Галузь застосування: систему можна використовувати для домашнього використання якості напівпрофесійної студії звукозапису та репетиційної бази, а також у якості додаткового обладнання для малих та середніх концертних виступів.

Ключові слова: система звуковідтворення, віртуальна студія звукозапису, репетиційна база, багатоканальний запис, VST плагін, мікшер, аудіо карта, час реверберації, акустична обробка.

ABSTRACT

The master's work contains the main part on 101 sheets, illustrations 70.

Keyword list: monitor lines, VST plug-ins, Cubase, mixer, audio card, audio interface, sound system, virtual recording studio, rehearsal base, multi-channel recording, headphone amplifier, electronic drum kit, acoustic recording reverberation time.

The object of design is a system of sound reproduction of digital signals for a virtual recording studio.

The research method is a theoretical study of the possibility of creating a sound reproduction system for a virtual recording studio.

The aim of the work is to develop a sound reproduction system for a virtual recording studio.

The functional scheme of the headphone amplifier and analog mixer for reproduction of eight independent mixes of audio streams is developed, conditions for maintenance of necessary time of reverberation of studio of sound recording are calculated.

Scope: the system can be used for home use as a semi-professional recording studio and rehearsal base, as well as an accessory for small and medium-sized concert performances.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	10
1. КЛАСИЧНА СТУДІЯ ЗВУКОЗАПИСУ ТА РЕПЕТИЦІЙНА БАЗА.....	13
1.1 Приміщення та обладнання студії.....	13
1.2 Приміщення та обладнання репетиційної бази.....	16
2. СУЧАСНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СТУДІЙ ЗВУКОЗАПИСУ ТА РЕПЕТИЦІЙНИХ БАЗ.....	20
2.1. Аудіоінтерфейс.....	20
2.2 Джерела безперебійного живлення.....	21
2.3 Цифрова педаль ефектів Digitech iStomp.....	21
2.4 Цифровий педальний контролер Digitech iPB-10.....	23
2.5 Цифровий мікшер Mackie DL1608.....	25
2.6 Аудіоінтерфейс Jamhub TourBus.....	26
3. ВІРТУАЛЬНА СТУДІЯ ЗВУКОЗАПИСУ.....	28
3.1 Аудіоінтерфейс Zoom UAC-8.....	28
3.2 Персональний комп'ютер.....	31
3.3 Ноутбук.....	36
3.4 Мікрофони.....	37
3.5 MIDI-контролер або синтезатор.....	40
3.6 Електронна ударна установка.....	43
3.7 Цифрова робоча станція.....	44
3.8 VST плагіни.....	50
3.9 Деякі плагіни для віртуальної студії звукозапису.....	54
3.9.1 Віртуальна ударна установка Addictive Drums 2.....	54
3.9.2 Віртуальна ударна установка IK Multimedia Modo Drum.....	55
3.9.3 Плагін для обробки гітари Waves GTR 3 ToolRack.....	58
3.9.4 Компресор та еквалайзер від FabFilter.....	60
3.10 Під'єднання обладнання.....	62

3.10.1 Загальне під'єднання та налаштування	62
3.10.2 Моніторна лінія безпосередньо в Cubase	66
3.10.3 Моніторна лінія через аналоговий мікшер.....	77
4. АКУСТИЧНА ОБРОБКА ПРИМІЩЕННЯ.....	82
4.1 Вибір оптимального часу реверберації.....	82
4.2 Забезпечення вибраного часу реверберації	83
4.3 Розрахунок основного і додаткового фонду звукопоглинання.....	87
4.4 Розміщення звукопоглиначів	94
ВИСНОВКИ.....	98
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОСИЛАНЬ	99
ДОДАТОК А.....	102
ДОДАТОК Б	104
ДОДАТОК В	106

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- α – коефіцієнт звукопоглинання;
- α_i – коефіцієнт поглинання звукопоглинального матеріалу;
- α_k – звукопоглинання одного об'єкту;
- $\alpha_{\text{ср}}$ – середній коефіцієнт звукопоглинання;
- $\alpha_{\text{розрах}}$ – розрахунковий коефіцієнт звукопоглинання;
- $\delta, \%$ – похибка, відхилення від оптимального значення;
- μ – коефіцієнт звукопоглинання у повітрі;
- A – звукопоглинання;
- $A_{\text{дод}}$ – додатковий фонд поглинання звуку;
- $A_{\text{розрах}}$ – розрахунковий фонд поглинання звуку;
- $A_{\text{необ}}$ – необхідний фонд поглинання звуку;
- A_0 – основний фонд поглинання звуку;
- $A(f)$ – частотна залежність звукопоглинання;
- b – розмір, ширина приміщення;
- f – частота звукової хвилі;
- h – розмір, висота приміщення;
- l – розмір, довжина приміщення;
- N_k – число звукопоглинальних об'єктів;
- S – розмір, площа;
- S_i – площа звукопоглинального матеріалу;
- S_{Σ} – площа оточуючих поверхонь, сумарна площа всіх поверхонь студії звукозапису;
- T – час реверберації;
- $T_{\text{опт}}$ – оптимальний час реверберації;
- $T_{\text{розрах}}$ – розрахований час реверберації;
- V – об'єм зали;
- AAx – Avid Audio eXtensions (аудіо розширення компанії Avid);
- ASIO – Audio Stream Input/Output (введення-виведення потокових аудіо);

ATX – Advanced Technology Extended;

AU – Audio Units (звукові блоки);

CPU – Central Processing Unit (центральний процесор);

DAW – Digital Audio Workstation (цифрова звукова робоча станція);

DX – DirectX plugin;

DXi – DirectX plugin instrument;

HDD – Hard Disk Drive (жорсткий диск);

MIDI – Musical Instrument Digital Interface (цифровий інтерфейс музикальних інструментів);

PCIe – Peripheral Component Interconnect Express (швидкий взаємозв'язок периферійних компонентів);

RAM – Random Access Memory (пам'ять з довільним доступом);

ROM – Read-Only Memory (постійно запам'ятовуючий пристрій);

RTAS – Real Time AudioSuite (звуковий набір реального часу);

SATA – Serial Advanced Technology Attachment (послідовний інтерфейс обміну даними з накопичувачами інформації);

SSD – Solid-State Drive (твердотільний накопичувач);

USB – Universal Serial Bus (універсальна послідовна шина);

VST – Virtual Studio Technology (технологія віртуальної студії);

VSTi – Virtual Studio Technology instrument (інструмент технології віртуальної студії);

АЦП – аналого-цифровий перетворювач;

АЧХ – амплітудно-частотна характеристика;

ПК – персональний комп'ютер;

РК – рідко-кристалічний;

ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач.

ВСТУП

Після винаходу і комерційного впровадження мікрофонів, електронних підсилювачів, гучномовців і мікшерних пультав, електронний запис поступово змінив індустрію звукозапису. До 1925 року ця технологія витіснила механічні методи звукозапису, а до 1933 року акустичний запис повністю зник.

Електронний запис, набув поширення на початку 1930-х років, і мастерінг запису був електрифікован, але мастер-запис все ж нарізали безпосередньо на диск (direct-to-disc). У відповідності з переважаючими музикальними напрямками, студії в цей період були в основному призначені для живого запису симфонічних оркестрів та інших великих інструментальних ансамблів. Інженери незабаром виявили, що великі простори з гарною реверберацією, такі як концертні зали, створюють яскравий акустичний підпис, оскільки природний ревербератор підсилює звук запису. В цей період перевагу віддавали великим, акустично «живим» залам, а не акустично «мертвим» стендам і студійним залам, які стали поширюватися після 1960-х років.

Через обмеження технологій запису, які не враховували методи багатоканального запису, студії середини 20-го століття розроблялися під концепцію групування музикантів (наприклад, ритм-секція або духовая секція) і співаків (наприклад, група бек-вокалістів), а не розділення їх, і взаємного розміщення виконавців і мікрофонів для захвату важкої акустичної і гармонійної взаємодії, що виникає під час виконання (в 2000-х роках сучасний звукозапис все ще інколи використовує цей підхід для великих проектів, які використовують великі оркестри).

Електричним студіям звукозапису в середині ХХ століття часто не вистачало ізоляційних кабін, перегородок, а інколи і динаміків, і тільки в 1960-х роках, з введенням високоякісних навушників звичайною практикою для виконавців стало використання гарнітури для контролю процесу під час запису і прослуховування композиції. Важко було виділити всіх виконавців — основна причина, по якій ця практика не використовувалась просто тому, що запис

зазвичай робили у вигляді концертного ансамбля, і всі виконавці повинні були бачити один одного і лідерів ансамбля під час гри. Інженери-звукорежисери, що пройшли навчання в цей період, навчилися використовувати важкі акустичні ефекти, які можуть бути створені за допомогою «просочування» між різними мікрофонами і групами інструментів, і ці техніки стали надзвичайно корисними у вивченні унікальних акустичних властивостей своїх студій і виконанні музикантів.

С 2010-х років віртуальні аудіостудії більше залежать від якості апаратури звукозапису, ніж від комп'ютера, на якому вони працюють, тому типове комп'ютерне обладнання високого класу є менш пріоритетним, якщо не задіяно MIDI.

Актуальність теми. В 2000-х і 2010-х роках комп'ютери загального призначення швидко взяли на себе провідну роль в процесі запису. За допомогою програмного забезпечення, такого як Cubase, потужний комп'ютер з швидким процесором зміг замінити мікшерний пульт, багатоканальні магнітофони, синтезатори, семплери і блок ефектів (реверберація, ехо, компресія і т. д.), які були необхідні в студіях звукозапису в 1980-х і 1990-х роках. Комп'ютер, оснащений таким чином, називається цифровою звуковою робочою станцією (англ. DAW) або віртуальною аудіостудією.

З розвитком нових технологій музикальні компанії надають більше технічних рішень, які можуть в єдиному своєму корпусі виконувати неймовірну кількість задач. Уже на сьогоднішній день більшість обладнання можуть замінити плагіни в секвенсорах, таким чином зменшивши їх кількість в студіях.

Обґрунтування необхідності проведення дослідження. Дане дослідження надає повну інформацію для створення цифрової студії звукозапису, та необхідний перелік обладнання для виконання декількох задач при мінімальній кількості обладнання, порівняно з сучасними студіями звукозапису.

Мета. Підібрати обладнання для цифрової робочої станції для використання виконавцями в якості репетиційної бази, демо запису одночасно декількох потоків аналогового і цифрового сигналу, професійного мастерінгу і в якості додаткового обладнання на живих виступах.

Завдання. Підібрати необхідне обладнання та описати взаємодію кожної ланки створеної схеми. Розрахувати розміри приміщення, в якому буде розміщене обладнання та розрахувати кількість матеріалів для акустичного оформлення. Порівняти звуковий тиск, що виникає в розрахованому приміщенні та на сучасній студії звукозапису.

Практичне значення одержаних результатів. Дана робота розкриває деякі можливості цифрових робочих станцій. За допомогою цифрових станцій, а саме плагінів для секвенсора, можна мінімізувати виробництво обладнання, створив його цифровий аналог для робочої станції і зменшив таким чином відсоток відходів, що виникає при його виробництві та утилізації.

Перелік обладнання, представлений в даній роботі, також дає можливість об'єднати дві кімнати, створених для різних цілей, а саме репетиційну базу і студію звукозапису.

1. КЛАСИЧНІ СТУДІЇ ЗВУКОЗАПИСУ ТА РЕПЕТИЦІЙНА БАЗА

В цьому розділі описуються будова і обладнання напівпрофесійної студії звукозапису та репетиційної бази. Цей розділ необхідний для розуміння їх функціонування, в наступних розділах буде описано, яким чином можливо мінімізувати велику кількість обладнання.

1.1 Приміщення та обладнання студії

Студія включає в себе кімнати звукоінженера, кімнати для запису музикальних інструментів, і в окремих випадках — із кімнати прослуховування, інколи також виділяють окреме приміщення під апаратну, де може встановлюватися громіздка і шумна апаратура.

До приміщення, де здійснюється безпосередньо звукозапис і контроль записуваного матеріалу, є спеціальні вимоги: звукоізоляція і звукопоглинання.

Звукопоглинання забезпечується за рахунок кріплення спеціальних звукопоглинальних матеріалів на стіни і стелю. Ці матеріали мають високий показник поглинання аудіохвиль по певним частотам, що сприяє видаленню ехо (природньої реверберації). Таким чином, матеріали обираються для конкретних приміщень, де буде проводитися звукозапис конкретних інструментів. Наприклад, для звукоізоляції приміщень, де проводиться запис вокалу, використовуються такі матеріали як поролон, вата, ковролін і/або їх комбінації (ці матеріали мають гарну звукопоглинальну здатність в діапазоні від 3 кГц до 9-10 кГц), що не зовсім добре для приміщень, де здійснюється запис таких інструментів, як барабани або контрабас (де необхідне використання спеціальних композитних панелей для поглинання низьких і субнизьких частот).

Звукоізоляції досягають за рахунок спеціальної конструкції стін студії. Їх потовщують і створюють по можливості декілька стін, розділяючи їх вузькими проміжками, в яких засипають пісок або інші матеріали, що можуть поглинути енергію звукової хвилі. Ці зміни дозволяють ізолювати студію я від шумів ззовні, так і в зворотному напрямку.

Головним чином, Обладнання студії звукозапису складається із:

- пристроїв, здатних вловити звук (мікрофони, інструменти);
- обробити звук (мікшери, сигнальні процесори, компресори, комп'ютерні плагіни і т.д.);
- записати звук (аналогові звукозаписуючі пристрої, DAT-магнітофони, жорсткі диски);
- відтворити звук (студійні монітори).

Більшість сучасних студій цифрові, тому головний елемент студії це комп'ютер і цифрова звукова робоча станція. Цифрова звукова робоча станція — основна програма, що використовується для запису, обробки і зведення музики на комп'ютері.

В даний час на всіх студіях звукозапису використовується в основному конденсаторні, стрічкові і динамічні мікрофони. Вони відрізняються своїми частотними і динамічними характеристиками, чутливістю і направленістю [1]. Вокальні мікрофони, як правило конденсаторні або стрічкові, побудовані на великій мембрані, мають підвищений динамічний і частотний діапазон і високу чутливість (малий час відгуку). Вони встановлюються на спеціальній резиновій підставці (так званий «павук») для виключення попадань зайвих вібрацій на корпус мікрофона. Між мікрофоном і виконавцем також розміщують поп-фільтр для захисту мембрани мікрофонів від ударів при різкому видиханню повітря.

Вибір інструментальних мікрофонів залежить від конкретних інструментів, та інколи від вподобань виконавця. Для запису смичково-струнних інструментів часто використовують вузьконаправленні конденсаторні мікрофони з підвищеною чутливістю на певних частотах для передачі особливостей конкретного інструмента.

Студійні монітори призначені для контролю записаного звуку. Можуть використовуватися як гучномовці - монітори, так і спеціальні

моніторні навушники. Основна вимога до моніторів — мінімум несених в звук спотворень. Монітори не повинні якимось чином маскувати дефекти запису.

Джерело стабілізованого живлення збирає всі кабелі в один. Окрім цього він може фільтрувати потужність, використовуючи такі технології, як:

- захист від стрибків напруги;
- регулювання напруги;
- фільтр шумів.

Це дозволяє подовжити термін служби обладнання і дозволяє йому працювати на повну потужність.

Джерело стабілізованого живлення дозволяє використовувати таке обладнання, як, наприклад, мікрофонний попередній підсилювач, який дозволяє збільшити кількість вхідних каналів для запису.

Інший варіант цього пристрою — сучасний одноканальний попередній підсилювач, котрий зазвичай використовується студіями при запису вокалу чи будь-якого іншого важливого проміжку в міксі.

Підсилювач для навушників необхідний, в першу чергу, для того, щоб при одночасній роботі з декількома музикантами, кожен міг себе чути при одночасному записі, оскільки в більшості аудіоінтерфейсів всього 1 або 2 виходи. В звичайних підсилювачах для навушників є стереовиходи для 4-8 пар навушників і навіть більше.

Сучасні підсилювачі для навушників можуть відправляти декілька аудіоканалів на персональний мікшер кожного музиканта, дозволяючи їм налаштувати той звук, котрий вони хочуть чути, не впливаючи на звук інших.

Панель керування, по суті, це MIDI-контролер, необхідний (але не обов'язковий) для імітації зовнішнього вигляду і відчуттів аналогових пультав минулих епох, але менших за розмірами [2]. Його використовують для більш зручної роботи при зведенні міксу.

В студіях, де довжина кабелів може досягати 30 метрів, гітарні кабелі підтвержені надмірному шуму сигналу. Дірект-бокси вирішують цю проблему,

перетворюючи небалансний сигнал інструментального рівня в балансний сигнал мікрофонного рівня, який можна передавати на десятки метрів, не боячись за шуми.

Цифровий конвертор виконує 2 прості задачі:

- перетворення аналогового звуку в цифровий (АЦП);
- перетворення цифрового звуку в аналоговий (ЦАП).

В більшості випадків цифрові конвертори існують у вигляді однієї із функцій інших пристроїв (наприклад в аудіоінтерфейсі).

Задовго до того, як зведення стало проводитися за допомогою плагінів для цифрових студій (це буде описано в наступних розділах), пристрої типу еквалайзерів і компресорів існували тільки в окремому вигляді.

На щастя, ми живемо в таку епоху, коли змодельовані "цифрові версії" роблять завдання простіше і дешевше. Кращі студії світу продовжують використовувати таке обладнання, тому що професіонали в цій справі стверджують, що аналогове обладнання звучить краще будь-якого плагіна.

1.2 Приміщення та обладнання репетиційної бази

Для середньої репетиційної бази підійде приміщення, розмірами від 12 до 40 квадратних метрів. Якщо площа буде надто великою, стіни необхідно додатково обробляти звукоізоляцією, так як звук буде гуляти по приміщенню. Слід враховувати, що приміщення потрібно розраховувати на максимальну кількість музикантів (максимально 8 людей) та обладнання. Зазвичай репетиційні бази мають додаткове приміщення – оперативну кімнату, для неї немає особливих вимог, її основне завдання – відгородити звукорежисера від музикантів.

Такі репетиційні бази зазвичай знаходяться в нежитлому приміщенні (склад, гаражний кооператив, приміщення заводу і тд.), оскільки звукоізоляція не дозволяє повністю прибрати звук або потребує великих коштів. Найкращим вибором для таких цілей буде окремо розташована будівля.

Аби підготувати приміщення для роботи, необхідно обробити стіни гіпсокартоном або щільною тканиною, наприклад, войлоком. Щодо підлоги, то на неї можна постелити килим. У дерев'яної підлоги є також пара переваг. Але головне, щоб не було бетону.

Розташування приміщення має не останнє значення. Кращим вибором стане центр міста або спальні райони. Найважливішим фактором є частота проходження транспорту в цих місцях.

Незалежно від призначення репетиційної точки, її розмірів і форми, основною музикальною апаратурою будуть колонки і мікшерний пульта. Такий комплект іноді називають моніторною лінією, порталом або просто лінією. Через колонки будуть звучати додаткові інструменти, фонограми, метроном, вокал та інше. В деяких випадках можна обійтись навіть без комбо-підсилювачів, але не без основної лінії [3].

Основні задачі, які частіш за все виконують колонки і мікшерний пульта в репетиційних базах:

1. Озвучування вокалу.
2. Озвучування електронних інструментів (клавіші, електронні барабани).
3. Фонограма з комп'ютера або плеєра.
4. Підзвучування бас-бочки або всієї живої ударної установки.
5. Підзвучування гітарних і басових підсилювачів при необхідності.

Гучномовці – основна апаратура репетиційної точки. Потужність гучномовців розраховується за формулою: 20 Вт на 1 квадратний метр приміщення, у випадку з живою ударною установкою (в такому випадку буде запас потужності). Звісно, вийде усереднене і приблизне значення.

Важливий критерій при виборі акустики – розмір динаміків. Гарним варіантом будуть пара гучномовців з 15-дюймовими динаміками, вони краще передають низькі частоти, які важливі у всіх музикальних жанрах. Наявність сабвуфера буде тільки в плюс, якщо підзвучувати бас-бочку і/або бас-гітару.

Мікшерний пульт обирають в залежності від кількості вхідних каналів. Припустимо, що для гітар і бас-гітари буде свій підсилювач, то на мікшерний пульт необхідно 3 вокальних канали, 4 канали для клавішних інструментів, 2 канали – ноутбук або будь-який інший відтворювальний пристрій, тоді виходить, що достатньо 12-канального мікшера.

На репетиційних точка використовується один з двох видів ударної установки: акустична або електронна. Розглянемо особливості обох варіантів, їх плюси і мінуси:

1. Розмір акустичної ударної установки більше, ніж електронної.
2. Гучність електронної акустичної установки неможливо регулювати.
3. Електронні установки мають безліч різних варіантів звуків і тембрів, починаючи із звичайних барабанів і закінчуючи космічними електронними семплами.
4. Бочку акустичної ударної установки бажано підзвучувати окремим мікрофоном.
5. При всіх плюсах електронної установки вона має важливий і ваговий мінус. Відчуття при грі на такому інструменті зовсім не схожі на відчуття на акустичній установці.

Для того щоб використовувати акустичну установку необхідно мати достатньо потужну моніторну лінію і гітарні комбо-підсилювачі, але при цьому наближуєтесь максимально до звучання, характерному для концертного. Але з іншої сторони, обираючи електронну ударну установку, ми обираємо різноманітність звуків і повний контроль над гучністю.

Комбопідсилювач – це, персональний монітор гітариста. Він може налаштувати звук у відповідності з власним вподобанням. Підсилювач не обов'язково повинен бути потужним, потужність вибирають з урахуванням стилю музики і наявності акустичної установки. Головне, щоб звук задовольняв музикантів [4]. Маючи, наприклад, топовий ламповий підсилювач з яскравим

звучанням, його можна з легкістю підзвучити і отримати повноцінний гітарний звук із моніторної лінії.

Високочастотний звук легше прорізується через загальний мікс, тому потужність підсилювача для гітар може бути в 1,5–2 рази менша, ніж для бас-гітарних апаратів. Мінімальна потужність при використанні гітарного підсилювача з живою барабанною установкою становить 60 Вт, для басового – 100 Вт. З електронною установкою це співвідношення буде приблизно 40 і 60 Вт відповідно.

Поширена помилка - установка гучномовців на підлогу, так звук буде йти в ноги, і виконавці будуть погано чути себе і один одного, як наслідок, вони будуть перевантажувати обладнання. Оптимальний варіант - використовувати спеціальні стійки під комбо-підсилювачі з можливістю регулювання рівня нахилу.

Вокалістам знадобиться мікрофон зі стійкою у кількості трьох комплектів. Вибираючи мікрофон, обов'язково варто враховувати тип спрямованості (кут зняття звуку). Для репетиційної бази підійде всього три типи: кардіоїда, суперкардіоїда і гіперкардіоїда. Всеспрямовані мікрофони, які беруть звук з усіх боків, можуть принести цілий ряд незручностей: неприємні шуми, призвуки, зворотний зв'язок - все це негативно впливає на якість зняття вокалу.

2. СУЧАСНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СТУДІЙ ЗВУКОЗАПИСУ ТА РЕПЕТИЦІЙНИХ БАЗ

На сьогоднішній день компанії, що виробляють звукове обладнання пропонують цікаві рішення, які можуть замінити традиційне обладнання, надають додаткові функції, більш зручні у користуванні, та вирішують сучасні проблеми, з якими стикаються звукорежисери на студіях звукозапису та репетиційних базах. Про деякі з них наведено інформацію в цьому розділі.

2.1. Аудіоінтерфейс

Головна задача аудіоінтерфейсу (рис. 2.1) — надати необхідні підключення для відправки музики на комп'ютер при запису та із комп'ютера при прослуховуванні. Перші версії таких пристроїв мали лише цю функцію, але сучасні аудіоінтерфейси модернізували і тепер вони мають низку нових функцій, включи:

- цифровий конвертор;
- мікрофонний попередній підсилювач;
- директ-бокс;
- підсилювач для навушників;
- регулювання моніторів.



Рисунок 2.1 – аудіоінтерфейс Steinberg UR12

В професійних студіях це все є у вигляді топових окремих пристроїв, вмонтованих у стійку, але сучасні студії замінюють громіздке обладнання аудіоінтерфейсом, який вміщує все необхідне в одному корпусі.

2.2 Джерела безперебійного живлення

Якщо в студії використовується стаціонарний ком'ютер (а не ноутбук з акумулятором), і ком'ютер вимикається внаслідок перебоїв живлення, всі результати роботи можуть бути втрачені. Тому завжди, коли в ком'ютері зберігаються важливі данні, є сенс використовувати джерело безперебійного живлення (рис. 2.2). Працюючи, як запасний акумулятор, він дає декілька хвилин живлення, для безпечного вимикання ком'ютера [5]. Це не обов'язковий, але дуже корисний елемент додаткового обладнання, який стане в пригоді в необхідний момент.



Рисунок 2.2 – джерело безперебійного живлення LogicPower LPM-625VA-P

2.3 Цифрова педаль ефектів Digitech iStomp

Педалі ефектів – це прилади, призначені для обробки звуку музичних електроінструментів. Деякі з них змінюють його повністю, а інші тільки додають йому обсягу і роблять його глибше. В будь-якому випадку, одна така педаль має в собі лише один ефект (рідко декілька) і більшість гітаристів використовує зв'язку педалів (педалборд), кількість яких іноді доходить до 10.

Компанія Digitech має в своєму сегменті педаль гітарних ефектів Digitech iStomp (рис. 2.3), яка відрізняється від своїх конкурентів тим, що конфігурується за допомогою мобільного телефону. Як і більшість класичних моделей, ввімкнути або вимкнути ефект можна просто натиснувши на футсвіч (кнопку на приладі), для налаштування звуку передбачені регулятори. До педалі підключається iPod Touch, iPhone або iPad і в додатку DigiTech Stomp Shop, який працює у зв'язці з педаллю, можна завантажити модель педалі, яка вам необхідна для гри [6]. Перевага цієї моделі в тому, що можна швидко змінити, наприклад, модель педалі iStomp з дісторшна на реверберацію, з фазера на ламповий овердрайв або з затримки на хорус, а вибір досить великий, серед 44 педальних ефектів.



Рисунок 2.3 – педаль гітарних ефектів Digitech iStomp

Не дивлячись на те, що завантаження більшості видів ефектів платне, компанія дозволяє користувачам спробувати той чи інший ефект у зв'язці з обладнанням користувача. Додаток дозволяє прослухати демо-ролик всіх доступних моделей ефектів, окрім того, користувач може завантажити абсолютно будь-яку віртуальну педаль в свій iStomp і протягом 5 хвилин використовувати її разом зі своєю гітарою і іншим набором обладнання. Вся обробка і перепрограмування проводиться всередині педалі iStomp, що гарантує

якісне звучання і професійну обробку ефектами без затримки і необхідності носити з собою iOS-пристрій. Додаток Stomp Shop зберігає всі придбані користувачем ефекти всередині віртуального сховища, що дозволяє носити всі свої улюблені педалі всередині телефону або іншого мобільного пристрою iOS, але залишається проблема необхідності кількох таких педальей для використання декількох ефектів.

2.4 Цифровий педальний контролер Digitech iPB-10

Цю проблему вирішила компанія у наступному своєму продукті. Програмований педальний контролер Digitech iPB-10 (рис. 2.4.1), використовуючи можливості iPad, органічно поєднує в одному приладі зручність роботи з педалями з функціональною гнучкістю процесора мультіефектів. Принцип такий самий як із Digitech iStomp, але є додаткові можливості.



Рисунок 2.4.1 – Програмований педальний контролер Digitech iPB-10

iPB-10 дозволяє розмістити до 10 педальей ефектів у необхідному для користувача порядку, а футсвічі, які відповідають сегментам з педалями, залишають ввімкненими лише ті педалі, які необхідні в даний момент. Крім того, в будь-якій конфігурації також можна використовувати різні моделі посилення і кабінету (рис. 2.4.2), таким чином його можна ввімкнути на пряму до моніторної лінії і отримати звук як від гітарного кабінету. Доступний вибір з 87 поділених

ефектів, 54 підсилювачів і 26 кабінетів, що в сукупності забезпечує практично безмежні можливості обробки сигналу [7]. Використовуючи інтерфейс iPad можна змінювати порядок комутації педалей, включати і вимикати їх або маніпулювати регуляторами.



Рисунок 2.4.2 – інтерфейс Digitech iPB-10

Гнучкість традиційних процесорів мультиефектів полягає в можливості модифікувати конфігурацію тракту обробки сигналу за допомогою одного футсвіча. У iPB-10 реалізована концепція пресетів для педального контролера. Це дозволяє зберігати до 100 конфігурацій, а потім оперативно викликати їх ножними перемикачами. Можна створити незалежні пресети для кожного виступу або композиції, а також перемикати їх в процесі виконання.

На екрані iPad в реальному часі відображається конфігурація педального контролера - ефектів, підсилювача і кабінетів. Можна відразу зрозуміти - включена або виключена та чи інша педаль, переглянути стан регуляторів і призначення футсвічів. Завдяки цій можливості можна забути про обладнання і повністю зосередитися на звуці, виконанні або аудиторії.

Digitech iPB-10 дуже зручний у використанні процесор, який позбавлений недоліків класичних процесорів і педалів ефектів, має усі необхідні можливості у єдиному корпусі.

2.5 Цифровий мікшер Mackie DL1608

З появою на ринку мікшера Mackie DL1608 (рис. 2.5) компанії переглядають традиційний підхід до концертного мікшування. Не дивлячись на те, що мікшер позиціонують як концертний, його можна використовувати на репетиційних базах замість традиційного аналогового мікшера. Цей полупрофесійний цифровий мікшер, головні переваги якого простота і мобільність, працює у зв'язці з iPad, тому при роботі на заходах малого і середнього формату можна забути про громіздкі консолі і реки з приборами.



Рисунок 2.5 – Цифровий мікшер Mackie DL1608

За допомогою 16 високоякісних мікрофонних підсилювачів Onyx і високопродуктивних 24-бітних АЦП-ЦАП від Cirrus Logic мікшер DL1608 дає якість звуку консолі вищого класу. Кожен канал мікшера обладнаний чотирьохсмуговим еквайзером, гейтом, компресором, на виході стоїть 31-смуговий майстер-еквайзер і компресор-лімітер [8].

Завдяки контролеру на iPad, звукорежисер може розміститися для саунд-чеку і мікшування в будь-якому місці залу. Це дає свободу переміщення при керуванні міксом і потужними плагінами обробки, такими як еквайзер, динамічна обробка, ефекти та інше. Мікшер підтримує підключення до 10 iPad одночасно, тому кожен учасник групи може створити свій власний моніторний мікс сам.

На концертних залах, використовуючи базові ефекти, які надаються разом з мікшером, можна домогтися максимально чистого і яскравого звуку, окрім того, Mackie DL1608 має функцію запису міксу, але не передбачає багатоканальний запис.

2.6 Аудіоінтерфейс Jamhub TourBus

Це аудіо-інтерфейс для малогабаритних репетицій та джем-сесій. Цей пристрій, по суті, проста у використанні система змішування моніторів для навушників, яка в першу чергу розроблена для того, щоб музиканти мали змогу грати разом, не турбуючи сусідів. Таким чином, він розкриває свій потенціал у поєднанні з мікрофонами, попередніми підсилювачами, електронними барабанами, синтезаторами тощо, але він також має збалансовані входи, що дозволяє отримати чистий гітарний сигнал без спеціального директ-боксу.

Кожен музикант має свій власний кольоровий "сегмент" змішування, який має вихід для навушників, мікрофонний та інструментальний входи. Після підключення музикантів, кожен може налаштувати вихідний сигнал, незалежно від інших музикантів, тобто налаштувати рівень кожного інструменту таким чином, щоб йому було комфортно під час гри. Також є розділ основних ефектів, який дозволяє додати ефекти реверберації, затримки чи модуляції на мікс мікрофонних каналів. Для лінійних каналів, тобто гітар, необхідне додаткове обладнання (процесори та педалі ефектів) для зміни звучання [9].

Старша модель TourBus також включає можливість робити стереозапис процесу на SD карту, на USB носій або комп'ютер, але її простота виключає багатоканальний запис. Мікрофонні входи не мають фантомного живлення, це означає, що необхідно використовувати мікрофони, які мають власне живлення. Для запису використовується 16-бітова роздільна здатність. Усі мінуси такої системи усунені



Рисунок 2.6 – аудіо-інтерфейс Jamhub TourBus

Jam hub TourBus є найближчим аналогом до віртуальної студії звукозапису, наведеній у розділі 3, але з вагомими мінусами. Перш за все, це відсутність багатоканального запису, необхідність фантомного живлення для мікрофонів і недостатня обробка сигналу.

3. ВІРТУАЛЬНА СТУДІЯ ЗВУКОЗАПISУ

3.1 Аудіоінтерфейс Zoom UAC-8

Завдання будь-якої звукової карти - переклад цифрових даних в аналоговий сигнал, який можна вивести на джерело відтворення, а також переклад аналогового сигналу в цифрові дані для запису. За це відповідають ЦАП і АЦП (цифро-аналоговий і аналогово-цифровий перетворювачі).

Жоден з комп'ютерів не оснащений вбудованими 6-міліметровими jack- або xlr-роз'ємами. Звукова карта, в свою чергу, дає можливість підключити і записати будь-який музичний електроінструмент, мікрофон і так далі. Багато моделей також обладнані midi та іншими роз'ємами, що дозволяє через них підключити й інші девайси.

Працюючи з вбудованою картою, ви виявите декілька особливостей:

- можливий запис тільки одного джерела сигналу одноразово;
- можлива затримка сигналу, збої, запис фонових шумів і наведень (особливо це актуально в системних блоках з гучними кулерами).

Ці два фактори - основні перешкоди для створення якісного запису.

Зовнішня карта допоможе розвантажити процесор комп'ютера. При роботі зі звуковою картою, вбудованої в комп'ютер, витрачається менша кількість ресурсів не тільки процесора, але і оперативної пам'яті. Зовнішня звукова карта бере на себе роботу з вхідним і вихідним звуком, зменшує затримку під час запису, дозволяє записувати і міксувати кілька джерел звуку відразу.

Зменшувати затримку і збільшувати якість запису на зовнішніх звукових картах допомагає звуковий драйвер ASIO (audio stream input / output) - драйвер введення і виведення потокових даних, розроблений компанією Steinberg. ASIO набув широкого поширення, і велика частина зовнішніх звукових карт

використовує саме цей протокол передачі даних. При передачі аудіопотока девайс забезпечує високу точність роботи і низькі рівні затримки звуку. ASIO дозволяє приймати або відтворювати звук безпосередньо через звукову карту, уникаючи звукової підсистеми комп'ютера.

Враховуючи всю вище сказану інформацію, наша система буде базуватися на звуковій карті Zoom UAC-8 (рис. 3.1), а все подальше обладнання підбиратися під неї.



Рисунок 3.1 – аудіо-інтерфейс Zoom UAC-8

Таблиця 3.1 – Системні вимоги

Операційна система	Windows, Mac
Процесор	Intel® Core i3 або новіше
USB	USB 3.0 / USB 2.0

Виробник повідомляє, що коректна робота пристрою не гарантується з процесорами з лінійки Atom, Celeron або Pentium, а також з процесорами фірми AMD. Пристрій підтримує лише USB-контролери чіпсетів Intel. Коректна робота з USB-хабами або платами розширення не гарантується.

UAC-8 має 18 входів і 20 виходів, а також підтримку USB 3.0, завдяки чому можна працювати як в середовищі Windows, так і в MacOS і навіть на iPad, для роботи необхідний опціональний мережевий адаптер (AD-14), комплект Apple Camera Connection Kit або адаптер Lightning / USB для підключення камери. Крім того, UAC-8 можна використовувати під час живого виступу на

сцені, щоб отримати звучання з високою роздільною здатністю (до 24-біт / 192 кГц).

Zoom UAC-8 підтримує протокол передачі даних USB 3.0 SuperSpeed, швидкість якого в десять разів перевищує USB 2.0 і в шість разів перевищує швидкість FireWire 800, як наслідок - низька затримка, що сильно поліпшить продуктивність роботи програмного забезпечення для запису і обробки звуку.

Zoom UAC-8 оснащений широким рядом як аналогових, так і цифрових конекторів. На передній панелі розташовано вісім суміщених роз'ємів XLR / TRS, до яких можна підключати мікрофони та інші джерела лінійного сигналу, зокрема, музичні інструменти. У кожного з роз'ємів є виділений регулятор рівня і ЖК-індикатор, що полегшує пошук оптимальних налаштувань. Крім того, у користувача в розпорядженні регулятор фантомного живлення, завдяки якому до UAC-8 можна підключити конденсаторний мікрофон професійного рівня.

UAC-8 оснащений подвійними збалансованими аналоговими виходами TRS для підключення до моніторів. Також доступні 8 дискретних збалансованих аналогових виходів TRS для лінійного сигналу, завдяки яким можна здійснювати мультіканальний моніторинг або підключати зовнішні пристрої для створення ефектів. Великий регулятор на передній панелі дозволяє швидко відрегулювати загальний вихідний рівень. Також є два 1/4-дюймових стерео роз'єму для навушників з власними регуляторами гучності, призначені для моніторингу аудіо.

8 входів і виходів ADAT і стерео S / PDIF дозволяють підключити до 10 зовнішніх каналів, а вбудований генератор сигналу Word Clock забезпечить легку інтеграцію в будь-яку систему [10]. Додатково до цього вхід і вихід MIDI дозволить підключити такі пристрої, як електронні клавіатури або драм-машини.

В автономному режимі UAC-8 може бути використаний в якості 8-канального мікрофонного підсилювача і аналогово-цифрового або цифро-аналогового конвертера без необхідності в підключенні до комп'ютера.

3.2 Персональний комп'ютер

Збірка комп'ютера для створення музики є досить складним завданням, оскільки в процесі складання необхідно не тільки чітко усвідомлювати, яким чином комплектуючі комп'ютера будуть впливати на продуктивність, але і забезпечити максимальну сумісність ПК з бажаною периферією, звуковими інтерфейсами, а також різними можливостями цифрової студії.

Процесор (рис. 3.2) є основою подібної збірки. Кількість ядер і їх частота визначають швидкість роботи в задачах монтажу і створення аудіо контенту. Сучасні секвенсори вже навчилися вправно працювати з багатоядерними процесорами, а також з гіпертрєдінгом, так що в першу чергу слід обрати гідний процесор, чия продуктивність є ключовою для продуктивності всієї робочої станції в цілому.



Рисунок 3.2 – процесор персонального комп'ютера

У більшості випадків, продуктивність в сфері створення і монтажу аудіо залежить від кількості ядер процесора. Якщо у роботі переважають відносно скромні за масштабом проекти, то шестиядерного, або восьмиядерного

процесора для них буде цілком достатньо. Однак, якщо проекти великі і масштабні, а вимоги до затримки досить високі, то в даному випадку доведеться розглянути покупку 10, 14, або навіть 18-ядерного CPU.

Для нашої збірки необхідно як мінімум восьми ядерний процесор, оскільки в нашому випадку задача полягає в тому, щоб декілька вимогливих плагінів працювали одночасно, і затримка була мінімальна, тому можна розглянути Intel Core i7-9700k, у якого 8 ядер на більш високих частотах або серію Ryzen 7 від AMD, який поступається аналогам від Intel за продуктивністю ядра, але цей недолік вони компенсують великою кількістю ядер і, відповідно, потоків.

Для більшої впевненості у продуктивності ПК слід розглянути серію професійних чіпів від Intel, що складається з 14-ядерного i9-7940X і 16-ядерного i9-7960X, але в нашому випадку вони дадуть всього лише на пару відсотків більше додаткової продуктивності, ніж вищезгадані i7 процесори, тому в даному ціновому діапазоні буде краще придбати AMD TR 2950X, з його 16 ядрами і 32 потоками.

На щастя, про відеокарту (рис. 3.3) можна особливо не турбуватися, якщо не використовувати робочу станцію для інших потреб. Відеокарта, сама по собі, в процесі роботи з аудіо не використовується і на продуктивність не впливає, а указані варіанти процесорів від Intel мають вбудовану графіку Intel UHD Graphics 630, яка здатна виводити картинку на один або кілька дисплеїв.



Рисунок 3.3 – відеокарта персонального комп'ютера

Достатній обсяг оперативної пам'яті (рис. 3.4) критичний для збалансованої збірки. Для створення музики та аудіо монтажу необхідно як мінімум 16GB, щоб забезпечити простір для маневру всіх використовуваних програм [11]. Для більш потужних збірок, призначених для складних проектів, можна придбати 32 GB або 64 GB RAM.



Рисунок 3.4 – оперативна пам'ять персонального комп'ютера

Для більшості музикантів, які використовують велику кількість плагінів і синтів, основна проблема полягає в нестачі обчислювальної потужності процесора, тому необхідно визначити оптимальний об'єм пам'яті, щоб не покривати її надлишком зайвих стиків пам'яті.

З урахуванням того, що комп'ютер матиме потужний процесор, його продуктивність може знизитися, якщо він буде працювати з жорстким диском (рис. 3.5), оскільки не зможе оперативно зчитувати з нього інформацію. При виборі варіантів сховища, необхідно керуватися наступним простим практичним правилом: ті файли і проекти, з якими працює користувач, повинні зберігатися на SSD (рис. 3.5), так як вони забезпечують більш високу швидкість читання, а файли і проекти, з якими користувач працює постійно, відправляються на зберігання на HDD (жорсткий диск).



Рисунок 3.5 – жорсткий диск HDD (зліва) та SSD (справа) персонального комп'ютера

Оптимально виділити один SSD під операційну систему, програми та DAW з усіма плагінами, один SSD під поточні файли і проекти, а третій використовувати для кешування, але можна залишити один SSD під програми і поточні файли.

Вибір материнської плати (рис. 3.6) для робочої станції зводиться до відповіді на питання о кількості периферії, але рекомендується купувати повнорозмірні ATX плати, щоб не втратити PCIe слот. Недолік даних слотів може серйозно обмежити. Необхідно звернути на кількість USB і SATA портів.



Рисунок 3.6 – материнська плата персонального комп'ютера

Якщо говорити про обробку звуку, то у сучасних материнських плат проблем з цим немає - вбудовані звукові чіпи справляються зі своїм завданням. Вмонтованим звуковим картам не буде приділятися увага, оскільки в нашому варіанті студії використовується зовнішня звукова карта [12].

Слід визначитися з кількістю жорстких дисків. Багатьом користувачам буде достатньо двох, але в міру оптимізації робочого процесу з метою зробити його більш швидким і ефективним, багато хто стикається з проблемою нехватки місця. SSD і HDD працюють на SATA портах, а швидкісні M.2 SSD підключаються до спеціального M.2 порту на платі, або до PCIe, але вже за допомогою спеціального адаптера.

Блок живлення (рис. 3.7) дуже важливий для будь-якого комп'ютера, так як ніхто не хоче, щоб при його несправності все обладнання раптово згоріло. Для коректного вибору блоку живлення слід проконсультуватися с надійними джерелами інформації та відгуками на моделі, що популярні на сайтах магазинів.



Рисунок 3.7 – блок живлення персонального комп'ютера

3.3 Ноутбук

Але якщо для користувача важлива мобільність, слід розглянути варіант ноутбуку. Серед ноутбуків найкращим варіантом можна виділити ASUS ROG Strix SCAR 15 G532LV-AZ042T, який позиціонується як ігровий, і має восьмиядерний процесор Intel Core i7-10875H (2.3 — 5.1 ГГц) (рис. 3.8). Об'єм оперативної пам'яті 16 Гб з частотою 3200 МГц, але є додатковий слот для ще однієї планки, та отримати максимальний об'єм 32 Гб. Ноутбук не передбачає монтування HDD, натомість має SSD ємністю 512 Гб та оснащений додатковим портом для M.2 SSD. Має дискретну відеокарту NVIDIA GeForce RTX 2060, яка дозволяє виконувати більше задач, а не тільки аудіо монтування. Що не менш важливо, в нього вмонтовано 3 порты USB 3.0, що дозволяє йому коректно працювати з аудіообладнанням [13].



Рисунок 3.8 – ноутбук ASUS ROG Strix SCAR 15 G532LV-AZ042T

Слід зауважити, що ноутбук має серйозні переваги: мобільність і автономність. За відсутності живлення мережі акумулятор ноутбуку надає декілька годин, аби безпечно завершити процес запису і зберегти усі необхідні данні. Але, можливо, продуктивність процесора не дозволить в повній мірі виконувати багатоканальний запис із великою кількістю ефектів.

На даний момент попит на потужні ноутбуки збільшується, і, вірогідніше, наступні покоління ноутбуків зможуть без труднощів виконувати обчислювальні задачі, які вимагають плагіни.

3.4 Мікрофони

Для студії, яка буде поєднувати в собі репетиційну базу, необхідно декілька типів мікрофонів. Для роботи з голосом під час запису більше підходить конденсаторний тип мікрофонів (рис. 3.9). Такі пристрої більш чутливі і передають весь тембр звуку. Динамічні мікрофони (рис. 3.9) підходять для живих виступів на сцені і запису інструментів. При виборі мікрофону також необхідно звернути увагу на його направленість, відношення сигнал/шум, АЧХ і чутливість.



Рисунок 3.9 – Конденсаторний (зліва) і динамічний (справа) мікрофони

Направленість (рис. 3.10) відповідає за те, в яких напрямках мікрофон записує звук. Якщо приміщення не підготовлене для запису голосу, слід обрати кардіоїдний мікрофон, оскільки буде більша вірогідність, що він не запише проблеми приміщення (ехо, шум).

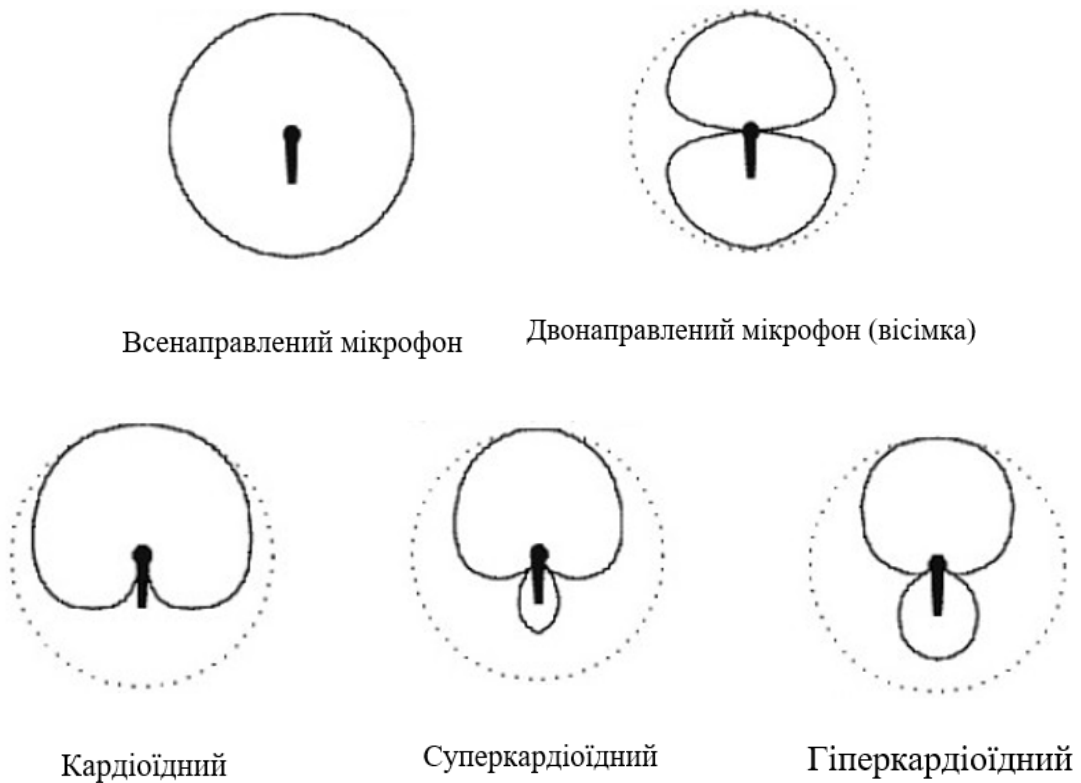


Рисунок 3.10 – Направленість мікрофону

Відношення сигнал шум показує перевищення рівня сигналу над рівнем шуму. Чим співвідношення більше, тим менше спотворюється звук. Гарне значення 66 дБ, відмінне - 72 і вище.

Крива частотної характеристики (АЧХ) - це діапазон частот (від низьких до високих), в межах яких мікрофон пише звук (рис. 3.11). Якщо десь крива просідає, ця частота на записі буде виражена менше. Якщо на кривій підйом, частота більш виражена. Слід враховувати цей показник, оскільки виробники роблять мікрофони с плоскою АЧХ, які не прикрашають вокал, або з підйомами, що можуть прикрашати вокал на частотах 2-8 кГц і/або зріз частот, які покращують розбірність [14].

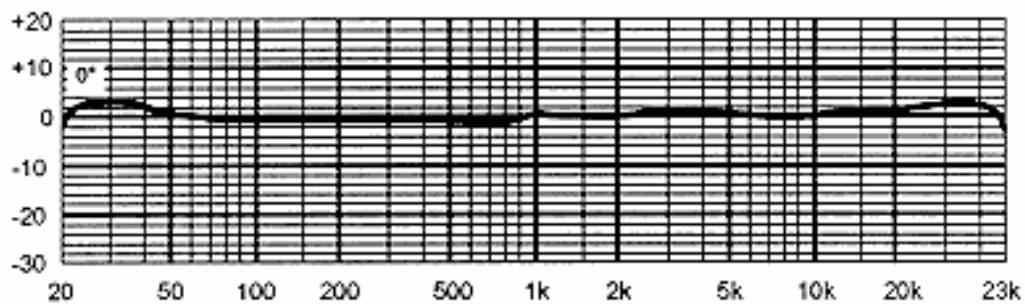


Рисунок 3.11 – АЧХ мікрофону Marshall MXL 2003

Чутливість показує наскільки тихий звук здатний записати мікрофон. Чим ближче значення до нуля в децибелах, тим вище чутливість мікрофона. Якщо студія звукозапису підготовлена для запису, високочутливий мікрофон цілком виправданий. В інших випадках краще використовувати мікрофони з чутливістю від -40 дБ.

Отже, для безпосередньо запису для кінцевого треку необхідно використовувати конденсаторний мікрофон, що дозволить якісно передати тембр вокалу. Для багатоканального запису під час репетиції необхідно використовувати динамічний мікрофон, оскільки він не буде записувати зайвий шум. Якщо конденсаторного мікрофону буде достатнього одного, то динамічних бажано мати декілька, в залежності від складу музикантів.

3.5 MIDI-контролер або синтезатор

Вперше представлений в 1980-х роках, MIDI є стандартом зв'язку, який за допомогою контролера передає цифровим інструментам певні ноти і як слід їх відтворювати. Клавіатури є найбільш поширеним типом MIDI-контролера, тому багато клавіатур всіх видів мають підтримку MIDI. Деякі клавіатури явно розроблені як контролери і можуть відправляти тільки MIDI-сигнали, в той час як синтезатори можуть приймати їх і функціонувати як програвачі.

Залежно від того, як планується використовувати електронний музичний інструмент залежить вибір між міді-клавіатурою і синтезатором. Недоліком застосування міді-клавіатури є те, що вона не може відтворювати звук самостійно. Замість цього вона передає сигнал іншому обладнанню, такому як комп'ютер з аудіопрограмою або іншому інструменту з MIDI-входом. Особливістю використання міді-клавіатури є її чутливість, яка визначає силу і швидкість дотику до клавіш. Якщо необхідний електронний музичний інструмент для відтворення без будь-якого іншого обладнання, то синтезатор буде відмінним вибором. Багато синтезаторів також мають вбудовані функції і роз'єми MIDI.

Синтезатори являють собою клавішній музичний інструмент, який генерує звуки в електронному вигляді. Найпростіші синтезатори виробляють безліч електронних тонів, в той час як більш просунуті моделі пропонують великий набір семплірованих звуків. Багато синтезаторів оснащені вбудованим вокодером для створення особливих звукових ефектів.

Існує два основних типи синтезаторів:

Аналогові синтезатори - найдавніші і прості різновиди електронних музичних інструментів, які створюють звук за допомогою одного або декількох генераторів звукових хвиль. Хоча за минулі роки вони значно покращилися, аналогові синтезатори сьогодні є менш поширеним типом.

Цифрові (або засновані на семплах) синтезатори є популярним вибором для більшості музикантів, оскільки використання семплів дає їм велику звукову бібліотеку, яка може включати в себе такі інструменти, як фортепіано, орган, труба, перкусія та багато інших. Деякі цифрові синтезатори також можуть відтворювати звуки класичних аналогових синтезаторів [15].

Для нашої системи функціоналу міді клавіатури достатньо. Перевагою міді-клавіатури є те, що вони мають цифрові функції введення і виведення. Це усуває необхідність в окремому аудіоінтерфейсі при використанні в якості цифрової звукової робочої станції. Деякі клавіатури мають тільки стандартні чорно-білі клавіші, але спеціалізовані моделі мають додаткові методи керування. В MIDI-клавіатурі додатково є регулятори, повзунки та педи. Багато клавіатур мають великі дисплеї (в деяких випадках навіть сенсорні), що робить їх більш простими і інтуїтивно зрозумілими при використанні.

Деякі висококласні і професійно орієнтовані клавіатури дозволяють додавати карти розширення ROM для збільшення бібліотеки звуків. Також можна додатково встановлювати більше оперативної пам'яті і місця для зберігання, щоб підвищити продуктивність і ємність семплів. Цей вид модернізації варто розглянути, якщо планується використовувати клавіатуру протягом тривалого часу.

Найменші MIDI-клавіатури і синтезатори обладнані лише 25 клавішами, в той час як повнорозмірні цифрові піаніно і органи можуть мати управління з 88 клавіш. Правильний вибір залежить від того, скільки місця є для розміщення клавіатури, її портативність, а також від музики, яку планується грати.

Один із найкращих варіантів є M-Audio Oxygen у варіантах на 49 та 61 клавішу (рис. 3.12). Доступні моделі з 25, 49 і 61 чутливими до швидкості натискання клавішами, всі контролери оснащені 8 тригер-педами, які використовуються для запуску аудіо- та звуків ударних і не тільки. Педи також

забезпечують чутливий до швидкості натискання відгук і зворотний зв'язок з підсвічуванням.



Рисунок 3.12 – MIDI клавіатура M-Audio Oxygen 49

Для налаштування параметрів плагінів і мікшування доступні вісім регуляторів. Oxygen 49 і 61 надають дев'ять фейдерів для MIDI-управління. Кожна клавіатура серії оснащена РК-екран і управлінням транспортом для роботи з цифровим аудіософтом [16]. Для виступів може стати в нагоді 6,3-мм роз'єм для підключення педалі сустейна.

Для коректної роботи клавіатури в секвенсорі, виробник рекомендує завантажити і встановити спеціальну програму DirectLink. Вона дозволяє автоматично налаштувати функцію контролерів для роботи в певному додатку. На сайті виробника можна завантажити програму DirectLink практично для всіх поширених програм і секвенсоров.

При утримуванні клавіші SHIFT кнопками <i> можна переміщатися по трекам проекту. Можна перепризначити свій параметр на якийсь конкретний контролер традиційним способом перенавчання. Педи призначені не просто на перші вісім нот хроматичної гами, а на найбільш часто використовувані в драм кітах ноти основних ударних. Це бочка, малий барабан, томи, тарілки, хай-хет. Для віртуальних інструментів, що містять кілька драм-кітів, розташованих в різних октавах в клавіатурі, передбачено переміщення педів по октавах вгору і вниз. Для цього достатньо натиснути кнопки октавного зсуву, утримуючи SHIFT.

Приємним доповненням до всіх пристроїв Oхugen є два віртуальних інструменту в комплекті. Це двоканальний AU / VST інструмент AIR Music Tech Xpand! 2 і синтезатор SONiVOX Twist.

3.6 Електронна ударна установка

Як було сказано вище, велика кількість різноманітних звуків і можливість регулювання гучності електронної ударної установки є важливими факторами при створенні віртуальної студії.

При виборі ударних варто звернути увагу на педаль бочки і секцію тарілок. Наприклад в деяких моделях електронних ударних педаль бочки віртуальна (рис. 3.13), тобто просто кнопка, як в контролері хай-хета. Перевага такої педалі - безшумність (70% акустичного шуму, що видає електронна ударна установка, лунає від бочки). Недолік - відсутність калатала (рис. 3.13), його відскоку і, як наслідок, втрата реалістичності. Пересідати на акустичну установку з нормальною бочкою буде некомфортно.



Рисунок 3.13 – Віртуальна педаль бочки (зліва) та педаль з калаталом (справа)

Модель Medeli DD650RX (3.14) найближча за відчуттями до традиційної акустичної установки.



Рисунок 3.14 – Віртуальна ударна установка Medeli DD650RX

Дана установка має педаль бочки з педом, трьохзонний райд з вираженою зоною бела, двозонним крешем і хай-хетом. Всі тарілки підтримують функцію глушіння рукою. Особливу увагу варто приділити симулятору хай-хета. DD650RX - це перша ударна установка Medeli з подібним рішенням [17]. Блок симулятора встановлюється на стандартну стійку хай-хет, а зверху на рухому частину стійки кріпиться сам пед. У верхній частині симулятора знаходиться кнопка, яку затискає пед тарілки в закритому положенні хай-хет. Натискання розпізнається дуже плавно (в характеристиках заявлено безступінчате розпізнавання). Відчуття від гри на симуляторі хай-хета максимально наближені до його акустичному аналогу.

3.7 Цифрова робоча станція

Будь-яка цифрова звукова робоча станція (DAW - digital audio workstation) - це пакет програм, що складається з основного додатку і набору додаткових компонентів: плагінів, віртуальних інструментів, лупів, семплів та іншого аудіоконтенту. Незважаючи на це, вибір програми для запису музики не повинен покладатися на кількість і навіть якість плагінів. Головне тут - можливості самої DAW. Модулі завжди можна докупити або завантажити окремо - рішень від

різних розробників неймовірна кількість, аби задовольнити будь-якого користувача [18]. У кожній DAW є повнофункціональна демо-версія, якою можна користуватися без будь-яких обмежень від 2 тижнів до місяця, тому користувач має змогу ознайомитись з додатком і підібрати оптимальний варіант для себе.

З невідомої причини деякі музиканти і звукорежисери стверджують, що певні DAW оснащені більш крутим і якісним звуковим софтом. З точки зору звучання програми для запису музики не мають між собою жодної різниці і тим паче не можуть вплинути на підсумкове звучання треків. На звучання музики впливає обладнання, ефекти і плагіни, але ніяк не сама DAW. Цифрові робочі станції створені на одних і тих же принципах роботи. Це стосується як можливостей відтворення аудіо та запису звуку, так і особливостей обробки сигналу.

При різниці функцій, основна відмінність програм між собою - ступінь їх поширеності у користувачів. Чим популярніша DAW, тим більше довідкових матеріалів по ній знайдеться в мережі і тим більше її користувачів, у яких ви без зусиль зможете знайти відповіді на будь-які ваші запитання. Популярна DAW дозволить працювати з проектом в будь-якій точці світу - можна ходити зі своєю музикою на будь-яку студію або відправляти її однин одному через Інтернет, не переживаючи, що проект не відкриється.

Багатство функцій і поширеність безпосередньо відбивається на ціні кінцевого продукту - вартість деяких програм може доходити до декількох сотень доларів. Проте висока ціна не гарантує зручності використання: серед менш популярних програм знайдуться ті, які не тільки коштують дешевше, але і можуть виявитися зручніше в роботі.

Вихід в 2001 році першої версії Ableton Live (рис. 3.15) виявився проривом для музичної індустрії. Музиканти гідно оцінили підхід до проектування інтерфейсу програми, однаково добре пристосованого як для звукозапису, так і для живих виступів. Крім традиційної DAW, користувачі отримували в розпорядження ще один музичний інструмент, нехай і програмний.

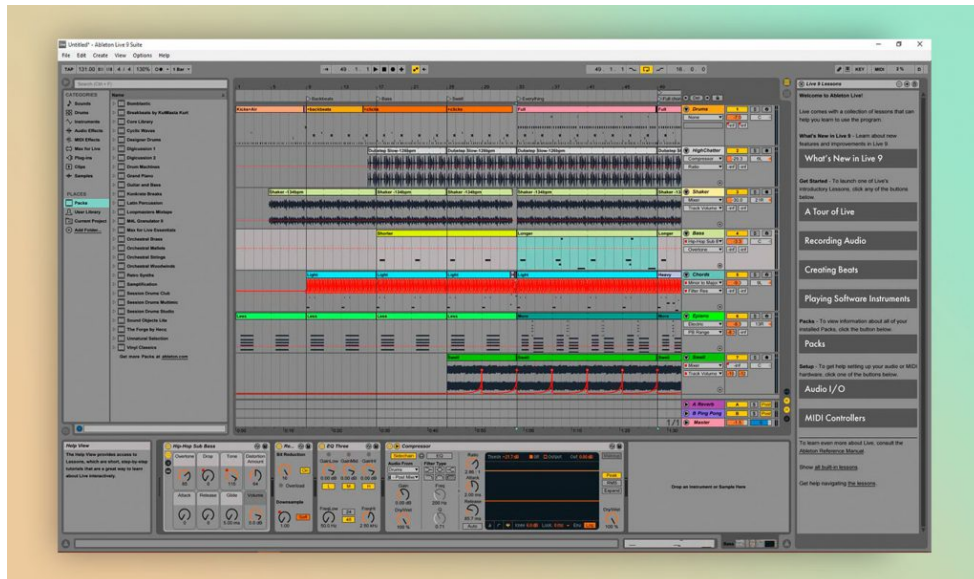


Рисунок 3.15 – Ableton Live

Сьогодні Ableton Live вважається стандартом в музичній індустрії. Live - ідеальний вибір для музикантів, що бажають контролювати всі елементи проекту і експериментувати зі звуком і ефектами. Крім зручності і гнучкості, вона полегшить життя під час живих виступів.

Таблиця 3.2 – Системні вимоги для Ableton Live 10

Операційна система	Windows, Mac
Процесор	64-розрядний процесор Intel® (рекомендується процесор Intel® Core™ i5 або швидший) або багатоядерний процесор AMD.
Оперативна пам'ять	4 ГБ оперативної пам'яті (рекомендується 8 ГБ або більше)

FL Studio (рис. 3.16) пропонує дещо інший підхід до створення музики та принципи роботи з доріжками - в цих моментах DAW більше схожа на програмний степ-секвенсор, ніж на звичайну програму для запису музики. Проте

можливості FL Studio широкі, а при належному підході, робоча станція дозволяє досягати вражаючих результатів.



Рисунок 3.16 – FL Studio

У комплекті з FL Studio пропонується великий вибір інструментів, синтезаторів, ефектів і плагінів, спрямовані на створення електронної музики. Якість звучання окремих елементів не найвища, але для більшості робочих завдань вистачить і цього.

Таблиця 3.3 – Системні вимоги для FL Studio 20 Producer Edition

Операційна система	Windows, Mac
Процесор	2 ГГц AMD або Intel Pentium 3 з підтримкою SSE1
Оперативна пам'ять	1 Гб оперативної пам'яті (рекомендується 8 Гб або більше)

Steinberg Cubase (3.17) є однією з найпопулярніших програм саме для запису музики. Cubase по праву вважається найпопулярнішою DAW, чого не в

останню чергу сприяють кросплатформеність програми і її поширеність на студіях звукозапису.

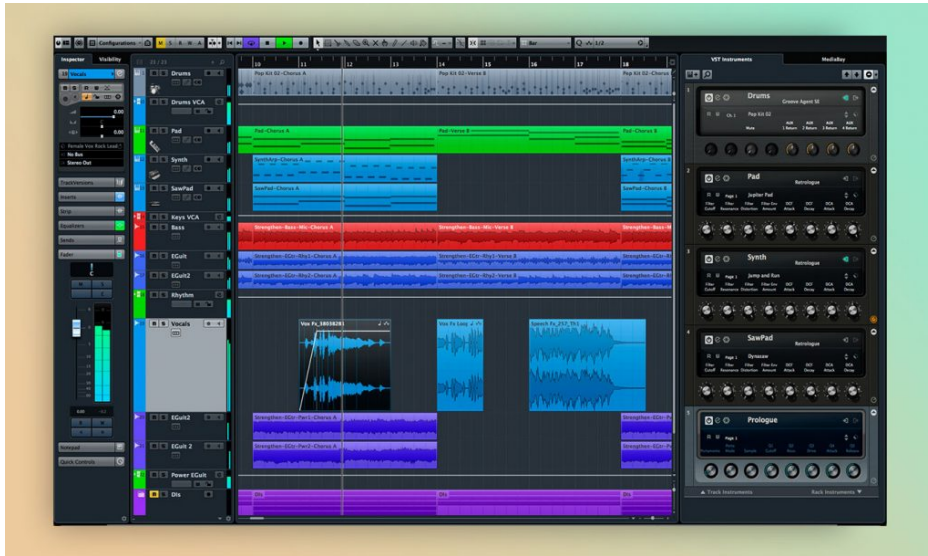


Рисунок 3.17 – Steinberg Cubase

Cubase поставляється в трьох редакціях, кожна з яких пропонує музикантам зручну роботу з аудіо і MIDI, комплект інструментів і семплів, вбудованим автотюном і інші можливості [19]. Серед особливостей можна виділити спеціальне хмарне сховище, що дозволяє користувачам Cubase різних платформ працювати з проектами в режимі реального часу.

З мінусів можна виділити не найвдаліший і заплутаний інтерфейс, заснований на безлічі робочих областей, який користувачі вже давно охрестили «віконним божевіллям». Останнім часом також спостерігається деякий застій у розвитку програми: нові версії виходять щороку, але реальних нововведень в них не так багато, на що користувачі часто скаржаться.

Також незручність викликає ліцензування програми, ускладнює життя тим музикантам, які звикли до мобільності. Користувачам необхідно постійно використовувати програмний або апаратний USB-ключ, який зберігає файли ліцензії та прив'язує до конкретного обладнання.

Таблиця 3.4 – Системні вимоги для Steinberg Cubase 10

Операційна система	Windows, Mac
Процесор	Intel® Core™ i5
Оперативна пам'ять	8 ГБ оперативної пам'яті

Операційна система, в якій працює DAW, ніяк не впливає на можливості програмного забезпечення. 95% цифрових робочих станцій поставляються як для ПК, так і для Mac, а деякі підтримують роботу в середовищі Linux. Практично всі цифрові робочі станції поставляються в декількох редакціях. Відмінності зазвичай полягають в кількості доступних музикантові доріжок інструментів і каналів, а також у софті, що йде в комплекті.

Початкові і базові редакції підійдуть тим, хто тільки починає знайомитися зі звукозаписом і звукорежисурою. Такі версії дешевше, містять необхідний для роботи мінімум і деякі елементи, що будять інтерес музиканта до переходу на більш просунутий рівень. У свою чергу повні версії знімають будь-які обмеження на кількість доріжок і інструментів, активують весь доступний функціонал і пропонують більше плагінів і ефектів.

Можливостей початкових або проміжних редакцій вистачить 80% музикантів, а велика частина плагінів і функцій може не знадобитися взагалі. Будь-які відсутні плагіни можна докупити пізніше.

Таблиця 3.5 – Підтримка форматів в популярних цифрових робочих станціях

ПРОГРАМА	VST	AU	AAH/RTAS	DXI
Ableton Live	✓	✓		
Image-Line FL Studio	✓			✓
Steinberg Cubase	✓			✓
Logic Pro		✓		
Pro Tools			✓	

Zoom UAC-8 поставляється разом з безкоштовною ліцензією на програмне забезпечення для обробки музики Steinberg's Cubase LE, тому DAW будемо використовувати Cubase LE 8.

3.8 VST плагіни

У 1996 році Steinberg, після довгого внутрішнього тестування і розробки, представила формат VST. Ця подія назавжди змінила музичну індустрію і підхід до створення музики на комп'ютері. Кожен отримав змогу створити власну студію у себе вдома. Технологія VST перенесла студійні аналогові ефекти в цифрове середовище - комп'ютер зміг замінити величезну кількість професійного обладнання.

У 1999 році Steinberg опублікував формат VST2. Нова версія дозволила перенести в цифрове середовище не тільки ефекти, але і музичні інструменти. Завдяки цьому користувачі змогли використовувати віртуальні версії реальних гітар, синтезаторів і барабанів як окремі програми. Тепер комп'ютер міг замінити не тільки професійне обладнання, а й живих музикантів.

Популярність VST привела до появи ряду конкуруючих форматів. Оцінивши перспективи технології, Apple адаптувала VST під macOS, створивши новий формат AU. Далі за справу взялася Digidesign, яка розробляла Pro Tools, - так з'явився конкуруючий формат RTAS. Білл Гейтс і Microsoft також не стали

відставати і випустили власний формат DX, заснований на популярній технології DirectX [20].

В кінці 1990-х музиканти поділяли формати, але сьогодні термін «VST-плагіни» в розмовній мові позначають будь-які віртуальні інструменти і ефекти, незалежно від їхньої реальної формату. Проблема в тому, що таке узагальнення викликає безліч питань у початківців музикантів: не зрозуміло, які формати плагінів для обробки звуку підтримують різні DAW, а також у чому між ними різниця.

Популярність VST поступово привела до появи декількох нових форматів плагінів. Незважаючи на відмінності в назві, з точки зору кінцевого користувача формати не відрізняються один від одного. Основні відмінності полягають в тому, з яким з видів плагінів працює програма для запису музики.

Сьогодні в музичній індустрії існує шість основних форматів, але буде описано лише VST, AAX та DXI.

VST (англ. Virtual Studio Technology - технологія віртуальної студії) - найпопулярніший формат плагінів, що працює в Windows, macOS і Linux. Формат спочатку створювався для перенесення аналогових аудіоефектів (компресорів, еквайзерів, ревербераторів) в цифрове середовище. Сьогодні під терміном «VST-плагін» розуміються будь-які віртуальні інструменти і ефекти.

VST-плагіни безпосередньо залежать від ресурсів комп'ютера - це нативні додатки, які підключаються до музичних програм. Модулі функціонують в режимі реального часу, виробляючи обробку звуку за рахунок ресурсів комп'ютера (в основному, процесора).

У 1999 році Steinberg представила оновлену версію технології VST2, яка ввела таке поняття як VSTi (англ. Virtual Studio Technology instrument - інструмент технології віртуальної студії). На відміну від VST, VSTi-плагіни є додатком, який вміє генерувати звуковий сигнал. VSTi створений спеціально для

перенесення реальних інструментів в цифрове оточення, а всі віртуальні бібліотеки, програмні синтезатори і семплери працюють на його основі.

Підтримка VST2 припинилася в травні 2018, актуальна версія формату VST на сьогоднішній день - VST3 (представлений в 2008, оновлений в 2011 році). Основні відмінності формату VST3 від VST2 і VST полягають в наступному:

- VST3-інструменти і ефекти існують тільки в 64-бітному форматі;
- VST3 підтримують більшу кількість віртуальних аудіовходів, а також MIDI-входів і виходів, що дозволяє створювати інструменти, які генерують більш складний звук;
 - VST3 пропонує поліпшену роботу з MIDI-подіями, що відповідають за артикуляцію, силу видобування звуку і динаміку відтворюваних звуків;
 - VST3 краще оптимізований і менш вимогливий до ресурсів комп'ютера.

Незважаючи на припинення підтримки VST2 і плюси третьої версії, багато плагінів до сих пір випускаються тільки у вигляді VST2-додатків. Для забезпечення максимальної сумісності DAW підтримують всі три формату.

Одночасно з виходом Pro Tools 11 в 2013 році, компанія Avid відмовилася від підтримки RTAS (який підтримувався ранніми версіями) і представила новий формат AAX. Рішення про випуск нового формату плагінів було прийнято через закритість VST і AU для сторонніх розробників - вносити зміни в принципи роботи цих двох форматів можуть тільки Steinberg і Apple.

Крім цього Avid не влаштовувала нативність VST і AU - формати залежать від ресурсів комп'ютера і не можуть працювати із зовнішніми DSP-процесорами, які вимагають спеціальних версій плагінів. З цієї причини користувачам потрібно встановлювати дві версії однієї програми, щоб мати можливість працювати як з DSP-компонентами, так і з компонентами комп'ютера. Так як Pro Tools однаково добре працює як з ресурсами комп'ютера, так і з зовнішніми DSP-процесорами, розробники інвестували кошти в створення власного формату віртуальних плагінів.

Основна відмінність ААХ-плагінів полягає в можливості працювати в двох режимах. Це позбавляє кінцевого користувача від необхідності установки двох версій одного плагіна і дозволяє працювати в будь-яких студійних умовах.

DXi (DirectX plugin) – формат плагінів, створений Microsoft спільно з S cakewalk і побудований на технології DirectX. За принципами роботи DXi нічим не відрізняється від VST і AU.

Використання DirectX дозволяє плагінам взаємодіяти в Windows не тільки з DAW, але і з будь-якими звуковими програмами. Ця особливість поширюється не тільки на аудіо або відеоплеєри, а й на DAW, які офіційно підтримують тільки формат VST, для яких DXi-плагін виглядає як VST-додаток.

Як і у випадку з форматом VST, DX-плагіни діляться на два види:

- DX - плагіни ефектів;
- DXi - віртуальні інструменти.

З точки зору практичного використання відмінностей між форматами плагінів немає. Різниця полягає в технічних моментах, які не впливають на роботу кінцевого користувача, - особливості розробки, розрядності плагіна і методах його поставки.

32-бітові плагіни не можуть використовувати більше 4 ГБ оперативної пам'яті, в той час як 64-бітові такого обмеження не мають. Досягнення межі виділеної пам'яті призведе до нестабільної роботи плагіна.

Щоб плагін міг використовувати всю доступну операційній системі оперативну пам'ять, він повинен бути написаний спеціально під 64-бітну систему [21]. При роботі з такими плагінами операційна система буде більш раціонально витратити ресурси, акуратно розподіляючи їх між усіма використовуваними в проекті інструментами і ефектами за принципом «кожному за потреби». При цьому ті плагіни, які не використовуються в конкретний момент часу, ОС

переводить в свого роду режим очікування, звільняючи ресурси для інших процесів.

Модулі в форматах VST3, AU і AAX практично завжди залишаються в 64-бітному вигляді, VST2, RTAS і DXi - в 32-бітному. Щоб обійти обмеження 32-бітного формату, DAW оснащуються спеціальними конвертерами, які змушують ОС думати, що вона працює з 64-бітовим додатком, хоча насправді це не так.

3.9 Деякі плагіни для віртуальної студії звукозапису

Секвенсор Cubase LE постачається разом з обраною картою Zoom UAC-8 і використовувати будемо саме його. Розглянемо декілька плагінів, які буде доречно використовувати в такій системі, і які будуть покривати декілька важливих задач. Далі не будуть розглядатися плагіни для MIDI-клавіатури, оскільки варіантів таких плагінів дуже багато і вони відрізняються своїм призначенням, такі плагіни слід обирати за власним уподобанням.

3.9.1 Віртуальна ударна установка Addictive Drums 2

Аудіо пресетів, що постачаються разом з електронною ударною установкою, може не вистачити, тому доречно буде встановити плагін Addictive Drums 2, що стандартно постачається з трьома наборами барабанів, включаючи обидва відомі набори Fairfax (записані в легендарній студії в Лос-Анджелесі, що раніше називались Sound City), а також не маловідомий Black Velvet (рис. 3.18). Пакет включає 130 пресетів, починаючи від надзвичайно чистих, високошліфованих та готових до радіомовлення до сильно оброблених та спотворених. Addictive Drums 2 містить в собі Core MIDI-бібліотеку, що налічує понад 5000 ритмів, що охоплюють багато стилів. MIDI-бібліотека передбачає використання готово ритму, який легко змінити за бажанням користувача.



Рисунок 3.18 – плагін Addictive Drums 2

Плагін дозволяє налаштувати будь-який з професійно розроблених пресетів або створити власний комплект з нуля. Також він наповнений функціями змішування та формування звуку, які дозволяють трансформувати необроблені звуки відповідно до стилю музики.

3.9.2 Віртуальна ударна установка IK Multimedia Modo Drum

Modo Drum ще один плагін віртуальної ударної установки Modo Drum (рис. 3.19), що поєднує в собі бібліотеку барабанних семплів і алгоритми фізичного моделювання звуку. Програма пропонує безліч кастомних налаштувань. Користувачі можуть налаштовувати розміри тарілок і барабанів, міняти їх матеріали, регулювати відстань між інструментами і їх висоту, змінювати розмір кімнати.



Рисунок 3.19 – плагін Addictive Drums 2

У ІК Multimedia Modo Drum кастомізується буквально все. Можна також змінити матеріал молоточка педалі для бочки, налаштувати натяг пластика робочого барабану і видати "барабанщику" дві різні палички, властивості яких також налаштовуються. При цьому всі внесені зміни властивостей конкретного інструменту будуть впливати на звучання як всієї установки, так і її окремих елементів (рис. 3.20).



Рисунок 3.20 – Налаштування елементів робочого барабану

Алгоритми моделювання враховують навіть такі особливості як вібрації, створювані від ударів, які можливо відрегулювати на свій смак. Плагін має набір з 10 готових установок, орієнтованих на конкретні жанри. Всі елементи різних комплектів підтримують заміну на інструменти з інших пресетів, що дозволяє створити власну установку з різних наборів (рис. 3.21).



Рисунок 3.21 – Налаштування пресету барабанної установки

Modo Drum має вбудований мікшер з підтримкою маршрутизації каналів і має набір з 19 ефектів обробки звуку із серії плагінів T-RackS (компресор, еквайзер, гейт, ревербератор і т д), які можуть незалежно застосовуватися до кожного каналу.

До інших особливостей програми відносяться: налаштування позицій ударів, бібліотека з 1400 підготовлених MIDI грувів з інтерфейсом для їх перегляду (рис. 3.22), налаштовуються стилі гри і набір кімнат. Використовувати Modo Drum буде можливо як незалежний додаток або як VST / AU / AAX плагін.

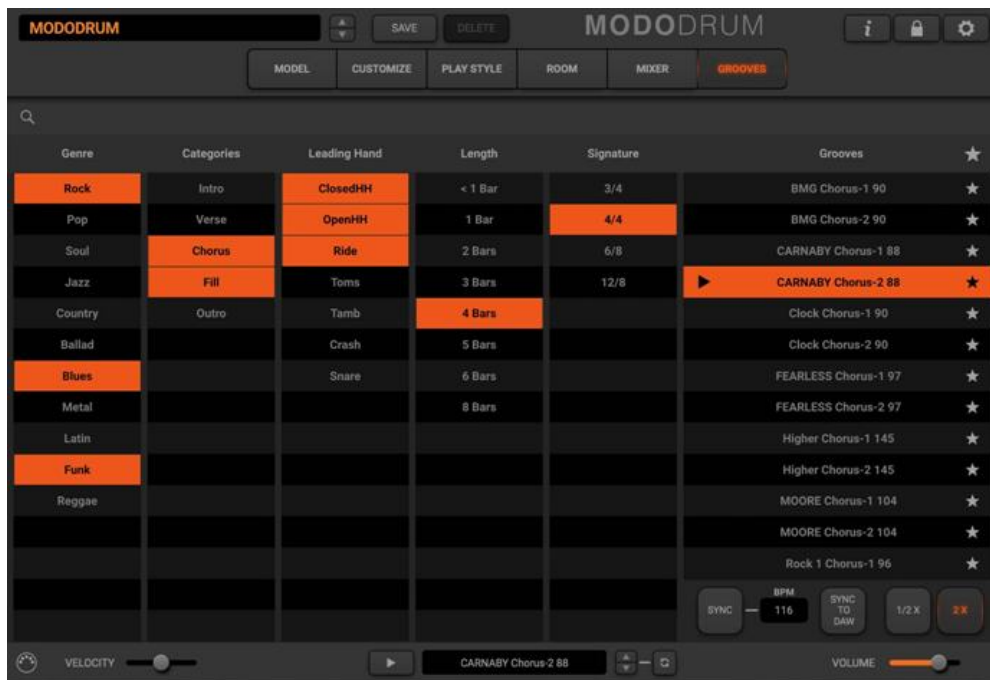


Рисунок 3.22 – Бібліотека підготовлених MIDI гравів

3.9.3 Плагін для обробки гітари Waves GTR 3 ToolRack

Компанія Waves за час свого існування створила велику кількість якісних плагінів, і один з найкращих плагінів для обробки гітари є Waves GTR3 ToolRack - це гітарний тональний процесор, що містить віртуальні гітарні підсилювачі, кабінети та ефекти, які можуть працювати як плагін DAW або як окремий додаток для обробки живого вводу. Це означає, що підключивши гітару до ПК, користувач може використовувати плагін в прямому ефірі на сцені, використовуючи ножний контролер MIDI для вибору попередньо встановлених налаштувань у реальному часі та маніпулювати звуком.

GTR ToolRack дає можливість використовувати 6 педальних ефектів, 2 підсилювача (кабінета) та спеціальний тюнер.

- Вкладка Stomps дозволяє редагувати ланцюжок педалів та місце підсилювача в ланцюжку обробки (рис. 3.23).



Рисунок 3.23 – Вкладка Stomps плагіну Waves GTR3 ToolRack

- Вкладка підсилювача дозволяє редагувати налаштування підсилювача, а також гучномовці та мікрофони, які використовуються в налаштуванні (рис. 3.24).



Рисунок 3.24 – Вкладка AMP плагіну Waves GTR3 ToolRack

- Тюнер пропонує хроматичні, стандартні, нестандартні та альтернативні налаштування гітари (рис. 3.25).



Рисунок 3.25 – Вкладка Tuner плагіну Waves GTR3 ToolRack

- Сторінка Presets відображає список попередньо встановлених файлів у поточному файлі попередніх налаштувань і дозволяє прослуховувати та редагувати пресети та їх порядок (рис. 3.26).



Рисунок 3.26 – Вкладка Preset плагіну Waves GTR3 ToolRack

3.9.4 Компресор та еквайзер від FabFilter

FabFilter стане у пригоді для будь-якого інструменту чи вокальної партії, оскільки налічує в собі високоякісні інструменти для обробки звуку. Компанія розробляє унікальні алгоритми обробки звуку, починаючи від

відомих резонуючих фільтрів і закінчуючи прозорою високоякісною обробкою еквайзера та динаміки. Кожен плагін FabFilter має простий у використанні, добре розроблений інтерфейс, спрямований на забезпечення швидкого і легкого робочого процесу.

Особливо слід приділити увагу плагінам FabFilter Pro-C 2 і Pro-Q 3.

FabFilter Pro-C 2 - це компресорний модуль, який дозволяє маніпулювати звуком, незалежно від того, чи потрібне невелике стиснення загального міксу, підняти основний вокал або зробити компресію гітар (рис. 3.27).



Рисунок 3.27 – Компресор FabFilter Pro-C 2

FabFilter Pro-Q 3 – це еквайзер, який використовуються на більшості аудіо потоках під час змішування та мастерингу. Q 3 дозволяє отримати максимально високу якість звуку, дуже широкий набір функцій та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс (рис. 3.28).



Рисунок 3.28 – Еквалайзер FabFilter Pro-Q

3.10 Під'єднання та налаштування обладнання

3.10.1 Загальне під'єднання та налаштування

Зазначимо, що основою системи є аудіоінтерфейс Zoom UAC-8, за допомогою якого можна здійснювати багатоканальний запис. Звукова карта підключається до ПК через USB порт. Карта дозволяє під'єднати до себе декілька гітар, електронну ударну установку, мікрофони та синтезатори.

На екрані вхідних каналів “Input Channels” звукової карти можна перейменувати кожен вхідний канал для більш зручного організування мікшування (рис. 3.29). Теж саме стосується й вкладки вихідних каналів “Output Channels”.

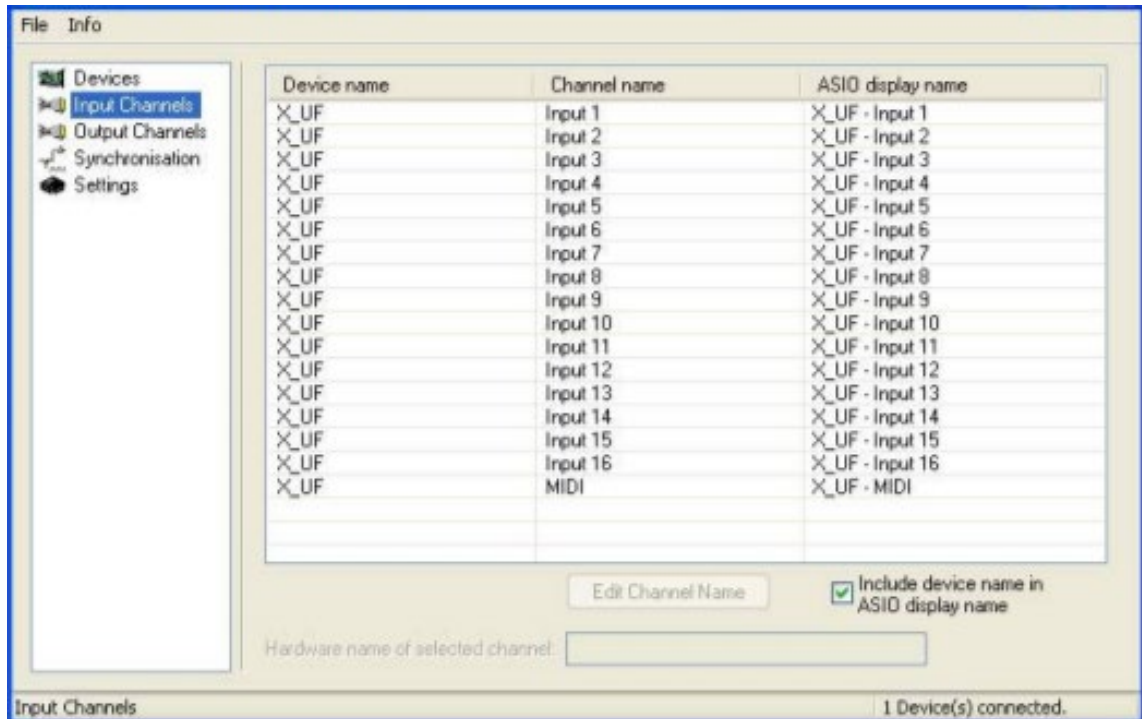


Рисунок 3.29 – екран вхідних каналів “Input Channels” звукової карти

Міді клавіатура з’єднується з ПК також через порт USB. Для того щоб підчепити контролери, в секвенсорі у вкладці Device Setup необхідно в налаштуваннях програми додати новий пристрій "M-Audio Oxygen" (рис. 3.30). І далі в налаштуваннях MIDI-портів вибрати відповідні пристрої. Для повноцінної роботи більше нічого робити не потрібно, єдиною вимогою роботи контролерів є включення режиму AUTO на самій клавіатурі.

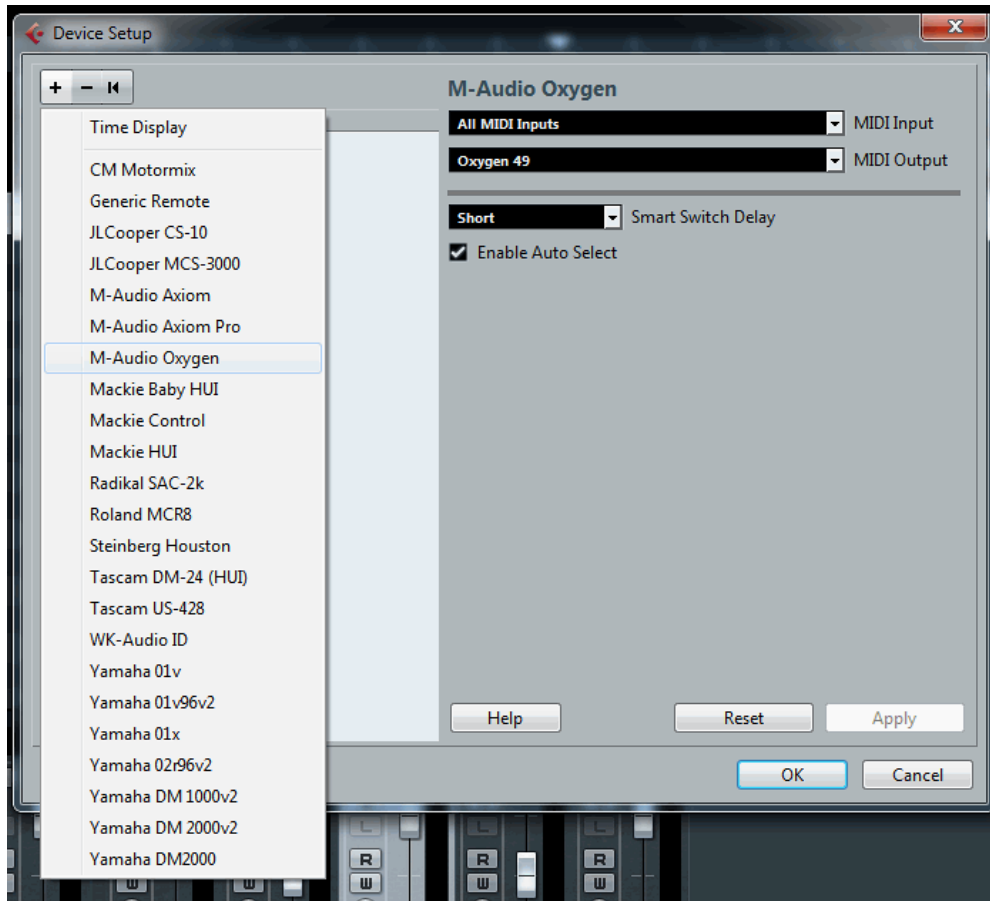


Рисунок 3.30 – Вкладка Device Setup секвенсора

На робочому столі секвенсора створюємо необхідну кількість аудіо доріжок (в нашому випадку 8) (рис. 3.31) та для зручності підписуємо кожен доріжку.



Рисунок 3.31 – 8 аудіо доріжок на робочому столі секвенсора

На вкладці налаштування каналу (Edit Channel Settings) можна додати необхідні плагіни для зміни вхідного аудіо потоку (рис. 3.32).



Рисунок 3.32 – Channel Settings однією с доріжок

Основний принцип системи наступний: на входи звукової карти подаються аудіо потоки, далі вони обробляються плагінами в секвенсорі і подаються на виходи звукової карти. Для комфортного відтворення міксу сигналу для музикантів необхідно створити моніторну лінію, щоб вони мали змогу для себе встановити комфортну гучність кожного інструменту. Далі розглянемо декілька способів реалізації моніторної лінії.

3.10.2 Моніторна лінія безпосередньо в Cubase

Цей спосіб можна реалізувати у версії Cubase Pro (з аудіо картою постачається версія Cubase LE, в якій не має такого функціоналу). Control Room (рис. 3.33) дозволяє розділити простір студії на виконавську зону (студія) і інженерну / продюсерську зону (control room).



Рисунок 3.33 – Вікно Control Room у Cubase pro

Відкрити Control Room можна кількома способами:

- щоб відкрити в окремому вікні, переходимо у вкладку Devices > Control Room (рис. 3.34).

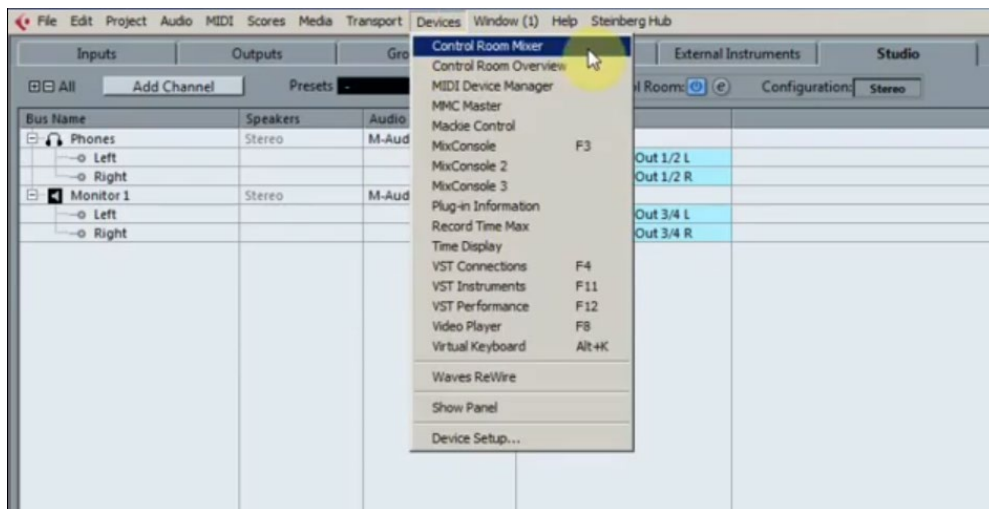


Рисунок 3.34 – Control Room в окремому вікні

- щоб відкрити в MixConsole, натискаємо кнопку Показати / приховати Праву Зону на панелі інструментів MixConsole (рис. 3.35).



Рисунок 3.35 – Вкладка MixConsole

Щоб використовувати Control Room необхідно додати потрібні канали.

1. Переходимо у вікно Devices > VST connectors (рис. 3.36).

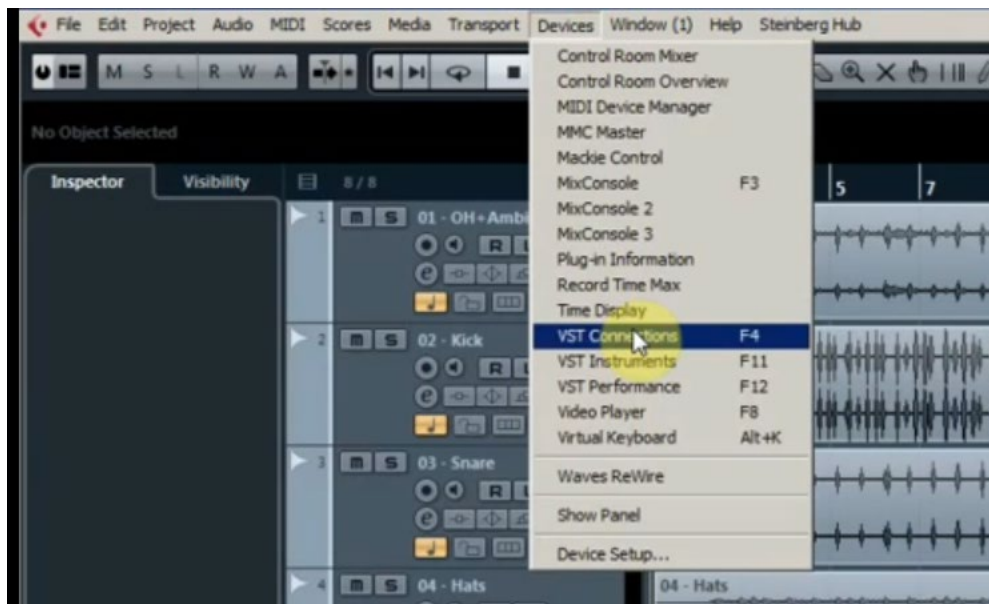


Рисунок 3.36 – Вкладка VST Connections

2. Вмикаємо вкладку Control Room у вкладці Studio. (рис. 3.37).

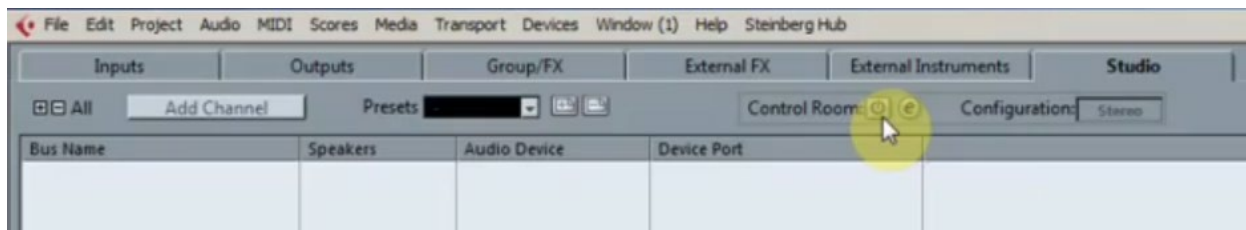


Рисунок 3.37 – Вкладка Control Room

3. Додаємо канал через кнопку Add Channel. В спливаючому меню відобразяться всі доступні типи каналів і буде показано скільки каналів кожного типу можна додати (рис. 3.38).

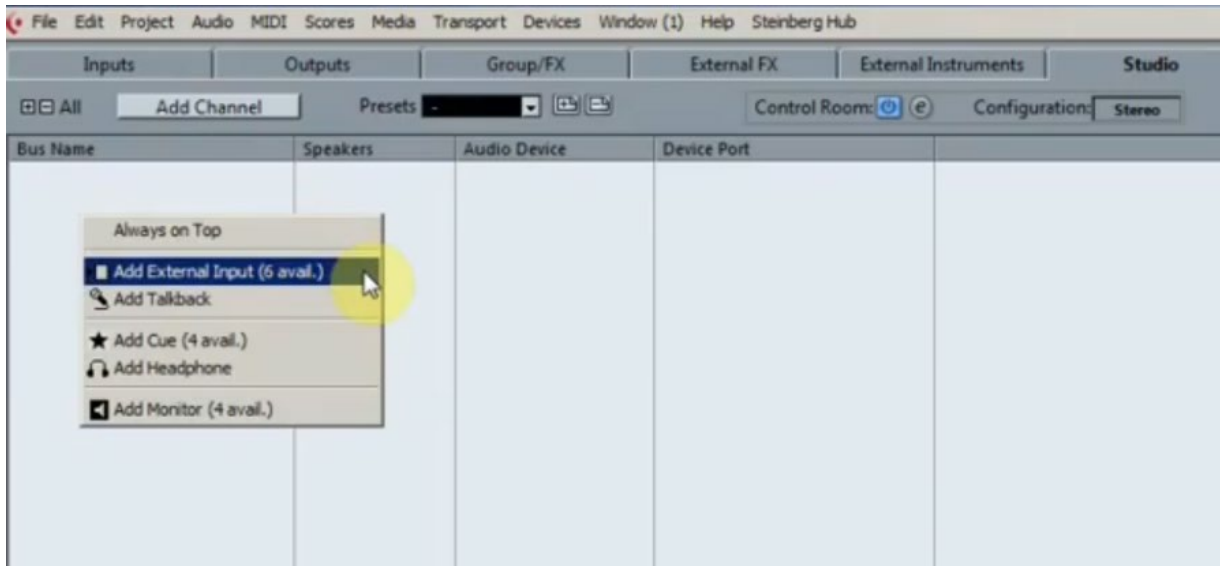


Рисунок 3.38 – Додавання каналу через вкладку Add Channel

4. Вибираємо тип каналу. Для більшості типів каналів відкривається діалогове вікно, що дозволяє обрати конфігурацію каналів.

5. Натискаємо на вікно Audio Device і обираємо аудіопристрій для даного типу каналу.

6. Далі обираємо Device port і призначаємо порт для каналу (рис. 3.39).

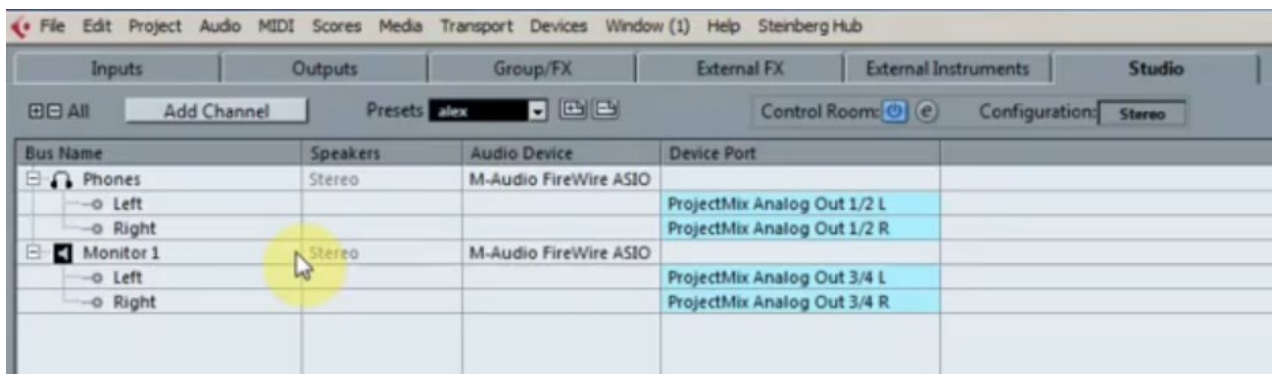


Рисунок 3.39 – Налаштування каналів

Не можна одночасно призначити порт пристрою на шину або канал і на канал Control Room [22]. Для коректної роботи Control Room необхідно призначити шиною основного міксу набір виходів, що містить мікс, який ви хочете почути. Якщо присутня тільки одна вихідна шина, вона автоматично стане основним міксом. Всі інші виходи не підключаються до Control Room.

Розглянемо ситуацію, коли необхідно зробити 2 різних мікси. Для цього створюємо на вкладці Studio 2 канали типу Cue. У вкладці Audio Device обираємо нашу звукову карту, на вкладці Device Port 1 і 2 вихід аудіокарти відповідно для кожного каналу Cue (рис. 3.40).

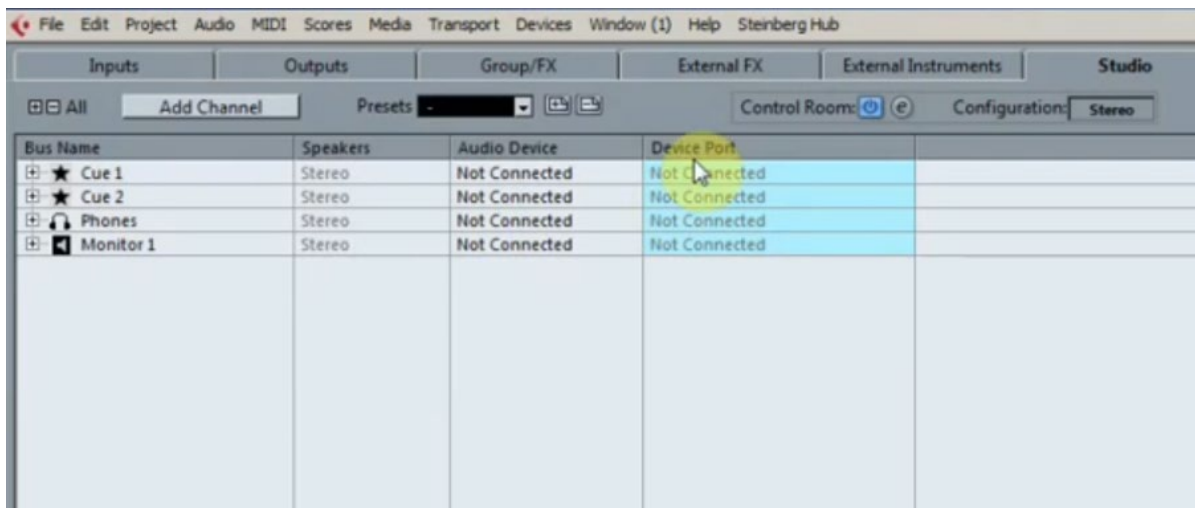


Рисунок 3.40 – Налаштування каналів на 2 незалежних міксу

Далі переходимо на вкладку Mixconsole, де відображаються створені нами канали для інструментів (routing) та канали Cue (рис. 3.41).



Рисунок 3.41 – Вкладка Mix Console

В цій вкладці можна відправити наші створені канали на канали Cue 1 та Cue 2, та налаштувати гучність кожного вхідного каналу або його панораму (рис. 3.42).



Рисунок 3.42 – Маршрутизація основних каналів
на канали Cue1 та Cue 2

Таким чином ми отримали 2 незалежних один від одного міксу. Налаштування в Control Room також передбачає встановлення ефектів (рис. 3.43).



Рисунок 3.43 – Вкладка ефектів для каналів Cue 1 та Cue 2

Таким чином на виходах звукової карти ми отримуємо оброблений та замиксований сигнал для кожного музиканта. Кожен унікальний мікс для конкретного музиканта надходить на один із 8 виходів аудіокарти. Кожен з цих сигналів необхідно підсилити для відтворення у навушниках. Для цього створимо схему такого підсилювача.

Основою буде низьковольтний моно/стерео підсилювач TDA7050T. Основними особливостями підсилювача є дуже низький струм споживання, фіксований коефіцієнт підсилення 26 дБ, можливість використання в стерео і моно режимах, малі розміри [23]. Схему включення будемо використовувати в стерео режимі (рис. 3.44).

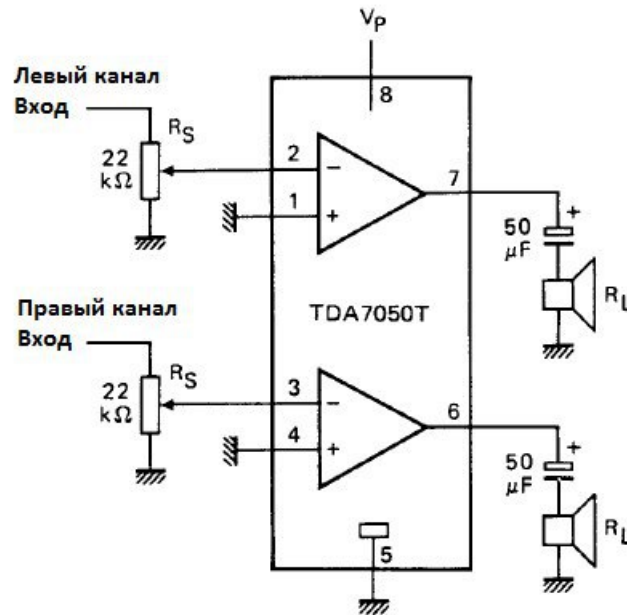


Рисунок 3.44 – Схема включення підсилювача TDA7050T в стерео режимі

Таблиця 3.6 – Характеристики підсилювача TDA7050T

Параметр	Позначення	Мін.	Тип.	Макс.	Од. вим.
Живлення					
Напруга живлення	V_p	1.6	—	6.0	В
Загальний споживаний струм	I_{tot}	—	3.2	4	мА
Схема включення в стерео режимі					
Вихідна потужність при $V_p = 3.0$ В; $d_{tot} = 10\%$	P_o	—	35	—	мВт
Вихідна потужність при $V_p = 4.5$ В; $d_{tot} = 10\%$	P_o	—	75	—	мВт
Підсилення по напрузі	G_v	24.5	26	27.5	дБ

Для восьми незалежних каналів підключаємо 8 підсилювачів TDA7050T паралельно на загальну шину живлення 5 В. Максимальний струм, який буде видавати на один канал кожен підсилювач – 150 мА. Максимальний струм в системі:

$$8 * 2 * 0,15 = 2,4 \text{ А.}$$

Кінцева схема підсилювача представлена на рисунку 3.45.

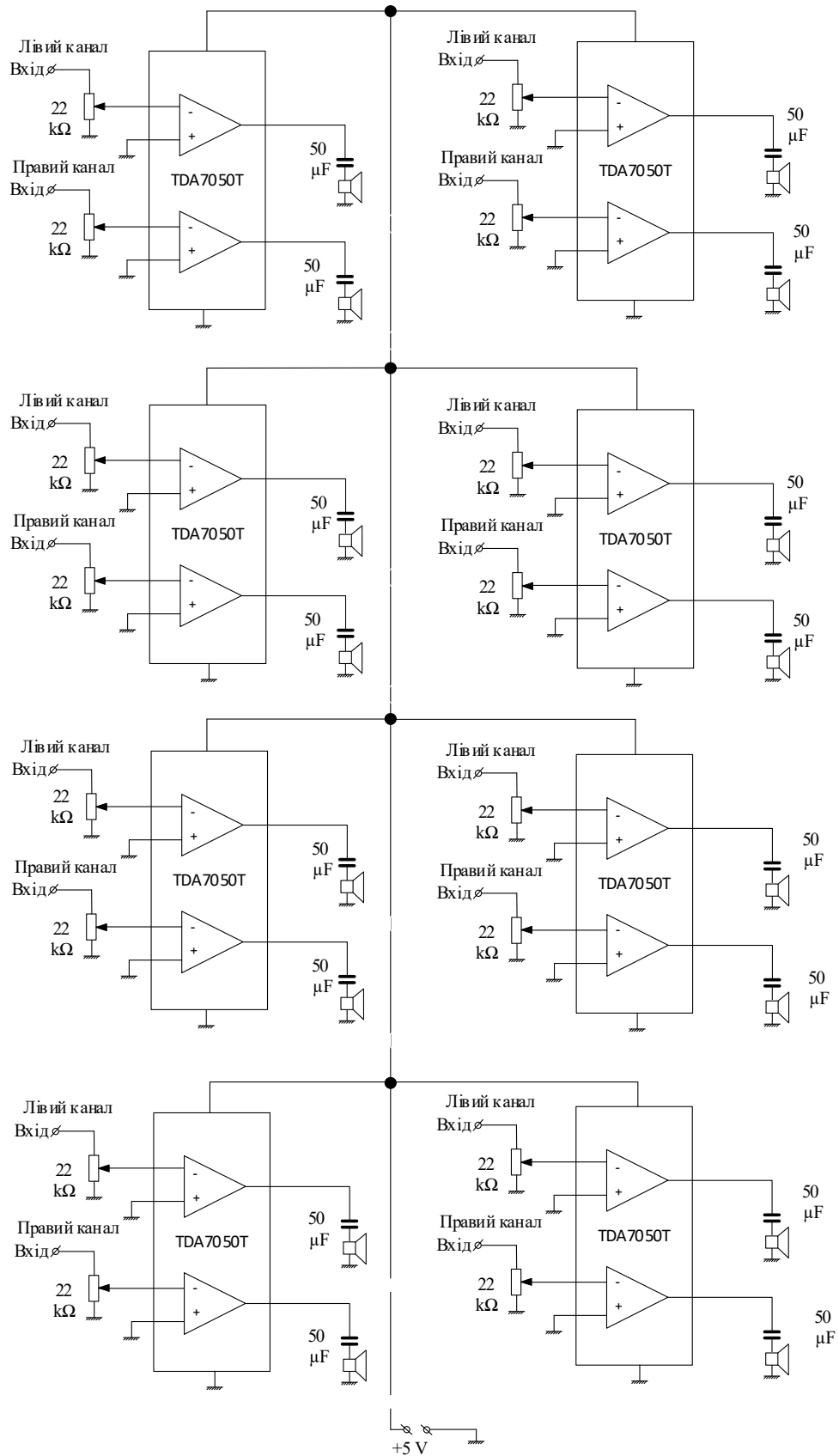


Рисунок 3.45 – Схема восьми каналного підсилювача

Підсилювач матиме порівняно невеликі розміри та дозволить регулювати гучність міксу у навушниках. На рисунку 3.46 показано зовнішній вигляд пристрою.

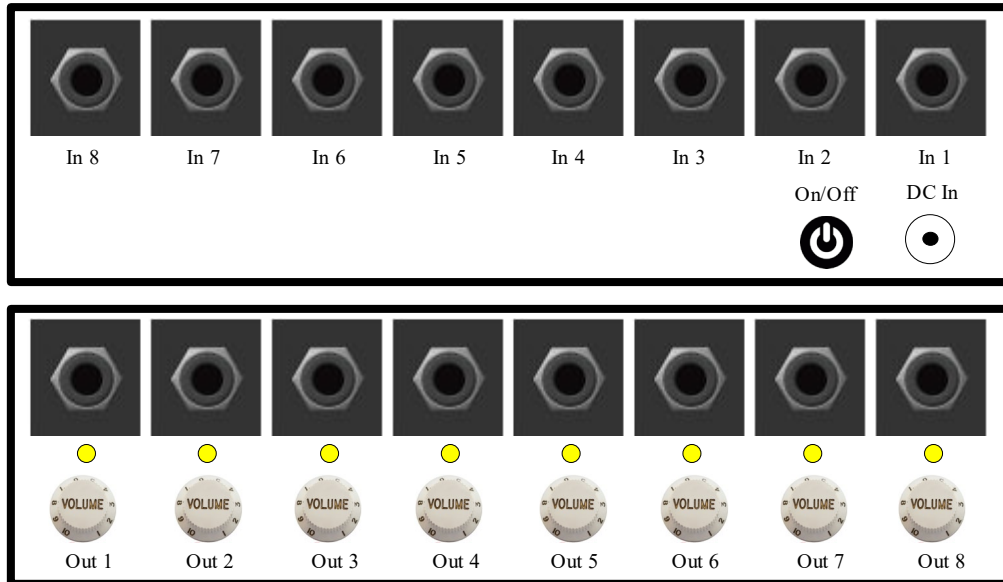


Рисунок 3.46 – Зовнішній вигляд восьмиканального пристрою

Таким чином маємо кінцеву схему, зображену на рисунку 3.47, моніторна лінія якої реалізована безпосередньо у секвенсорі.

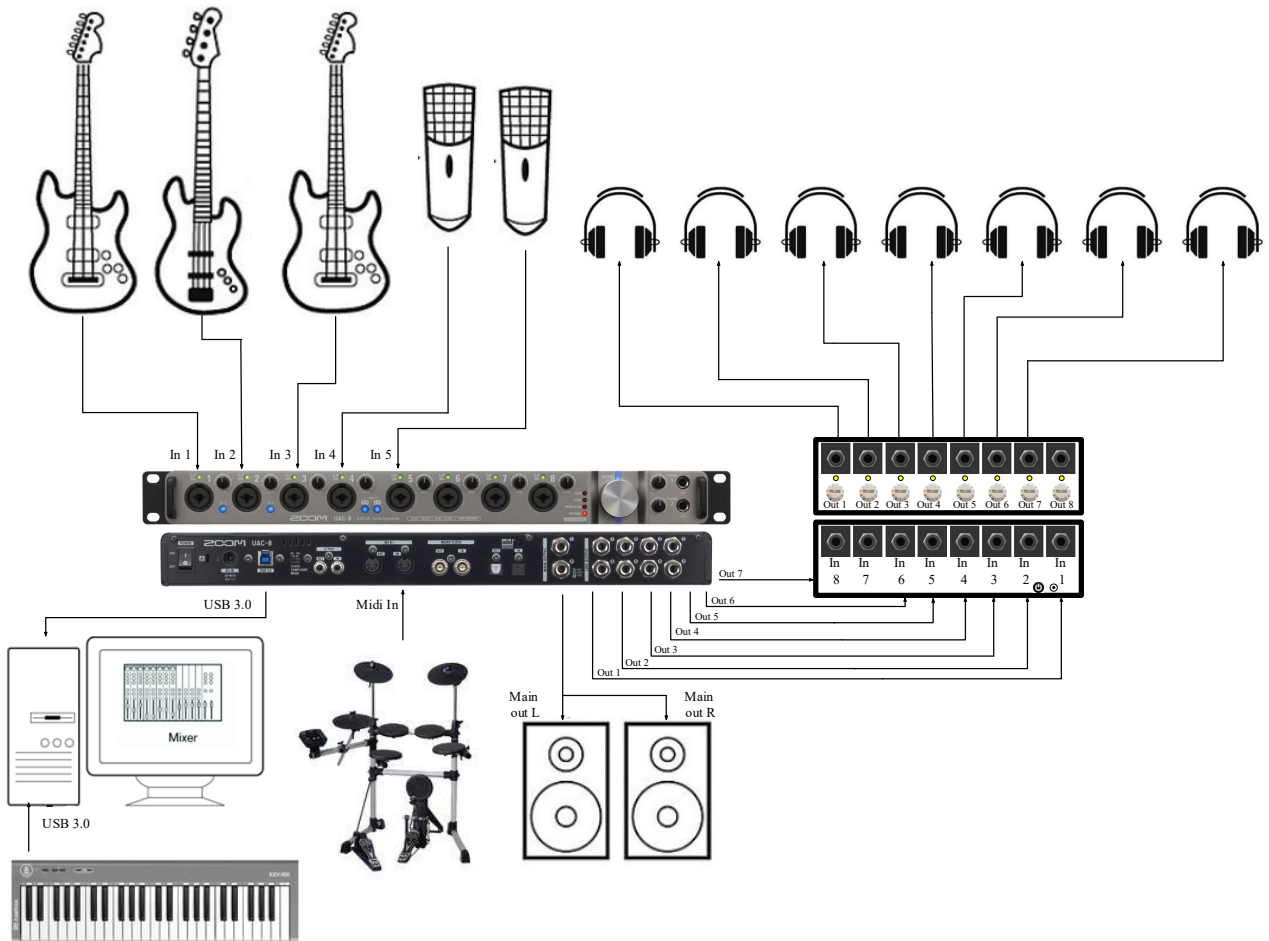


Рисунок 3.47 – Схема підключення обладнання з реалізацією мікшування через секвенсор

3.10.3 Моніторна лінія через аналоговий мікшер

Наступний варіант можна реалізувати у будь-якому секвенсорі, використовуючи зовнішній мікшер. Але спочатку зробити попередні налаштування у секвенсорі. Переходимо на вкладку Device Setup>VST Connections. Якщо на вкладках Inputs та Outputs не відображаються усі входи та виходи, необхідно їх додати через кнопку Add Bus. Після того як на вкладці відображаються усі 8 входів та виходів, необхідно їх перейменувати відповідно до назв створених доріжок (рис. 3.48).

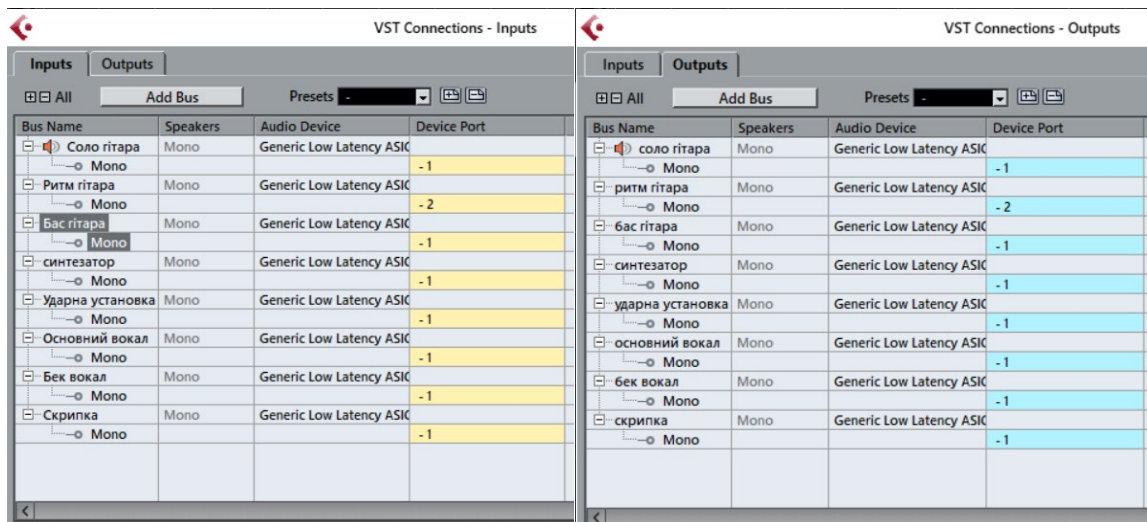


Рисунок 3.48 – Вкладка VST connections

Переходимо на робочий стіл та обираємо аудіо доріжку, після чого з'являється вкладка Inspector. На вкладці відображаються гучність, ефекти, вхід та вихід доріжки. Обираємо їх відповідно до назви доріжки, таким чином прив'язуючи доріжку до певного входу та виходу звукової карти (рис. 3.49).



Рисунок 3.49 – Вкладка Inspector на робочому столі секвенсора

В результаті налаштування кожної доріжки маємо на виході звукової карти окремі оброблені плагінами інструменти, тому далі їх необхідно під'єднати до зовнішнього мікшера.

На вході кожен сигнал необхідно розділити на 8 однакових сигналів за допомогою сплітера. Він дозволяє зробити копії сигналу без втрати якості, кожна така копія матиме свій регулятор гучності. Далі один сигнал з кожного сплітера об'єднуємо через суматор, таким чином ми отримаємо мікс із 8 сигналів з можливістю регулювання гучності кожного аудіо потоку. Після суматора є ще один регулятор гучності для налаштування в навушниках загального міксу. Функціональна схема такого мікшера представлена на рис. 3.50.

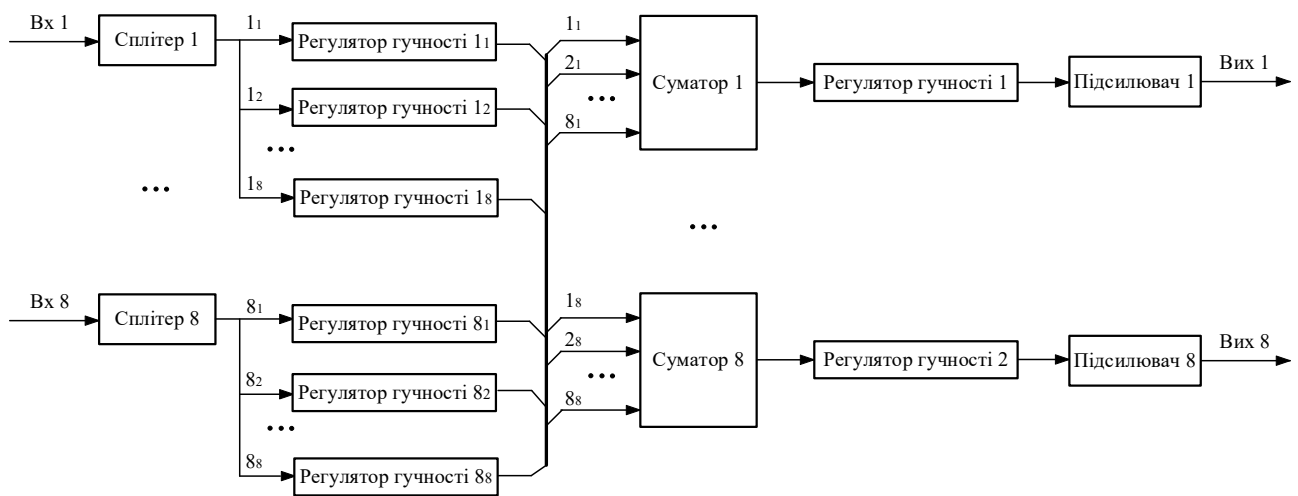


Рисунок 3.50 – Функціональна схема мікшера

Принципальну схему пристрою наведено на рис. 3.51, схеми всіх вузлів наведено в додатках А-В.

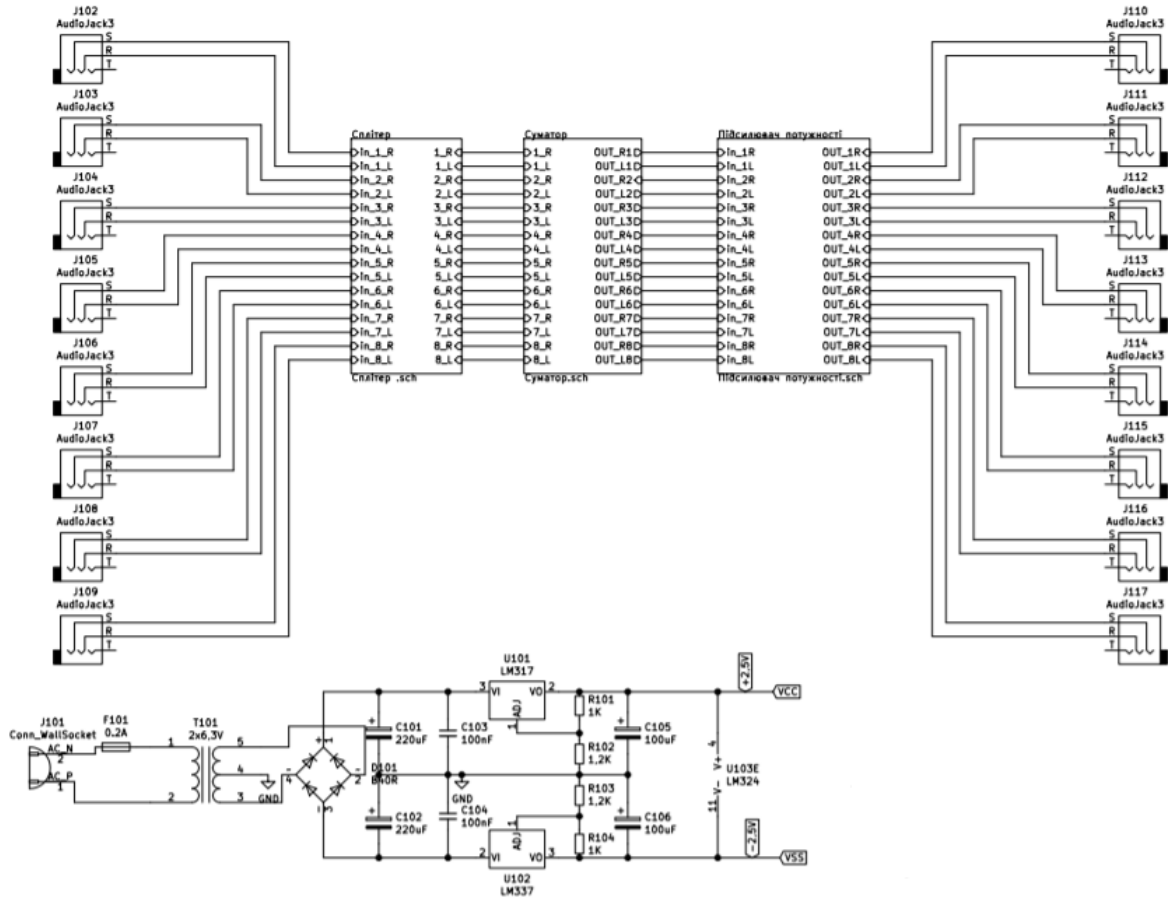


Рисунок 3.51 – Принципіальна схема мікшера

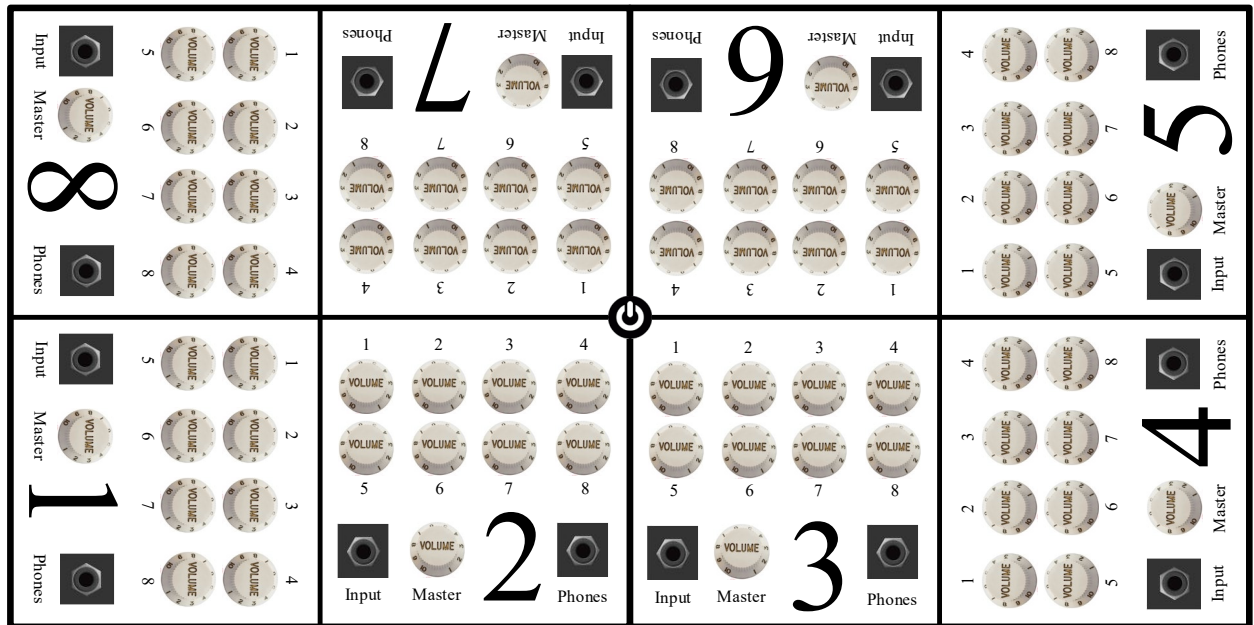


Рисунок 3.52 – Зовнішній вигляд восьми каналного мікшера

Таким чином маємо кінцеву схему, зображену на рисунку 3.53, моніторна лінія якої реалізована через восьми каналний мікшер.

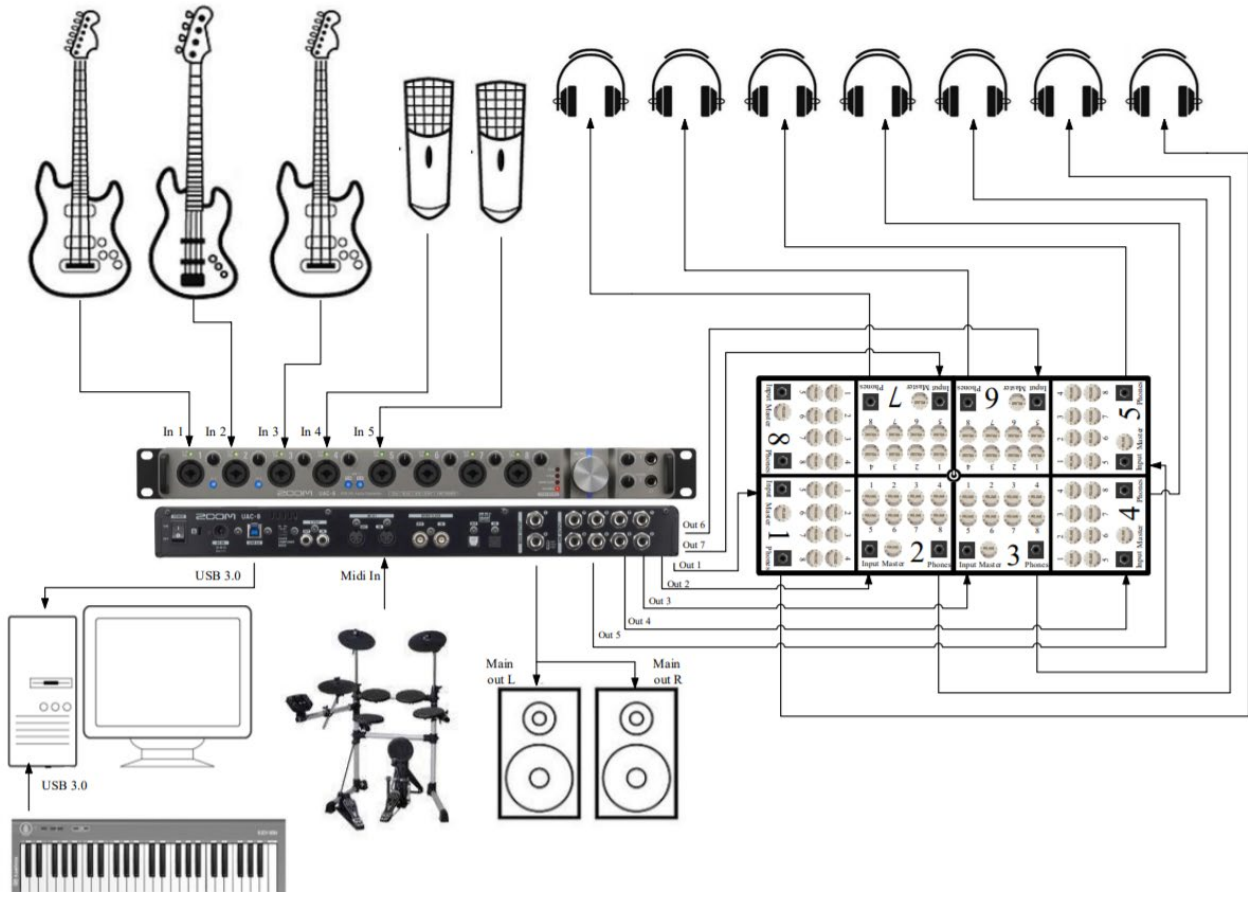


Рисунок 3.53 – Схема підключення обладнання з реалізацією мікшування через восьми каналний мікшер

4. АКУСТИЧНА ОБРОБКА ПРИМІЩЕННЯ

4.1 Вибір оптимального часу реверберації

Ми вже зазначали, що усе обладнання та музиканти будуть знаходитися в одній кімнаті. Проектування акустичних умов та системи озвучення будь-якого приміщення починається з визначення оптимального часу реверберації для даного приміщення.

Загальний об'єм приміщення розраховується за формулою:

$$V = l b h,$$

де, відповідно, l , b , h - довжина, ширина, висота приміщення студії звукозапису.

Оберемо наступні розміри для кімнати: $l = 6$ м, $b = 5$ м, $h = 3,5$ м. Площі такої кімнати буде достатньо для обладнання та комфортної гри восьми музикантів.

Розраховуємо об'єм приміщення:

$$V = l b h = 6 \cdot 5 \cdot 3,5 = 105 \text{ м}^3.$$

Для відповідного співвідношення розмірів і об'єму студії, користуючись графіком, відображеному на рис. 4.1 під номером 3, приймаємо оптимальний час реверберації на частотах 500...2000 Гц – $T_{\text{опт}} = 0,5$ с. Це дозволить прибрати зайву реверберацію, необхідну для запису голосу та залишить корисну реверберацію. Для поліпшення акустичних властивостей на частотах нижче 500 Гц передбачимо збільшення часу реверберації на 20% для частоти сигналу 125 Гц. Оптимальний час реверберації для студії в залежності від частоти звукового сигналу наводимо в таблиці 4.1.

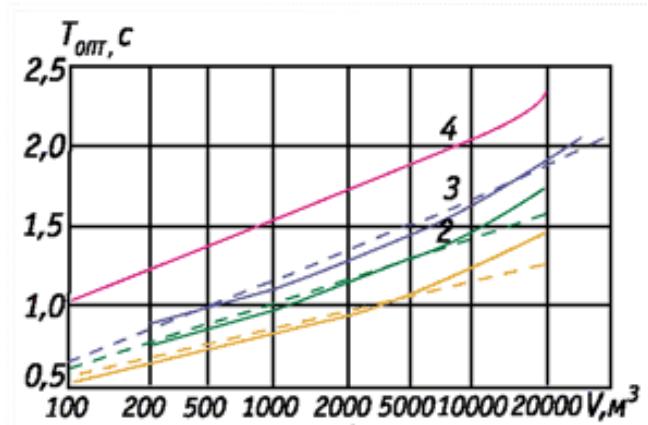


Рисунок 4.1 – оптимальні значення часу реверберації студій для частоти 500 Гц в залежності від їх обсягу (речова (1), літературно – драматична (2), мала музикальна (3), концертна (4) студія).

4.2 Забезпечення вибраного часу реверберації

Для забезпечення обраного оптимального часу реверберації необхідно виконати відповідну акустичну обробку приміщення, а саме, підібрати і встановити відповідним чином необхідні звукопоглинальні матеріали і конструкції.

Час реверберації в приміщенні з об'ємом V для сигналів з частотами до 1000 Гц, зокрема для сигналу, частотою 500 Гц може бути розраховано за формулою Ейрінга:

$$T = \frac{0,161V}{-S_{\Sigma} \ln(1 - \alpha_{cp})},$$

де T – час реверберації, с; V – об'єм приміщення, м³; S_{Σ} - загальна площа внутрішніх поверхонь, м²; α_{cp} – середній коефіцієнт звукопоглинання.

Для сигналів з частотами 1000 Гц і вище при розрахунку часу реверберації необхідно враховувати поглинання звуку в повітрі. В цьому випадку час реверберації слід розраховувати за формулою:

$$T = \frac{0,161V}{-S_{\Sigma} \ln(1 - \alpha_{cp}) + 4\mu V},$$

де μ – коефіцієнт загасання звуку в повітрі, який для частот нижче 1000 Гц приймається рівним нулю.

Загасання в повітрі враховуємо, починаючи з частоти $f = 1000$ Гц. Для розрахунків враховуємо поглинання у повітрі на частотах 2000 Гц - $\mu = 0.0025$ та 4000 Гц - $\mu = 0.006$.

Перед вибором звукопоглинальних матеріалів спочатку необхідно визначити загальне поглинання у приміщенні $A_{\text{необх}}$ та його частотну залежність $A(f)$.

Середній коефіцієнт звукопоглинання, виражений через час реверберації, відповідно формулі Ейрінга, визначається як:

$$\ln(1 - \alpha_{\text{ср}}) = \frac{0,161V}{-S_{\Sigma}T},$$

звідси

$$\alpha_{\text{ср}} = 1 - e^{-\frac{0,161V}{S_{\Sigma}T}}.$$

Загальна площа поверхонь приміщення у вигляді прямокутного паралелепіпеда визначається за формулою:

$$S_{\Sigma} = 2(lb + lh + bh)$$

$$S_{\Sigma} = 2(6 \cdot 5 + 6 \cdot 3.5 + 5 \cdot 3.5) = 137 \text{ м}^2.$$

Таким чином можемо визначити середній коефіцієнт звукопоглинання:

$$\alpha_{\text{ср}} = 1 - e^{-\frac{0,161 \cdot 105}{137 \cdot 0,5}} = 0,22.$$

Задаючи час реверберації $T_{\text{опт}}$ і визначивши середній коефіцієнт поглинання, знаходиться необхідне загальне поглинання студії за формулою:

$$A_{\text{необх}} = \alpha_{\text{ср}} S_{\Sigma}.$$

Значення необхідного часу реверберації, розраховані значення коефіцієнту звукопоглинання, а також результат розрахунку необхідного загального поглинання на всіх частотах заносимо в таблицю (табл. 4.1).

Для сигналів з частотами 1000 Гц і вище при розрахунку часу реверберації необхідно враховувати поглинання звуку в повітрі. В цьому випадку час реверберації слід розраховувати за формулою:

$$T = \frac{0,161V}{-S_{\Sigma} \ln(1 - \alpha_{\text{ср}}) + 4\mu V}$$

тоді:

$$-\ln(1 - \alpha_{\text{ср}}) = \frac{0,161V}{TS_{\Sigma}} - \frac{4\mu V}{S_{\Sigma}}$$

Для частоти 125 Гц:

$$-\ln(1 - \alpha_{\text{ср}}) = \frac{0,161 \cdot 105}{0,6 \cdot 137} = 0,205657,$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 1 - e^{-0,205657} = 0,18589,$$

$$A_{\text{необх}} = 0,18589 \cdot 137 = 25,467.$$

Для частоти 250 Гц:

$$-\ln(1 - \alpha_{\text{ср}}) = \frac{0,161 \cdot 105}{0,55 \cdot 137} = 0,22435,$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 1 - e^{-0,22435} = 0,2,$$

$$A_{\text{необх}} = 0,2 \cdot 137 = 27,4.$$

Для частоти 500 Гц:

$$-\ln(1 - \alpha_{\text{ср}}) = \frac{0,161 \cdot 105}{0,5 \cdot 137} = 0,246788,$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 1 - e^{-0,246788} = 0,22,$$

$$A_{\text{необх}} = 0,22 \cdot 137 = 30,14.$$

Для частоти 1000 Гц:

$$-\ln(1 - \alpha_{\text{ср}}) = \frac{0,161 \cdot 105}{0,5 \cdot 137} = 0,246788,$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 1 - e^{-0,246788} = 0,22,$$

$$A_{\text{необх}} = 0,22 \cdot 137 = 30,14.$$

Для частоти 2000 Гц:

$$-\ln(1 - \alpha_{\text{ср}}) = \frac{0,161 \cdot 105}{0,5 \cdot 137} - \frac{4 \cdot 0,0025 \cdot 105}{137} = 0,2388,$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 1 - e^{-0,2388} = 0,21,$$

$$A_{\text{необх}} = 0,21 \cdot 137 = 28,77.$$

Для частоти 4000 Гц:

$$-\ln(1 - \alpha_{\text{ср}}) = \frac{0,161 \cdot 105}{0,5 \cdot 137} - \frac{4 \cdot 0,006 \cdot 105}{137} = 0,2284,$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 1 - e^{-0,2284} = 0,2,$$

$$A_{\text{необх}} = 0,2 \cdot 137 = 27,4.$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – розрахунок загального поглинання

Частота, Гц	125	250	500	1000	2000	4000
-------------	-----	-----	-----	------	------	------

T_p, c	0,6	0,55	0,5	0,5	0,5	0,5
μ	0	0	0	0	0,0025	0,006
$-\ln(1-\alpha_{cp})$	0,205657	0,22435	0,246788	0,246788	0,2388	0,2284
α_{cp}	0,18	0,2	0,22	0,22	0,21	0,2
$A_{необх}$	25,467	27,4	30,14	30,14	28,77	27,4

4.3 Розрахунок основного і додаткового фонду звукопоглинання

Значення загального поглинання в залежності від частоти, що наведено у таблиці 3.1 є вихідними значеннями для вибору звукопоглинальних матеріалів.

Загальне поглинання в приміщенні студії визначається основним і додатковим фондом поглинання. Основний фонд звукопоглинання A_0 , обумовлений глядачами, гучномовцями, екраном, килимами, що укладаються на підлозі, поверхнею, яка не піддається обробці (вільна підлога, вільні стіни, оглядові вікна, двері), вентиляційними решітками, декоративним обробленням тощо:

$$A_0 = \sum_i \alpha_i S_i + \sum_k \alpha_k N_k,$$

де α_i – коефіцієнт поглинання звукопоглинального матеріалу, площа якого S_i ; α_k – звукопоглинання одного об'єкту; N_k – число об'єктів.

Результати визначення основного фонду звукопоглинання для частот 125, 250, 500, 1000, 2000 і 4000 Гц зручно звести в таблицю по формі (табл. 4.2 а, б).

Основний фонд поглинання, як правило, менше необхідного загального поглинання. Тому для забезпечення вибраної величини і частотної характеристики часу реверберації в студії повинно бути внесено додаткове поглинання:

$$A_{дод} = A_{необх} - A_0.$$

яке створюється звукопоглинальними матеріалами або конструкціями, що розміщуються на стінах і стелі.

Таблиця 4.2 а – розрахунок основного фонду звукопоглинання

Найменування звукопоглинача	Площа або кількість	125		250		500	
		<i>a</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>A</i>
Паркет	30	0,15	4,5	0,11	3,30	0,10	3
Вільні стіни (штукатурка звичайна)	137	0,01	1,37	0,01	1,37	0,02	2,74
Всього:	167		5,87		4,67		5,74
$A_{\text{необх}}$			25,467		27,4		30,14
$A_{\text{дод}} = A_{\text{необх}} - A_0$			19,6		22,73		24,4

Таблиця 4.2 б – розрахунок основного фонду звукопоглинання

Найменування звукопоглинача	Площа або кількість	1000		2000		4000	
		<i>a</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>A</i>
Паркет	30	0,07	2,10	0,06	1,80	0,07	2,10
Вільні стіни (штукатурка звичайна)	137	0,02	2,74	0,03	4,11	0,03	4,11
Всього:	167		4,84		5,91		6,21
$A_{\text{необх}}$			30,14		28,77		27,4
$A_{\text{дод}} = A_{\text{необх}} - A_0$			25,3		22,86		21,19

Додатковий фонд звукопоглинання це штучно створене поглинання за допомогою доданих різноманітних звукопоглинальних матеріалів і конструкцій.

Результати розрахунку для частот 125, 250, 500, 1000, 2000 і 4000 Гц зручно звести в таблицю по формі (табл. 4.3 а, б) та відобразити графічно на рис. 4.2.

Таблиця 4.3 а – розрахунок додаткового фонду звукопоглинання

Найменування звукопоглинача	Площа або кількість	125		250		500	
		<i>a</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>A</i>
Басова пастка Ecosound, кутова	16	1,00	16,00	1,10	17,60	1,10	17,60
Басова пастка Ecosound, кубічна	4	0,85	3,40	1,10	4,40	1,00	4,00
Акустичний поролон Ecosound	4	0,10	0,40	0,20	0,80	0,55	2,20
Всього:			19,80		22,80		23,80
$A_0 + A_{\text{дод}}$			25,67		27,47		29,54
Необхідно			25,467		27,4		30,14
Різниця			-0,20		0,07		0,6
Різниця у відсотках			-0,80		0,26		1,99

Таблиця 4.3 б – розрахунок додаткового фонду звукопоглинання

Найменування звукопоглинача	Площа або кількість	1000		2000		4000	
		<i>a</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>A</i>
Басова пастка Ecosound, кутова	16	1,05	16,80	0,90	14,40	0,85	13,60
Басова пастка Ecosound, кубічна	4	1,05	4,20	0,90	3,60	0,85	3,40
Акустичний поролон Ecosound	4	0,95	3,80	1,50	6,00	1,00	4,00
Всього:			24,80		24,00		21,00
$A_0 + A_{\text{дод}}$			29,64		29,91		27,21
Необхідно			30,14		28,77		27,4
Різниця			0,5		-1,14		0,19

Різниця у відсотках		1,66	-3,96	0,69
---------------------	--	------	-------	------

Побудова графіків поглинання у приміщенні студії передбачає підсумовування поглинання на відповідній частоті попереднього звукопоглинача з наступним (рис. 4.2).



Рисунок 4.2 – Відображення підсумовування основного і додаткового поглинання

Розрахункове значення часу стандартної реверберації після вибору звукопоглинальних матеріалів і відхилення від оптимального значення визначаються із співвідношень:

$$T_{\text{розр}} = \frac{0,161V}{-S_{\Sigma} \ln(1 - \alpha_{\text{розр}}) + 4\mu V'}$$

$$\delta = \frac{T_{\text{розр}} - T_{\text{опт}}}{T_{\text{опт}}} \cdot 100\%.$$

Для частоты 125 Гц:

$$\alpha_{\text{розр}} = \frac{25,67}{137} = 0,21,$$

$$T_{\text{розр}} = \frac{0,161 \cdot 105}{-137 \cdot \ln(1 - 0,21)} = 0,59,$$

$$\delta = \frac{0,59 - 0,6}{0,6} \cdot 100\% = -1,7.$$

Для частоты 250 Гц:

$$\alpha_{\text{розр}} = \frac{27,47}{137} = 0,2,$$

$$T_{\text{розр}} = \frac{0,161 \cdot 105}{-137 \cdot \ln(1 - 0,2)} = 0,55,$$

$$\delta = \frac{0,55 - 0,55}{0,55} \cdot 100\% = 0.$$

Для частоты 500 Гц:

$$\alpha_{\text{розр}} = \frac{29,54}{137} = 0,22,$$

$$T_{\text{розр}} = \frac{0,161 \cdot 105}{-137 \cdot \ln(1 - 0,22)} = 0,51,$$

$$\delta = \frac{0,51 - 0,5}{0,5} \cdot 100\% = 2,.$$

Для частоты 1000 Гц:

$$\alpha_{\text{розр}} = \frac{29,64}{137} = 0,22,$$

$$T_{\text{розр}} = \frac{0,161 \cdot 105}{-137 \cdot \ln(1 - 0,22)} = 0,51,$$

$$\delta = \frac{0,51 - 0,5}{0,5} \cdot 100\% = 2.$$

Для частоти 2000 Гц:

$$\alpha_{\text{розр}} = \frac{29,91}{137} = 0,22,$$

$$\begin{aligned} T_{\text{розр}} &= \frac{0,161 \cdot 105}{-137 \cdot \ln(1 - 0,22) + 1,05} = 0,49, \\ &= \frac{0,49 - 0,5}{0,5} \cdot 100\% = -2. \end{aligned}$$

Для частоти 4000 Гц:

$$\alpha_{\text{розр}} = \frac{27,21}{137} = 0,21,$$

$$\begin{aligned} T_{\text{розр}} &= \frac{0,161 \cdot 105}{-137 \cdot \ln(1 - 27,21) + 2,52} = 0,51, \\ &= \frac{0,51 - 0,5}{0,5} \cdot 100\% = 2. \end{aligned}$$

Результати розрахунку заносимо в табл. 4.4 і відображаємо на рис. 4.3.

Таблиця 4.4 – необхідний час реверберації студії звукозапису

Частота, Гц	125	250	500	1000	2000	4000
Розрахункове звукопоглинання поверхні $A_{\text{розр}}$	25,67	27,47	29,54	29,64	29,91	27,21
Розрахунковий коефіцієнт поглинання $\alpha_{\text{розр}}$	0,19	0,2	0,22	0,22	0,22	0,2
$-\ln(1 - \alpha_{\text{розр}})$	0,21	0,22	0,24	0,24	0,25	0,22
$S_{\Sigma} \ln(1 - \alpha_{\text{розр}})$	28,43	30,66	33,27	33,40	33,74	30,33

Поглинання звуку у повітрі (4 μ V)	0	0	0	0	1,05	2,52
Розрахунковий час реверберації $T_{розр}$	0,59	0,55	0,51	0,51	0,49	0,51
Необхідний час реверберації $T_{опт}$	0,6	0,55	0,5	0,5	0,5	0,5
Відхилення $T_{розр} - T_{опт}$	-0,01	0	0,01	0,01	-0,01	0,01
Відхилення δ , %	-1,7	0	2	2	-2	2

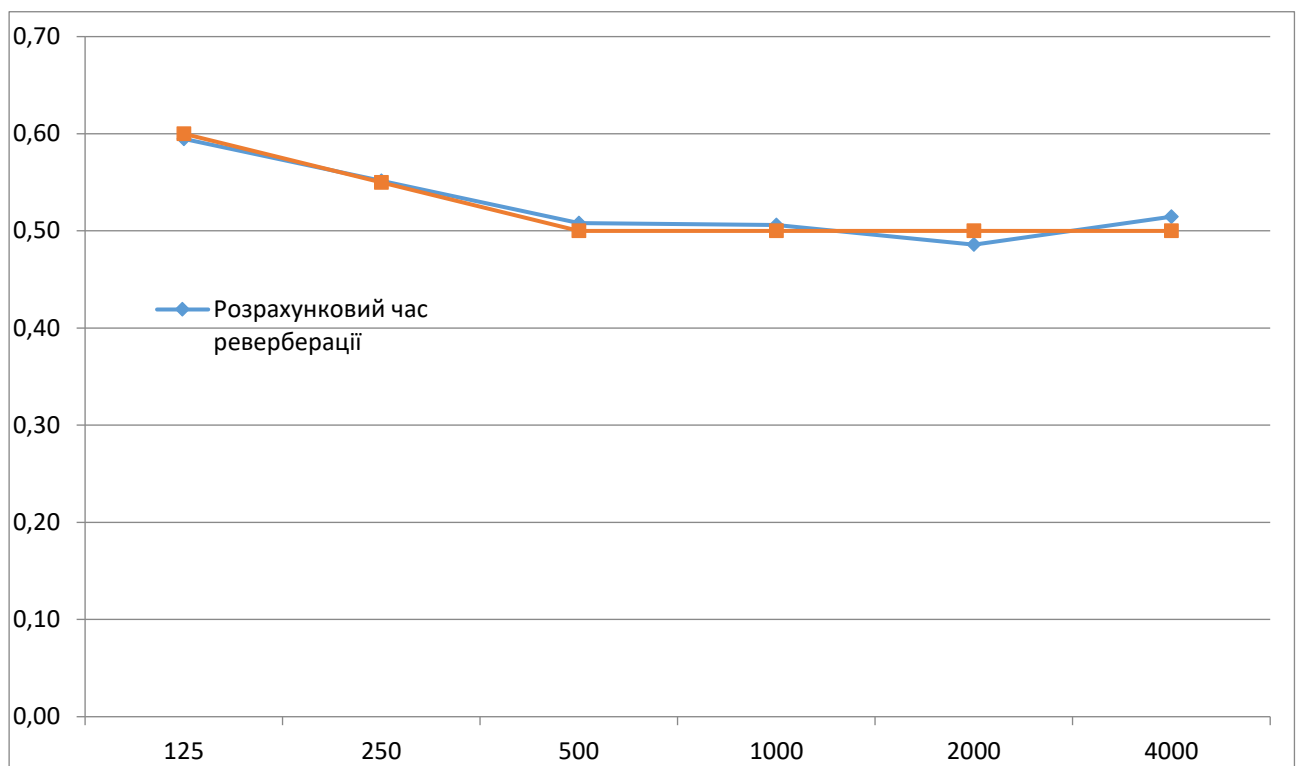


Рисунок 4.3 – залежність часу реверберації від частоти

4.4 Розміщення звукопоглиначів

В першу чергу в студії звукозапису слід закривати тристоронні та двосторонні кути (рис. 4.4).

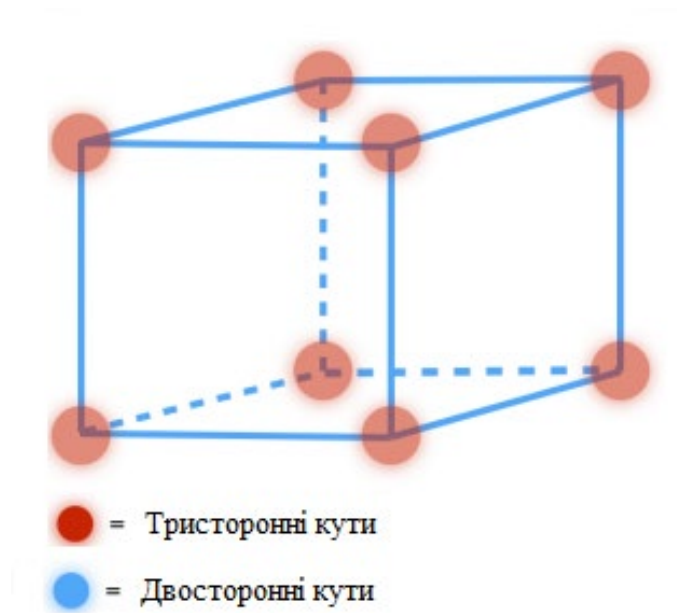


Рисунок 4.4 – тристоронні та двосторонні кути

Згідно таблиці 4.3 у якості додаткового фонду звукопоглинання встановлено 4 кубічні басові пастки та 16 кутових пасток фірми Ecosound (рис. 4.5). Басові пастки є акустичними поглиначами, які призначені для поглинання низьких частот звукової енергії. Як і всі звукопоглиначі, вони функціонують, перетворюючи звукову енергію в теплову в результаті тертя.

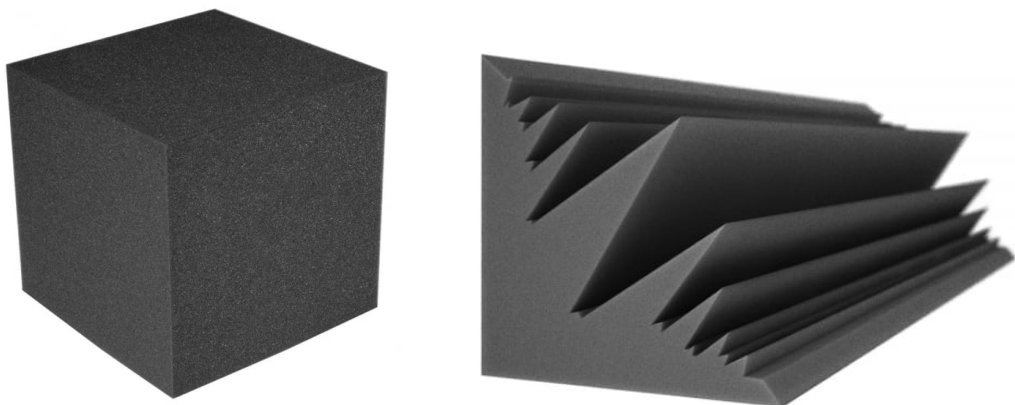


Рисунок 4.5 – Кубічна (ліва) та кутова (права) басові пастки

Кубічні пасти розміщуються в тристоронніх кутах між бічними стінами і стелею, кутові розміщуються у двосторонніх кутах, переважно на стиках бічних стін, та стиках стін зі стелею. Така кількість басових пасток дозволяє

прибрати більшу частину частот до 500 Гц, та знизити час реверберації. Отриманий результат відображено на рисю 4.6.

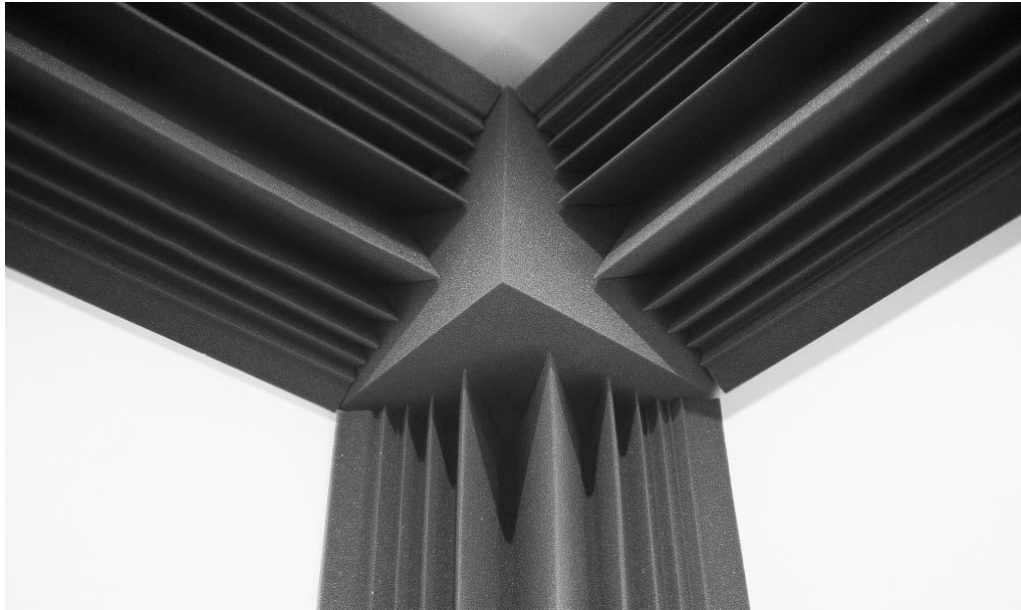


Рисунок 4.6 – Результат акустичної обробки стиків поверхонь

Бічні стіни і стелю закриваємо акустичним поролоном (рис. 4.7), призначеним для корекції середніх і високих частот. Він дозволяє прибрати зайву реверберацію на частотах від 1000 Гц.

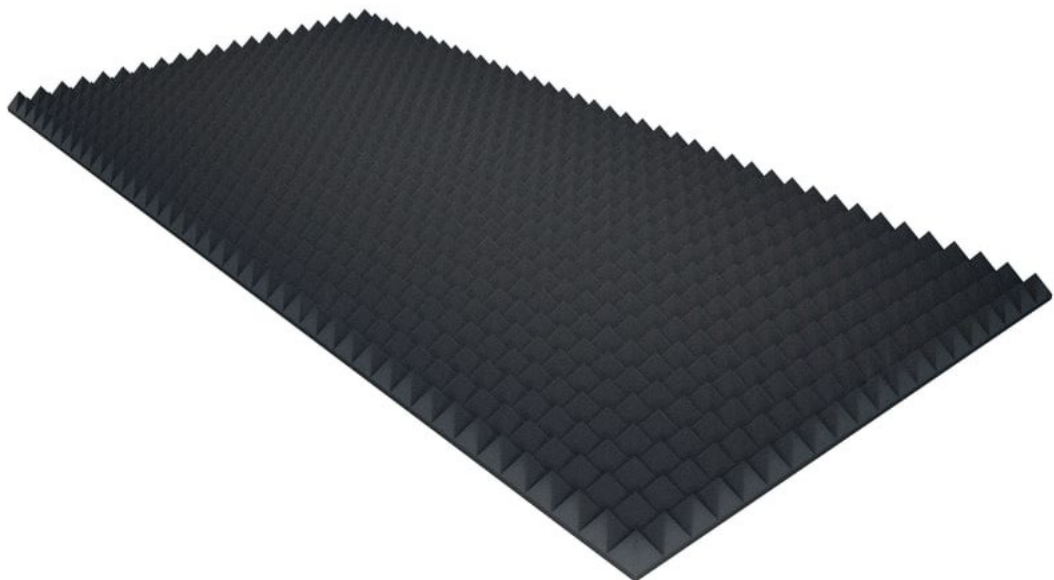


Рисунок 4.7 – Акустичний поролон

Також можна додатково використовувати акустичні розсіювачі (рис. 4.8), які на відміну від акустичного поролону, розбиває звукову хвилю на маленькі частини, при цьому роблячи звук прозорішим і об'ємнішим. Такі розсіювачі розраховані на частоти 600 – 4500 Гц.



Рисунок 4.8 – Акустичний розсіювач

ВИСНОВКИ

Таким чином створену систему, яка дозволяє обробляти звукові потоки інструментів та виводити незалежні мікси для прослуховування у навушники музикантів у режимі реального часу, та проводити багатоканальний запис. Такий варіант студії досить компактний, особливо якщо обрати альтернативу громіздкому обладнанню (замінити ударну установку на електронну перкусію). Завдяки такому сетапу група може записувати свої репетиції, і редагувати записаний матеріал, зробивши, наприклад, геть іншу пісню із записаного напередодні матеріалу. Окрім того обладнання для студії можна використовувати на концертах у якості моніторної лінії та ефектів гітар.

Серед переваг такої студії – мобільність та порівняно низький шум, який дозволяє використовувати студії у житлових приміщеннях. Однак через те, що сигнал проходить через навушники, а не традиційно через монітори, зникають відчуття саб басу (приблизно 40-200 Гц, які відчуюються тілом), це суттєвий недолік, вирішити який досить важко.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Яке обладнання необхідне для студії звукозапису. URL: arefyevstudio.com/2017/04/28/kakoe-oborudovanie-nuzhno-dlya-studii-zvukozapisi/ (дата звернення: 23.09.2020).
2. Повний перелік обладнання студії звукозапису. ru.ehomerecordingstudio.com/recording-studio-equipment-list/ (дата звернення: 22.09.2020).
3. Роман Кузнєцов. Вибір репетиційної бази. URL: blog.monkeymusic.com.ua/rehearsal-base/ (дата звернення: 23.09.2020).
4. Перелік обладнання для репетиційної бази. URL: pop-music.ru/articles/chek-list-oborudovaniya-dlya-byudzhethnoy-repetitsionnoy-tochki/ (дата звернення: 23.09.2020).
5. Джерело безперебійного живлення. URL: vostok.dp.ua/ukr/infa1/elektropitanie/ups/ (дата звернення: 23.09.2020).
6. Огляд цифрової гітарної педалі ефектів Digitech iStomp. URL: dommuzyki.ua/ru/article/1113-pedal-guitar-effects-digitech-istomp-review (дата звернення: 23.09.2020).
7. Огляд цифрового гітарного процесора Digitech iPB10. URL: musicradar.com/reviews/guitars/digitech-ipb-10-510286 (дата звернення: 29.09.2020).
8. Огляд на Mackie DL1608. URL: youtube.com/watch?v=PU63U2_IKFo (дата звернення: 29.09.2020).
9. Огляд аудіо-інтерфейса Jamhub TourBus. URL: ask.audio/articles/review-jamhub-tourbus (дата звернення: 10.10.2020).
10. Огляд аудіо-інтерфейса Zoom UAC-8. URL: zoomrussia.ru/products/music_production_tool/zoom-uac-8/ (дата звернення: 10.10.2020).

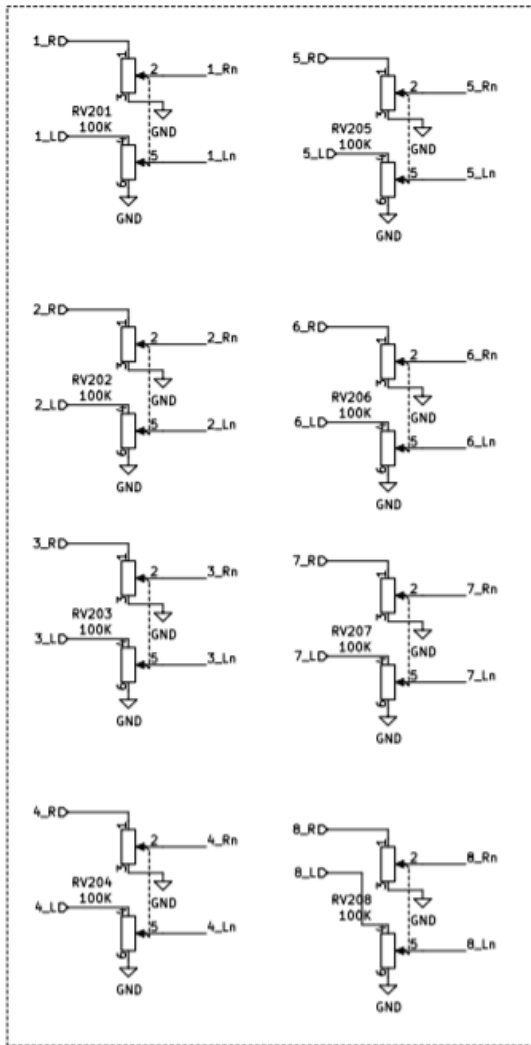
11. Персональний комп'ютер для домашньої студії звукозапису. URL: club.dns-shop.ru/blog/t-325-sboraka-computera/21508-sobiraem-pk-dlya-domashnei-studii-zvukozapisi-chast-i/ (дата звернення: 10.10.2020).
12. Андрій Скідан. Комп'ютер для роботи зі звуком у 2020 році. URL: master-skills.ru/articles/equipment/1219-computer (дата звернення: 10.10.2020).
13. Michelle Rae Uy. Огляд ноутбуку Asus Strix Scar 15. URL: techradar.com/reviews/asus-strix-scar-15-2020#:~:text=Though%20not%20overly%20heavy%20or,there%20that%20have%20better%20longevity (дата звернення: 10.10.2020).
14. Ілья Дем'янов. Як підібрати мікрофон. URL: vc.ru/tech/42956-kak-vybrat-mikrofon-dlya-podkastov-vebinarov-strimov (дата звернення: 20.10.2020).
15. Що обрати: міді клавіатуру або синтезатор? URL: 4club.com.ua/blog/chto-luchshe-vybrat-midi-klaviaturu-ili-sintezator/ (дата звернення: 20.10.2020).
16. Григорій Лядов. M-Audio Oxygen 49 – серія MIDI-клавіатур. URL: prosound.ixbt.com/keyboards/m-audio-oxygen49.shtml (дата звернення: 20.10.2020).
17. Огляд ударної установки Medeli DD650RX. URL: octava.com.ua/news/160823-medeli-dd650gx (дата звернення: 04.11.2020).
18. Цифрова звукова робоча станція. URL: audioakustika.ru/node/1205 (дата звернення: 04.11.2020).
19. Єгор Ревенга. Яку DAW обрати. URL: samesound.ru/soft/613-how-to-choose-daw (дата звернення: 04.11.2020).
20. VST плагіни. URL: electronick.org.ua/vst-instruments-plugins/chto_takoe_vst/ (дата звернення: 04.11.2020).
21. Єгор Ревенга. Формати плагінів для обробки звуку. URL: samesound.ru/gear/32-daw-plugin-formats-comparison (дата звернення: 04.11.2020).

22. Cubase Pro 10.5.20, посібник користувача. URL: steinberg.help/cubase_pro/v10.5/ru/index.html (дата звернення: 04.11.2020).
23. Підсилювач TDA7050T. URL: radiochipi.ru/tda7050t-sхема/ (дата звернення: 04.11.2020).

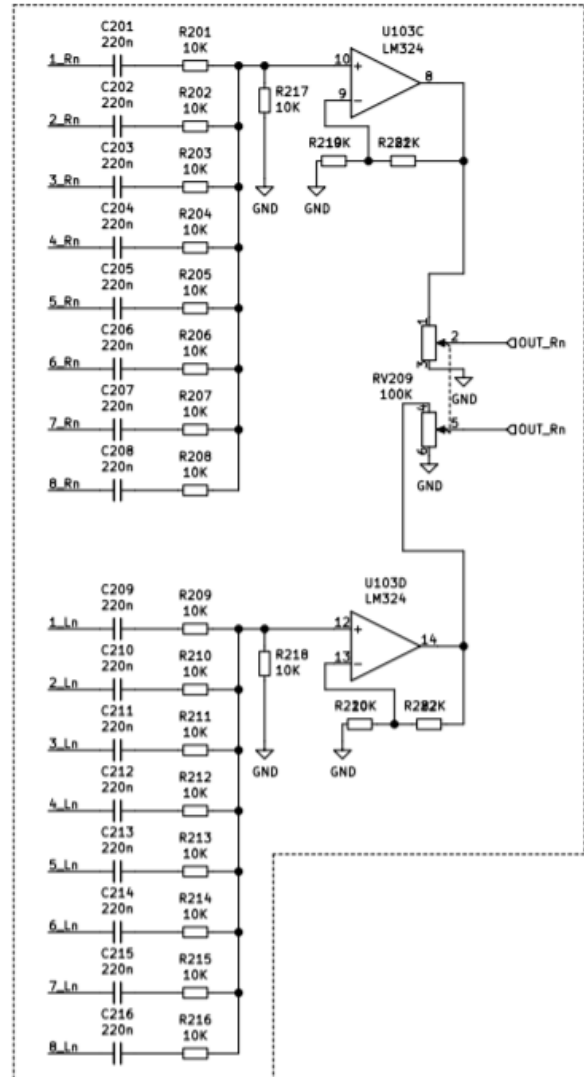
ДОДАТОК А

Принципiальна схема суматора восьмиканального мiкшера

8 блоків, n = 1..8

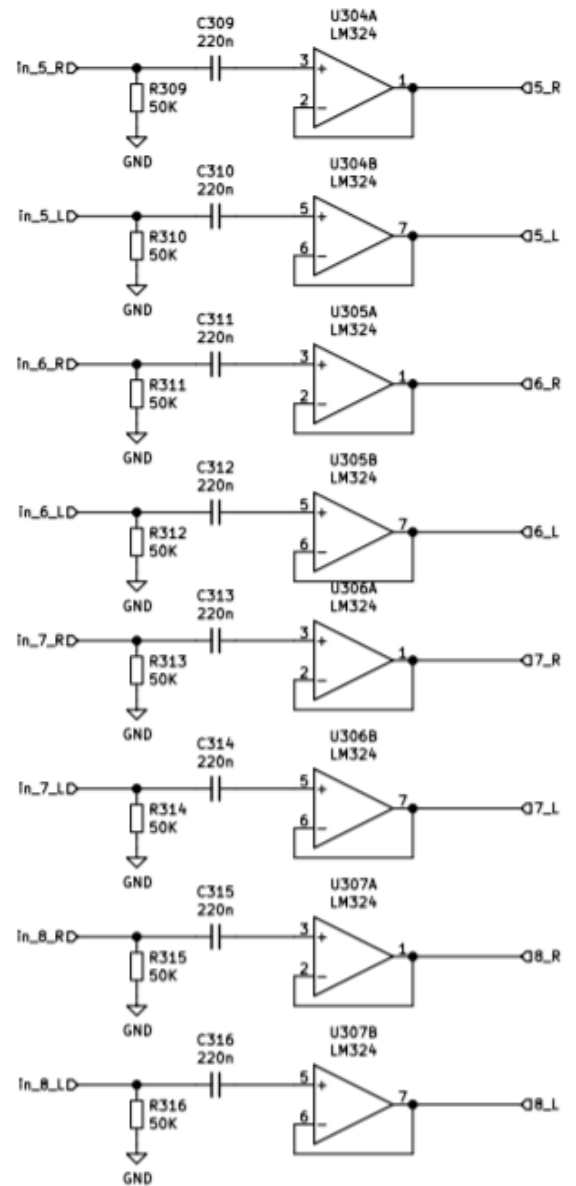
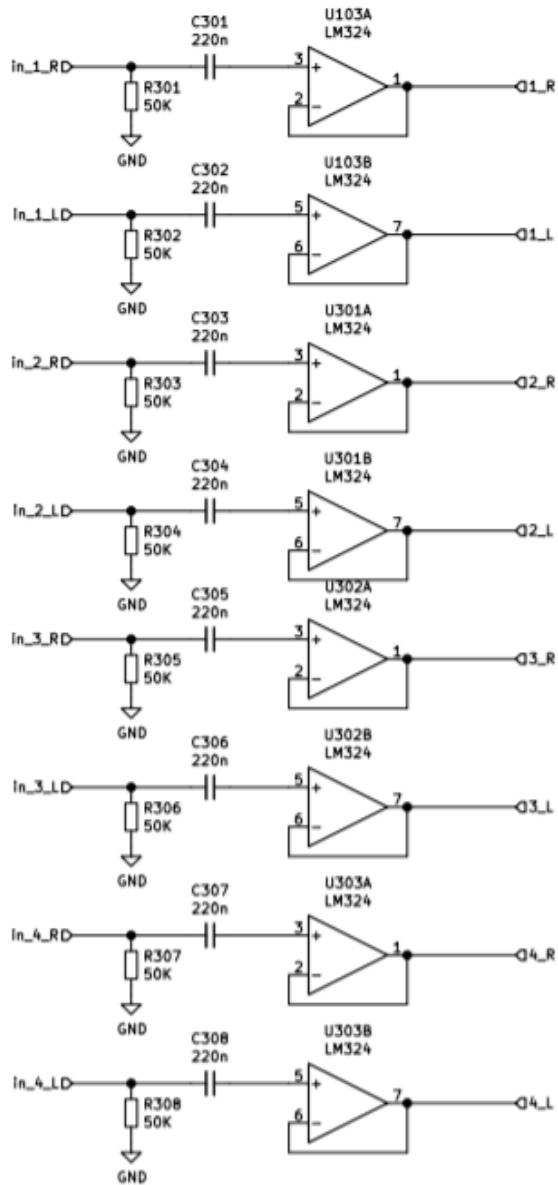


8 блоків, n = 1..8



ДОДАТОК Б

Принципальна схема сплітера восьмиканального мікшера



ДОДАТОК В

Принципальна схема підсилювача потужності восьмиканального мікшера

