

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації
(повна назва)

Кафедра медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Методи синтезу звуку при створенні сучасних музичних композицій.

(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи СТМм-22-1
Савін М.С.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 171 Електроніка
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа
(повна назва освітньої програми)

Керівник Жуков В.В.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри Володимир КАРТАШОВ
(підпис)

2023 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації

Кафедра медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 171 Електроніка

(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа

(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

«_____» _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Савіну Максиму Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи синтезу звуку при створенні сучасних музичних композицій.

затверджена наказом по університету від " 20 " 11 2023 р. № 1371 Ст _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 08.01.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Виконати аналітичний огляд основних способів синтезу звуку. Розглянути математичні аспекти методів синтезу для пояснення їхньої роботи. Розкрити основи адитивного та субтрактивного синтезу звуку у сучасних музичних композиціях. Провести практичні дослідження, включаючи створення звуку з використанням обраних способів синтезу в музичному додатку FL Studio.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

Вступ

1. Аналітичний огляд основних способів синтезу звуку.

2. Використання синтезу звуку в сучасній музиці.

3. Застосування синтезу звуку в музичному додатку FL Studio.

Висновки

Перелік посилань


Додатки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням обов'язкових креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій 1. Патерни композиції (1 аркуш А4), 2. Мастерінг (1 аркуш А4), 3. Синтез звуку (1 аркуш А4), 4. Програмне забезпечення (1 аркуш А4), 5. Плагіни (1 аркуш А4), 6. Процес створення (1 аркуш А4), 7. Завершальний етап (1 аркуш А4).

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд способів синтезу звуку	25.09.23–01.10.23	
2	Експериментальне дослідження осциляторів	02.10.23–11.10.23	
3	Експериментальне дослідження синтезаторів	12.10.23–10.11.23	
4	Синтезу звуку в сучасній музиці	11.11.23–03.12.23	
5	Синтез звуку в музичному додатку FL Studio	04.12.23–17.12.23	
6	Графічна частина роботи	18.12.23–17.12.23	
7	Перевірка керівником	18.12.23–30.12.23	
8	Перевірка на академічний плагіат	02.01.24–05.01.24	
9	Перевірка завідувачем кафедри, рецензування	06.01.24–09.01.24	

Дата видачі завдання _____ 20.11.2023 р. _____

Студент _____  _____ Максим САВІН
(підпис)

Керівник роботи _____  _____ Владислав ЖУКОВ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 49 сторінок, 38 рисунків, 13 джерел.

СИНТЕЗАТОР, ОСЦИЛЯТОР, КОРЕКЦІЯ, ЕФЕКТИ, СИНТЕЗ, ЗВУК, ГРАНУЛИ

Об'єкт дослідження – методи синтезу звуку в контексті створення сучасних музичних композицій.

Мета роботи – дослідити різні методи синтезу звуку та їх застосування в сучасних музичних композиціях, вивчити теоретичні основи адитивного та субтрактивного методу, а також створити практичні приклади використання цих методів у музичних композиціях завдяки програмі FL Studio. Результатом роботи буде поглиблене розуміння сучасних методів синтезу звуку та їх роль у творчому процесі музикантів та звукорежисерів.

В роботі проведено аналіз та огляд різних методів синтезу звуку, включаючи субтрактивний, адитивний, частотно-модульований та гранульний синтез. Для кожного методу були розглянуті теоретичні основи та математичні аспекти, що пояснюють їхню роботу. Також були розглянуті переваги та обмеження кожного методу. Досліджено застосування субтрактивного синтезу в музичному додатку FL Studio. Описано процес створення звуку за допомогою субтрактивного синтезу, включаючи налаштування осциляторів, фільтрів та ефектів, керування гармоніками та модуляцію для створення складних звуків. Проведено аналіз субтрактивного синтезу в сучасних музичних додатках та застосування цього методу в сучасній музиці.

ABSTRACT

Explanatory note to the qualification work: 49 pages, 38 figures, 13 sources.

SYNTHESIZER, OSCILLATOR, CORRECTION, EFFECTS,
SYNTHESIS, SOUND, PELLETS

Object of study – methods of sound synthesis in the context of creating modern musical compositions.

The purpose of the work is to study various methods of sound synthesis and their application in modern musical compositions, to study the theoretical foundations of each method, to conduct mathematical analyzes and experiments to determine their capabilities and limitations, and to create practical examples of the use of these methods in musical compositions. The result of the work will be an in-depth understanding of modern methods of sound synthesis and their role in the creative process of musicians and sound engineers.

The paper analyzes and reviews various methods of sound synthesis, including subtractive, additive, frequency-modulated, and granular synthesis. For each method, the theoretical foundations and mathematical aspects that explain their work were considered. The advantages and limitations of each method are also discussed. The application of subtractive synthesis in the music application FL Studio is investigated. The process of creating a sound using subtractive synthesis is described, including setting up oscillators, filters and effects, harmonic control and modulation to create complex sounds. An analysis of subtractive synthesis in modern music applications and the use of this method in modern music is carried out.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.....	8
ВСТУП.....	9
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОСНОВНИХ СПОСОБІВ СИНТЕЗУ ЗВУКУ....	10
1.1 Адитивний синтез.....	10
1.2 Субтрактивний синтез.....	12
1.2.1 Осцилятор (OSC).....	13
1.2.2 Фільтр (VCF).....	14
1.2.3 Підсилювач, керований напругою (VCA).....	15
1.3 Використання модуляції у синтезі звуку.....	16
1.3.1 Частотна та фазова модуляція (FM та PM).....	17
1.3.2 Амплітудна модуляція.....	18
1.4 Застосування обвідної.....	20
1.5 Ефекти у синтезі звуку.....	22
1.5.1 Ефекти з використанням зміни в часовій області.....	23
1.5.2 Ефекти з використанням модуляції.....	24
1.6 Висновки по розділу 1.....	25
2 ВИКОРИСТАННЯ СИНТЕЗУ ЗВУКУ В СУЧАСНІЙ МУЗИЦІ.....	27
2.1 Синтез звуку в творчому аранжуванні.....	27
2.1.1 Експериментальна музика.....	28
2.1.2 Електронна музика.....	29
2.1.3 Техно.....	30
2.2 Висновки за розділом 1.....	32
3 ЗАСТОСУВАННЯ СИНТЕЗУ ЗВУКУ В МУЗИЧНОМУ ДОДАТКУ FL STUDIO.....	33
3.1 FL Studio.....	33
3.2 Створення композиції в програмі FL Studio.....	36
3.3 Висновки по розділу 3.....	46

Висновки.....	47
Перелік джерел посилання.....	48
ДОДАТКИ.....	50
Додаток А. Графічний матеріал.....	51
Додаток Б. Відомість кваліфікаційної роботи.....	55

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- ВАЧ – відповідальний за амплітудну частину;
- ДСП – цифровий сигнальний процесор;
- ЛФО – низькочастотний осцилятор;
- ОГ – осцилятор генератора;
- ФМ – частотна модуляція;
- ФПГ – фазово-підставлені генератори;
- РФ – режекторний фільтр;
- СФ – смуговий фільтр;
- Семплер – програма або пристрій для відтворення аудіо семплів;
- ФВЧ – фільтр високих частот;
- ФКМ – функціонально керований модулятор;
- ФНЧ – фільтр низьких частот;
- АМ – amplitude modulation - амплітудна модуляція ;
- DAW – програма для роботи з аудіо та музикою (Digital Audio Workstation);
- PM – phase modulation – фазова модуляція;
- FM – frequency modulation – Фазова модуляція;
- LFO – Low Frequency Oscillator – осцилятор низьких частот;
- Midi – Музичний інструментальний цифровий інтерфейс;
- VCA – Voltage Controlled Amplifier – підсилювач, що керується напругою ;
- OSC – oscillator – осцилятор;
- VCF – Voltage Controlled Filter – фільтр що керується напругою.

ВСТУП

Музика завжди була невід'ємною частиною культури та самовираження людства. З розвитком технологій і виникненням цифрових музичних інструментів, таких як FL Studio, музична творчість стала більш доступною та експериментальною для артистів у всьому світі. Сьогодні, створення сучасних музичних композицій вимагає розуміння не тільки музичних концепцій і майстерності, але й синтезу звуку.

Методи синтезу звуку в музиці мають вирішальне значення для створення унікальних та інноваційних звукових пейзажів. FL Studio — це програма, яка стала важливим інструментом для музикантів і продюсерів у впровадженні сучасних методів синтезу звуку у своїх композиціях. Вона надає можливість поєднувати аналогові та цифрові звуки, ефективно керувати звуковими параметрами та творити нові звукові ефекти.

Зростаюча популярність цифрових музичних інструментів та програм синтезу звуку робить цю тему дипломної роботи актуальною та важливою для розуміння сучасних тенденцій у музичній творчості. Дослідження методів синтезу звуку в FL Studio допоможе розкрити можливості цих інструментів для музикантів та продюсерів, а також сприятиме розвитку нових звукових ефектів і творчих рішень у музичній індустрії.

Об'єкт дослідження – методи синтезу звуку в контексті створення сучасних музичних композицій.

Мета роботи – дослідити різні методи синтезу звуку та їх застосування в сучасних музичних композиціях, вивчити теоретичні основи кожного методу, провести математичні аналізи та експерименти для визначення їх можливостей та обмежень, а також створити практичні приклади використання цих методів у музичних композиціях завдяки програмі FL Studio.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОСНОВНИХ СПОСОБІВ СИНТЕЗУ ЗВУКУ

1.1 Адитивний синтез

У процесі адитивного синтезу елементарні гармоніки об'єднуються, утворюючи більш складну форму сигналу. Хоча компонентні форми хвиль зазвичай є простими, можна використовувати хвилі будь-якої складності. Зазвичай для забезпечення точного контролю над (не) гармонічним вмістом спектра використовують синусоїдальні компоненти.

На рис. 1.1 представлена проста схема адитивного синтезу з N генераторами синусоїдальної форми. Кожен генератор має входи для частоти, амплітуди та фази. Виходи всіх генераторів сумуються і масштабуються так, щоб максимальна амплітуда створеного звуку дорівнювала A_{max} .

Якщо параметри входу осцилятора, такі як частота F_k , амплітуда A_k та фаза θ_k , залишаються сталими з плином часу, виникає сигнал із статичним спектром. Цей метод ефективний у цифрових генераторах для створення класичних аналогових сигналів, таких як квадратні або пилкоподібні хвилі, оскільки він забезпечує точний контроль над гармонійною структурою та спектральними характеристиками. Алгоритм адитивного синтезу ґрунтується на теоремі Фур'є, яка стверджує, що будь-який періодичний сигнал може бути утворений за допомогою нескінченної суми синусоїдальних гармоній з визначеними частотою, амплітудою та фазою. У приблизному вигляді це можна записати як:

$$s(n) = A_n(n) \sin\left[\left(k\omega n + 2\pi F_k(n) + \theta_k(n) \right) \right] \quad (1.1)$$

де $s(n)$ – вихідний сигнал;

n – номер вибірки;

x – основна частота ноти;

M – кількість генераторів;

$A_k(n)$ – амплітуда;

$F_k(n)$ – частота і $\Theta_k(n)$ фаза;

$A_n(n)$ – амплітуда.

Сигнал пилкоподібної форми можна отримати шляхом сумування 100 сигналів синусоїдальної форми за допомогою перетворення Фур'є, як це можна продемонструвати:

$$f(t) = \sum_{k=1}^{100} (-1)^{k+1} \frac{2 \sin(2\pi k f t)}{k} \quad (1.2)$$

У цьому випадку, сигнал квадратної форми можна отримати, додаючи лише гармоніки з непарними номерами із амплітудами $1/k$.

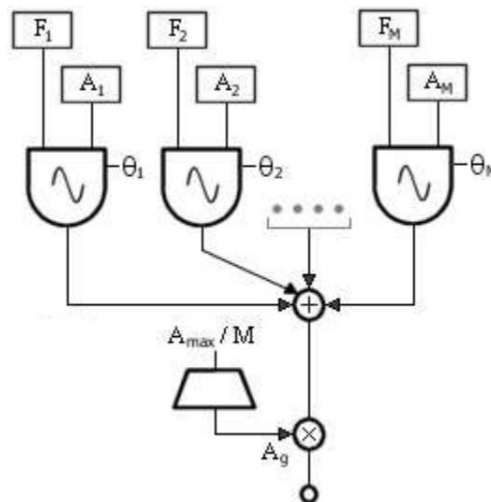


Рисунок 1.1 – Схема адитивного синтезу

У процесі адитивного синтезу сигнали модуляції можуть бути наближено лінійними або експоненційними кривими швидкості

управління. Однак використання значної кількості гармонічних компонентів вимагає багато параметрів, які потрібно контролювати.

Для спрощення цього завдання застосовується метод, відомий як груповий адитивний синтез, який зменшує кількість контрольних параметрів, об'єднуючи гармоніки з однаковою тимчасовою гучністю та висотою тону в єдину таблицю хвиль. Потім ці таблиці хвиль використовуються замість простих синусоїдальних генераторів, щоб надати більш ефективний метод формування складеної форми хвилі.

Цей метод синтезу з використанням хвильових таблиць буде розглянуто далі у даній роботі. Ще одним підходом є техніка формування хвилі, яка використовується в блоках дискретизації, де форми осциляторів фактично є складними зображеннями акустичних тембрів інструментів.

1.2 Субтрактивний синтез

Цей метод синтезу був використаний у ранніх аналогових синтезаторах. Субтрактивний синтез починається з використання спектрально багатого вихідного матеріалу, такого як шум, пілкоподібні або імпульсні форми хвиль. Потім бажаний сигнал формується шляхом видалення зайвого спектрального вмісту через фільтрацію і, можливо, виділення певних формантних частот. З певного погляду процес субтракції можна розглядати як просту модель акустичного інструменту, де генератор джерела виступає як компонент збудження, а фільтр діє як резонатор.

Проте, переваги техніки субтрактивного синтезу не полягають у повній емуляції звуків акустичного інструменту за допомогою занадто спрощеної моделі збудження та резонатора. Замість цього вона породжує звуки, які сьогодні вважаються унікальними та мають свій власний характер, стаючи самостійним джерелом творчості. Це також відносно

інтуїтивна модель синтезу, оскільки структура OSC-VCF-VCA є знайомою навіть у цифрових синтезаторах, що використовують різні методи синтезу. Схема субтрактивного синтезу показана на рис. 1.2.

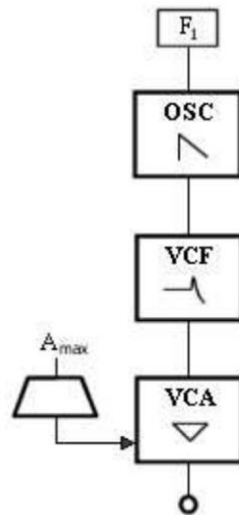


Рис. 1.2 Схема субтрактивного синтезу

1.2.1 Осцилятор (OSC)

Вхідний матеріал генерується одним або кількома генераторами. Аналогова схема осцилятора не здатна відтворити будь-яку уявлену форму сигналу, тому основний набір хвильових осциляторів включає такі хвильові форми, як синусоїдальна, трикутнікова, квадратна, імпульсна (з регульованою шириною), пілкоподібна та шумова. Описані вище форми хвиль можуть бути створені за допомогою адитивного методу, що був розглянутий раніше.

Шумові хвилі є аперіодичними, тому можуть бути охарактеризовані за допомогою енергії в певних частотних діапазонах, що визначає їхній колір, подібно видимому спектру світла. Білий шум має рівномірну щільність потужності по всьому діапазону частот, тоді як інші відтінки шуму можна отримати, пропускаючи його через фільтр низьких частот.

У цифровому середовищі шум може бути створений за допомогою алгоритмів генератора псевдовипадкових чисел.

Якщо в наявності два осцилятори, то можна додати невелику різницю між частотами їхніх основних тонів для створення ефекту биття в результуючому звуку. Крім того, кільцева та частотна модуляція широко використовуються для створення різноманітності тембрів у вихідних сигналах.

1.2.2 Фільтр (VCF)

Звук, який генерується субтрактивною системою, головним чином визначається типом та якістю використовуваних фільтрів. Багато синтезаторів завоювали славу або, навпаки, отримали негативний відгук через характер їхніх фільтрів. Знаменитий приклад - Моог із їхнім недосконалим, але теплим звучанням каскаду фільтрів. Загалом метод субтракції використовує фільтри, які функціонують у чотирьох основних режимах, що можна класифікувати за характеристиками частотної відповіді. Фільтр низьких частот (ФНЧ) є найбільш часто використовуваним, призначеним для пропускання частот нижче певної граничної частоти та послаблення частот, що перевищують цю границю. Інші поширені типи включають в себе високочастотні (ФВЧ), смугові (СФ) та режекторні (РФ) фільтри.

Частота відрізу регулюється, і вузька смуга частот навколо цієї точки може бути підсилена за допомогою додаткового параметра. Розмір загасання залежить від конструкції фільтра та величини полюсів у його передавальній функції, вимірюється у дБ/октаву (падіння на 3 дБ означає зменшення амплітуди вдвічі, а одна октава подвоює частоту).

Рівні 6, 12 і 24 дБ на октаву є найпоширенішими і відповідають 1, 2 або 4 полюсним конструкціям відповідно. Амплітудно-частотна

характеристика фільтра, яка має практично прямокутну форму та низький рівень бокових пелюсток, служить показником якості фільтра.

Фільтри у різних режимах можуть бути комбіновані, утворюючи складений каскад фільтрів. Наприклад, емуляцію режимів СФ і РФ можна досягти, розміщуючи фільтри ФНЧ і ФВЧ послідовно або паралельно один одному. Ще одна конфігурація включає використання кількох фільтрів СФ і РФ одночасно для реалізації формантних фільтрів, які, фактично, представляють собою фільтри з численними резонансними піками по всій смузі пропускання.

1.2.3 Підсилювач, керований напругою (VCA)

У конкретних реалізаціях вихідний сигнал зі схеми фільтра повинен мати достатню потужність для керування лінійними входами. Це досягається за допомогою підсилювача, і хоча це не є частиною процесу синтезу, воно впливає на спектр сформованого сигналу через його нелінійні властивості. Зазвичай підсилювач має змінний параметр для налаштування загального рівня посилення, а також один вхідний та один вихідний порт. Найважливіше, він також включає вхід для регулювання амплітуди в часі, де сигнал від генератора обвідної ADSR впливає на сигнал на вході підсилювача.

На рис. 1.3 зображено схему роботи VCA для застосування обвідної.

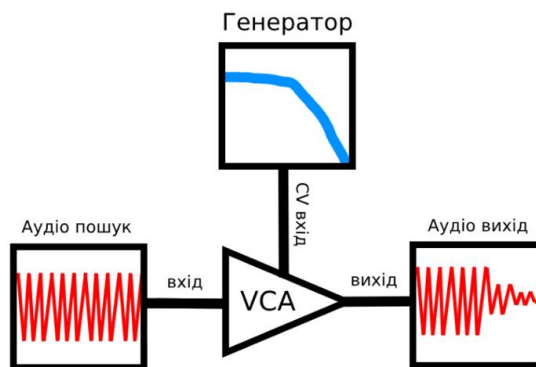


Рисунок 1.3 – Використання VCA

1.3 Використання модуляції у синтезі звуку

Нелінійні методи синтезу творять звук, перетворюючи прості хвильові форми в більш складні спектрально за допомогою лише кількох параметрів під час процесу синтезу. Ці методи почали застосовувати у різних комерційних синтезаторах починаючи з початку 1980-х років.

Один із таких методів – синтез за допомогою модуляції, де певний параметр несучого генератора постійно змінюється модулюючим генератором. Застосування модуляції у синтезі звуку виникло на фундаменті технік радіопередачі та артикуляції музиканта. Остання використовується для надання нюансів звучання інструменту (наприклад, вібрато або тремоло). Використання модуляції у створенні складних звукових форм є відносно новим відкриттям, і їхня потужність стає очевидною, коли як несучі, так і модулюючі частоти сигналу потрапляють у слуховий діапазон.

Розглянемо ситуацію, коли синусоїдальні хвилі використовуються як для несучої, так і для модулюючої складової. На практиці можна використовувати різноманітні сигнали, але оскільки навіть прості системи з двома синусоїдальними генераторами здатні генерувати дуже складні тембри, часто це необов'язково. Сигнал несучої синусоїди можна описати наступним чином:

$$s(n) = A(n) \sin(n\omega_n + n\theta_c) = A(n) \sin(n2\pi f_c + n\theta), \quad (1.3)$$

де n – номер вибірки;

$A(n)$ – амплітуда несійної;

ω – кутова частота несійної;

f_c – несійна частота в Гц;

θ – зміщення фази несійної.

В цьому рівнянні можливими напрямками модуляції є A , f_c та θ , які призводять до амплітудної, частотної та фазової модуляції відповідно. Останні два, взяті разом, називаються методами кутової модуляції. Зв'язок між параметрами та типами модуляції ілюстровано на рис. 1.4.

$$s(n) = A(n) \sin(n2\pi f_c + n\theta_c)$$

Рис. 1.4 Параметри модуляції

На рис 1.4 показані: АМ – амплітудна модуляція, FM – частотна модуляція, PM – фазова модуляція.

1.3.1 Частотна та фазова модуляція (FM та PM)

Відмінність між цими методами полягає в тому, що у фазовій модуляції (PM) фаза несучої змінюється прямо залежно від модулюючого сигналу, тоді як у частотній модуляції (FM) фаза варіюється з інтегралом модулюючого сигналу. У цій роботі буде використовуватися загальна термінологія, і термін FM буде використовуватися для опису обох методів кутової модуляції, проте область досліджень обмежується виключно фазовою модуляцією.

Проста блок-схема для синтезу сигналу за допомогою методу частотної модуляції представлена на рис. 1.5.

Для реалізації простого синтезу частотної модуляції з використанням одного модулюючого синусоїдального сигналу та одного несучого можна використати наступне рівняння:

$$s(n) = A(n) \sin\left[2\pi f_c n + I \sin(2\pi f_m n)\right], \quad (1.4)$$

де I – це індекс модуляції, який визначає ширину смуги результуючого сигналу.

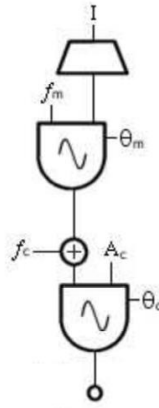


Рисунок 1.5 – Схема частотної модуляції

Збільшення I розширює енергію несучої на бічні смуги частот, які розташовані симетрично навколо частоти на $(f_c \pm f_m)$, $(f_c \pm 2f_m)$ та інших, з відносними рівнями амплітуди, які визначаються функціями Бесселя першого роду. Це можна спостерігати в рівнянні (1.4), яке представляє собою узагальнену форму ряду Фур'є в рівнянні (1.5):

$$s(n) = A(n) \sum_{k=-\infty}^{\infty} J_k(I) \sin\left(2\pi f_c n + k2\pi f_m n\right), \quad (1.5)$$

де k – це порядок функції Бесселя та індекс бічної смуги частот.

Негативні бічні гармоніки відображаються при 0 Гц із зміною фази, і їх сума відповідає відповідній бічній гармоніці на позитивній частоті. У випадку, коли f_c / f_m можна виразити як співвідношення двох цілих чисел, утворюється гармонічний спектр. Проте, якщо це не можливо, виникає негармонічний спектр, оскільки відображені компоненти потрапляють між частотами $f_c \pm k f_m$.

1.3.2 Амплітудна модуляція

Під час амплітудної модуляції амплітуда несучого сигналу змінюється відповідно до вихідного сигналу модулюючого сигналу і може бути втілена в цифровому просторі шляхом множення сигналів, що надходять з виходів обох генераторів. У випадках, коли модулюючий сигнал є однополярним, мова йде про амплітудну модуляцію (АМ), а якщо він є біполярним, – про кільцеву модуляцію (КМ).

У синусоїдальній амплітудній модуляції несуча частота оточена двома бічними гармоніками – нижчою при $f_c - f_m$ і вищою при $f_c + f_m$ (для складних хвиль кожна бічна гармоніка розповсюджується навколо основної частоти).

Амплітуди обох бічних гармонік однакові і пропорційні амплітуді модулюючого сигналу. У кільцевій модуляції отриманий спектр не включає основну складову частотного спектра несучого сигналу, оскільки його енергія перетворюється в бічні гармоніки. Як для АМ, так і для КМ бічні гармоніки повинні перебувати в негармонійному відношенні до несучої та модулюючої частот. Таким чином, результуючий сигнал при використанні КМ має характерний металевий звук.

На рис. 1.6, а показана блок-схема методу амплітудної модуляції, а на рис. 1.6, б – блок-схема методу кільцевої модуляції.

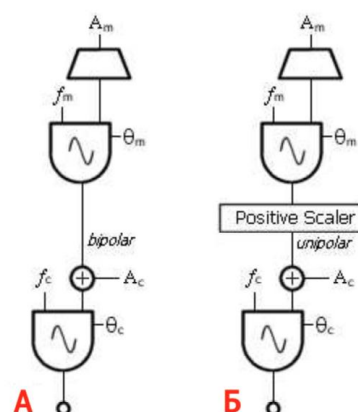


Рисунок 1.6 – Схеми кільцевої модуляції (а) і амплітудної модуляції (б)

Замість використання операції множення можна використовувати основні логічні функції (OR, XOR, AND) між вихідними сигналами. Однак, оскільки операція перетворення є досить радикальною, результуючий сигнал легко може бути спотворений. Найкращі результати досягаються, коли джерела сигналів тісно пов'язані на рівнях амплітуди та частоти. Проте будь-яка форма сигналу джерела може бути використана, поки рівень його амплітуди залишається на низькому рівні.

1.4 Застосування обвідної

Без використання генераторів модуляції, навіть найбільш складний алгоритм синтезу матиме статичний характер. Обвідна функція може значно розширити звучання, надаючи йому динаміку. Це включає групу керуючих сигналів, що несуть сигнали модуляції, передбачені в патчі та автоматично застосовуються або реагують на зовнішні події виконавця.

Амплітуда природних звуків в часі змінюється, слідуючи контуром обвідної, який визначає характер конкретного джерела звуку. Цей контур можна поділити на етапи, кожен із яких може бути наближено представлений прямою лінією чи експоненційною кривою, що проходить між початковою та кінцевою точками сегмента. Пристрій, який генерує лінійні чи експоненційні функції часу, відомий як генератор обвідної. Традиційні генератори обвідної дозволяють контролювати час атаки, спадання, випуску та рівень затримки (рис. 1.7).

Генератор обвідної запускається натисканням клавіші, розпочинаючи з нуля і збільшуючи амплітуду протягом часу, визначеного параметром часу атаки. Потім він вимикається, зменшуючи амплітуду в межах часу спадання, де залишається до відпускання клавіші.

Нарешті, амплітуда знижується від рівня затримки до нуля протягом часу випуску, визначеного параметром часу випуску. Сучасні конструкції

включають складні багатоступеневі генератори обвідної з петельними секціями.

Вихід генератора обвідної зазвичай підключається до модуля VCA для зміни рівня гучності, як це було розглянуто в розділі 1.2.3, рис. 1.3. Також його можна використовувати для модуляції частоти зрізу фільтра та кроку генератора. Важливо відзначити, що коли EG входить в підсилювальний модуль, він має бути однополярним, за винятком випадків, коли такі обмеження необов'язкові.

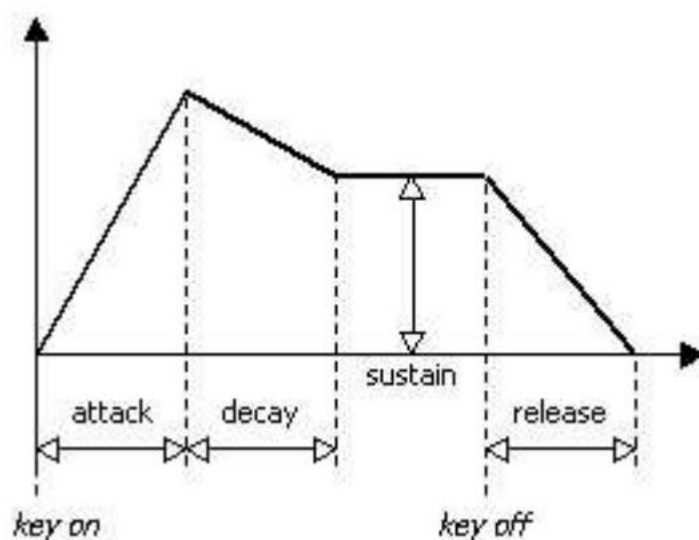


Рисунок 1.7 – Обвідна ADSR

На рис. 1.7 є такі позначки:

- Attack (Атака) – визначає час, потрібний для того, щоб гучність ноти досягла свого максимального рівня;
- Decay (Спадання) – визначає час, протягом якого відбувається перехід від максимального рівня до рівня Затримки (Sustain);
- Sustain (Затримка) – описує рівень звуку, що грає під час утримання клавіші (після того як інші складові: Атака й Спадання уже відіграли);
- Release (Згасання) – визначає час, потрібний для остаточного згасання звучання ноти до нуля, після того як клавіша відпущена.

ADSR обвідна створюється шляхом множення (модулювання) вхідного сигналу з коефіцієнтом масштабу $a(t)$, обумовленого формою ADSR:

$$y(t) = a(t) \cdot x(t). \quad (1.6)$$

Для більш докладного розгляду $a(t)$, перейдемо до векторної форми запису $a(n)$, характерної для дискретних сигналів:

$$a(n) = a^{\sim} + (1 - g) \cdot a(n - 1) \quad (1.7)$$

a^{\sim} – цільове значення (target value);

g – значення підсилення.

Значення параметрів Attack, Decay, Sustain і Release вибираються для відповідних ділянок сигналу, щоб досягти потрібної форми обвідної.

1.5 Ефекти у синтезі звуку

Звук синтезатора за замовчуванням часто відзначається своєю сухістю та електронним відтінком, враженням холодності та нудності, що відрізняє його від звуку традиційних акустичних інструментів. Насупаки, фізична будова акустичних інструментів природно надає їм більш захопливий звук для прослуховування та гри.

Отже, з самого початку створення синтезованого звуку включало в себе використання ефектів для природнішого та цікавішого звучання. Початково ці ефекти були окремими апаратними засобами, використовуваними для подальшої обробки звуку, що створюється синтезатором, для імітації звучання групи інструментів або створення акустичних просторових ефектів через використання ехо або реверберації.

Пізніше зовнішні ефекти були інтегровані безпосередньо в блок синтезатора, а з переходом до цифрового формату замінили аналогові. Головним чином популярним став підхід до післяпроцесінгу, коли ефекти зазвичай застосовувалися в кінці ланцюжка обробки звуку.

Значущим є те, що сучасні ефекти розглядаються як невід'ємна частина звукового продукту, оскільки параметри алгоритму ефекту зберігаються в прошивці, а деякі параметри навіть можуть піддаватися модуляції, подібно звичайним синтезаторним параметрам. Це робить їх справжніми модифікаторами звуку, виконуючи ту саму функцію, яку зазвичай виконують фільтри.

Сучасні архітектури синтезаторів також дозволяють індивідуально налаштовувати обробку ефектів для кожного компонента складеного звуку у вигляді шин передачі/повернення (де загальний ефект розподіляється між всіма компонентами, але з різною інтенсивністю) або як ефекти вставки (де конкретному компоненту призначається визначений ефект з контрольованою силою його впливу на звук).

У наступних розділах наводиться короткий огляд типових ефектів, які часто використовуються в синтезаторі, разом із списком їхніх ключових параметрів. Звісно, існує безліч алгоритмів ефектів, але одночасно активними можуть бути лише деякі з них.

1.5.1 Ефекти з використанням зміни в часовій області

Ефект затримки (Delay) відтворює оригінальний аудіосигнал один або кілька разів, емулюючи відлуння, що повертається від віддаленої поверхні. У його простій формі для керування алгоритмом використовуються лише два параметри: час затримки (інтервал між повтореннями) і зворотний зв'язок для визначення кількості повторень.

Також доступні більш складні варіації ефекту затримки, такі як стереофонічні одиниці із зворотнім зв'язком панорамування, багатоступінчасті моделі (де лінія затримки розділяється на коротші сегменти), параметри, що залежать від зовнішнього темпу сигналу, або параметри, що імітують аналогові стрічкові пристрої або реалізації сегментів з фільтром низьких частот у ланцюгу зворотного зв'язку з невеликою випадковістю в часі затримки.

Реверберація служить для імітації простору природного середовища, включаючи передню затримку, ранні відбиття (відображення розміру приміщення) та згасаючі пізні відбиття в аудіосигналі. Параметри можуть бути використані для визначення типу реверберації (пластина, пружина, стрічка, приміщення), розміру приміщення, часу згасання та текстури середовища (високочастотне приглушення, дифузія). Зазвичай цей ефект використовується в кінці аудіотракту синтезатора, а також може використовуватися як ефект подачі при роботі з мікшерними консолями.

1.5.2 Ефекти з використанням модуляції

Коли довжина лінії затримки регулюється періодичним низькочастотним сигналом, висота тону сигналу з затримкою постійно змінюється від вихідного сигналу. При невеликому часі затримки можна емулювати ефект декількох інструментів, що грають в унісон, що робить звук теплішим, ніж вихідний сигнал.

Таким чином, створюється ефект хору, який часто використовується в синтезаторах з одним осцилятором, щоб зробити звучання більш насиченим. Параметри включають баланс суміші сухого/вологого сигналу, час затримки, глибину модуляції (тобто, наскільки змінюється час затримки), швидкість модуляції (наскільки швидко коливається час затримки між мінімальними та максимальними значеннями), та ширину,

що визначає стереофонічний розподіл ефекту. Удосконалені пристрої мають кілька паралельних ліній або обрані сигнали LFO.

Ефект фленджер схожий на хор, але використовує коротший час затримки та додатковий параметр для зворотного зв'язку. Ефект вібрато можна створити, встановивши параметр суміші на 100% wet. Ефекти амплітудної модуляції включають Tremolo (досягається за допомогою модуляції амплітуди вихідного сигналу LFO, встановленого на імпульсний або трикутний сигнал) та кільцеву модуляцію, де миттєва амплітуда джерела сигналу помножується на інший біполярний сигнал частоти звуку.

Ефект phaser можна створити шляхом змішування вихідного сигналу з сигналом з затримкою, що пропускається через серію фільтрів allpass. Кожна ступінь allpass (зазвичай 4-12) вносить фазовий зсув у сигнал, і весь рядок фільтрів може бути налаштований на отримання спектра з нерівномірним розподілом. Потім генерується характерний динамічний звук фазера, зміщуючи позиції виїмки вгору і вниз у частотній області за допомогою LFO.

1.6 Висновки по розділу 1

У даному розділі було розглянуто важливий аспект синтезу звуку, а саме способи синтезу звуку та вплив ефектів на звучання створеного синтетичного аудіосигналу. Виявлено, що синтетичний звук може викликати враження сухості, холодності та неприродності. Однак додавання різноманітних ефектів дозволяє зробити його більш цікавим і природним для прослуховування.

Розглянуті адитивний та субтрактивний синтези звуку, а також такі ефекти, як затримка, реверберація, хор, фленджер, вібрато та фазер. Виявлено, що кожен з них має свої унікальні характеристики та може бути

використаний для досягнення певних звукових ефектів. Наприклад, затримка може імітувати відлуння, а хор створює враження масовості і насиченості.

Важливим аспектом є інтеграція цих ефектів у синтезатори, яка значно розширює можливості звукотворення. Сучасні архітектури синтезаторів дозволяють гнучко налаштовувати параметри ефектів для кожного компонента звуку.

Отже, ефекти грають важливу роль у формуванні звучання синтезованого звуку, надаючи йому не лише технічні, але й художні якості. Їх використання в синтезаторах є необхідним елементом для створення високоякісних та емоційно насичених музичних творів.

2 ВИКОРИСТАННЯ СИНТЕЗУ ЗВУКУ В СУЧАСНІЙ МУЗИЦІ

2.1 Синтез звуку в творчому аранжуванні

Синтез звуку відіграє невід'ємну та ключову роль у творчому аранжуванні, надаючи музикантам можливість не лише створювати, але і перетворювати звуковий пейзаж відповідно до їхньої власної візі. У цьому розділі ми розглянемо, як синтез звуку впливає на процес аранжування, а також як ці навички розширюють можливості творчості музикантів.

Синтез звуку стає основою для творчого процесу музиканта, відкриваючи безмежні можливості для створення унікальних та емоційно насичених композицій. Це важливо як для композиторів, так і для аранжувальників, які знаходять в синтезі звуку невичерпний джерело виразності та індивідуальності своїх творів.

Створення аранжування вимагає вміння обирати не лише правильні ноти, але й визначати, яким тембром та з якими ефектами ці ноти виконуватимуться. Синтез звуку вносить великий внесок у цей процес, допомагаючи музикантам ефективно виражати свою ідею через обрані звукові характеристики.

Музиканти в сучасному світі великою мірою спираються на синтезатори та ефекти для створення унікальних звукових текстур. Розуміння принципів синтезу звуку дозволяє ефективно маніпулювати цими інструментами та ефектами, розширюючи аудіальні можливості композицій.

Уміння створювати власні звуки вимагає глибокого розуміння фізики звуку. Це знання дозволяє музикантам усвідомлено приймати рішення про те, як кожен звук буде сприйматися слухачем, та як його можна впливати та трансформувати в творчому процесі. Невід'ємно важливою стає роль синтезу звуку у формуванні звукорежисерських

навичок музиканта. Володіння цими навичками підвищує якість музичних міксів, роблячи їх більш прозорими, насиченими та виразними.

2.1.1 Експериментальна музика

Експериментальна музика є захоплюючим жанром, в якому артисти відступають від традиційних музичних норм і використовують синтез звуку для створення аудіальних інновацій. У цьому жанрі використання синтезаторів відбувається на різних рівнях, починаючи від експериментів з основними хвильовими формами та закінчуючи складними звуковими пейзажами. Артисти експериментальної музики використовують широкий спектр технік синтезу звуку, таких як:

- Granular Synthesis: специфічний метод синтезу звуку, що базується на обробці та перемішуванні невеликих фрагментів звукового матеріалу, називаних зернами;
- Modular Synthesis: використання модульних синтезаторів, де різні модулі з'єднуються для створення непередбачуваних звукових результатів;
- Feedback Loops: використання петель зворотного зв'язку для створення невизначених та непередбачуваних звукових коливань.

У своїй основі експериментальна музика – це про імпровізацію та пошук нових звукових рішень. Ці артисти часто включають аудіоексперименти в живих виступах, де кожен концерт може стати унікальним аудіальним дослідженням.

Цей приклад ілюструє, як експериментатори використовують синтезатори для розширення меж традиційної музичної творчості та створення аудіальних вражень, які виходять за рамки звичайного сприйняття музики.

На рис. 2.1 ми бачимо артиста, який працює з синтезатором, одним із популярних інструментів серед експериментаторів.



Рисунок 2.1 – Інструменти саунд-продакшну

Синтезатор дозволяє артистам налаштовувати та контролювати різні параметри звуку у режимі реального часу.

2.1.2 Електронна музика

Електронна музика стала ключовим напрямком сучасної музичної культури, де синтезатори та синтез звуку грають невід'ємну роль в творенні унікальних та експериментальних звукових ландшафтів. У світі електронної музики синтезатори використовуються для:

- створення арпеджіо та секвенцій: арпеджіо в електронній музиці демонструє синтезатор, який використовується для генерації арпеджіо, що характерно для багатьох жанрів електронної музики;
- створення синтетичних звуків: використання синтезаторів для творення унікальних, сучасних та інноваційних звукових текстур;
- моделювання аналогового звучання: використання цифрових синтезаторів для емуляції тепла та характеру аналогових звуків.

Сучасні електронні артисти також використовують різні звукові ефекти для створення унікальних аудіальних вражень. Звукові ефекти в електронній музиці представляє апаратуру для обробки звуку та застосування ефектів під час виступу. Жива електронна музика ілюструє творчий процес, коли синтезатористи та діджеї співпрацюють під час виступу, які зображені на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Фестиваль електронної музики

Ці приклади демонструють, як синтезатори є важливим елементом електронної музики, допомагаючи артистам та продюсерам створювати інноваційні та захоплюючі аудіальні враження.

2.1.3 Техно

Техно музика є одним із найвизначніших жанрів сучасної електронної музики, де синтезатори відіграють ключову роль у створенні характерних ритмів та енергійних звукових пейзажів. У світі техно сучасні цифрові синтезатори використовуються для:

- створення основних басів: основні басы в техно ілюструють використання синтезатора для формування глибокого та різноманітного басового звучання;

– створення комплексних мелодій: мелодії в техно демонструють синтезатор, що використовується для створення виразних та інтригуючих музичних мотивів.

Артисти техно також використовують семпли та лупи, створюючи за допомогою синтезаторів характерні ритмічні структури: ритмічна секція в техно ілюструє використання семплів та синтезаторів для створення динамічних ритмів.

Техно музика знаменита своєю живою виставковою діяльністю. Синтезатори є визначальним елементом техно музики, допомагаючи створювати інтенсивні та захоплюючі звукові ландшафти, характерні для цього жанру. Синтезатор зображений на рис. 2.3.



Рисунок 2.3 – Обладнання техно-діджея

2.2 Висновки за розділом 2

У цьому розділі ми детально розглянули важливість синтезу звуку для будь-якого сучасного музиканта, який прагне високої якості творчого вираження. Зазначили, що процес створення аранжування вимагає не

тільки творчості, але й значної витрати часу на підбір тембрів та їхню обробку ефектами.

Відзначили, що володіння синтезом звуку дозволяє уникнути хаосу вибору пресетів та хаотичного використання мікшерів, що часто виникає у відсутності цих навичок. Вивчили, що вміння створювати власні звуки пов'язане з розумінням основ фізики звуку, що в свою чергу позначається на загальній якості музики.

Також було висвітлено важливість створення власних звукових бібліотек та пресетів як можливості пасивного заробітку. Надали рекомендації стосовно регулярного створення та реалізації цих ресурсів для музикантів, які мають обмежений час або не володіють синтезом звуку.

Цей розділ підкреслює, що розуміння синтезу звуку є необхідним елементом для будь-якого музиканта, щоб усвідомлено керувати своїм творчим процесом та досягти високої якості у музичній творчості.

3 ЗАСТОСУВАННЯ СИНТЕЗУ ЗВУКУ В МУЗИЧНОМУ ДОДАТКУ FL STUDIO

3.1 FL Studio

FL Studio представляє собою цифрову аудіостудію та секвенсор для творення музики. Версія програми вперше з'явилася у 1997 році від компанії Image-Line Software. Ця програма є найбільш визнаною у своєму роді, завдяки високій якості продукту та його легкості використання.

Однією з важливих переваг FL Studio є те, що для користування не обов'язково володіти навичками читання нот. Для запису нот використовується стандартна MIDI-клавіатура, вбудована в програмне забезпечення. Під час введення символів користувач миттєво бачить відповідні ноти, які відповідають введеним символам.

На рис. 3.1 можна побачити головне меню застосунку.



Рисунок 3.1 – Інтерфейс FL Studio

З лівого боку розташована бічна панель, де вибирається різноманітний набір інструментів, тоді як у центрі відображається висота нот, які будуть відтворені на вибраних інструментах.

Модель клавіатури фортепіано має лише символічне значення і використовується лише для легкого уявлення того, що планується відтворити, оскільки вона найбільш ілюстративно демонструє ноти без потреби у нотному листі, це можна побачити на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Заповнення нот у FL Studio

Вище зони для введення нот користувач також спостерігає розділення на такти. Для тих, хто не має досвіду з музичними нотами та їх правилами читання, FL Studio виявиться оптимальним вибором, оскільки відсутність цих знань не заважає ефективній роботі в цій програмі.

Також вельми значущим інструментом є наявність аудіодоріжок та можливість їх об'єднання у часовій шкалі, що зображено на рис. 3.3.



Рисунок 3.3 – Звукові доріжки в FL Studio

Також важливо відзначити обширну колекцію семплів, яка значно перевищує обсяг, що був вказаний у раніше згаданих програмах. Щодо вартості: існує пробний період тривалістю одного місяця, а також можливість придбати повну підписку, що зображено на рис. 3.4.

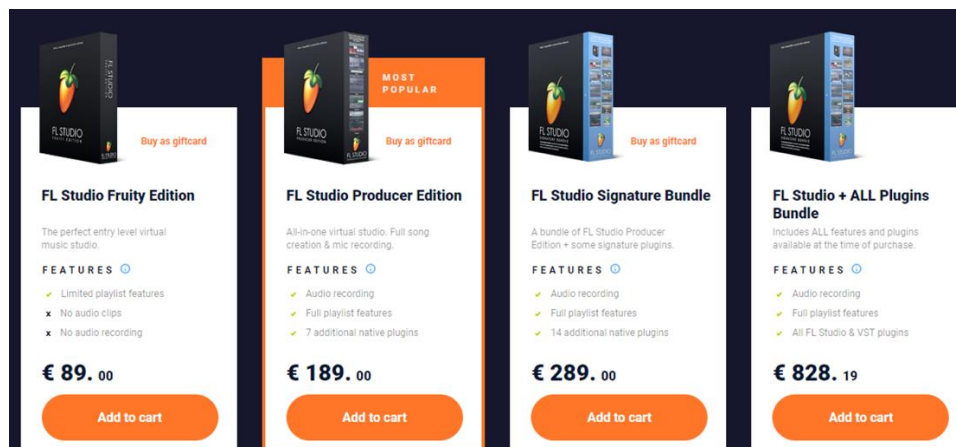


Рисунок 3.4 – Ціни на підписки в застосунку FL Studio

Підсумовуючи, можна стверджувати, що FL Studio виявляється оптимальним вибором для тих, хто має намір творити музику. Завдяки обширній колекції семплів, можна ефективно створювати як академічні, так і сучасні андеграунд музичні твори.

Єдиним можливим недоліком знову-таки може стати вартість, але, у порівнянні з іншими музичними додатками, цей витратний аспект є обґрунтованим.

3.2 Створення композиції в програмі FL Studio

Під час першого відкриття програма FL Studio створює порожній проект, який зображено на рис. 3.5. Далі потрібно виставити темп майбутньої композиції, що зображено на рис. 3.6.

Першою дією під час створення композиції є написання партії ударних (біта). Можна використовувати як вбудовані в програму FL Studio семпли, так і додаткові пакети семплів.



Рисунок 3.5 – Видгляд порожнього проекту



Рисунок 3.6 – Темп або швидкість композиції

Для того, щоб додати потрібні семпли в проект, потрібно вибрати їх у браузері програми в спеціально відведеній для семплів папці "Packs", яка зображена на рис. 3.7.

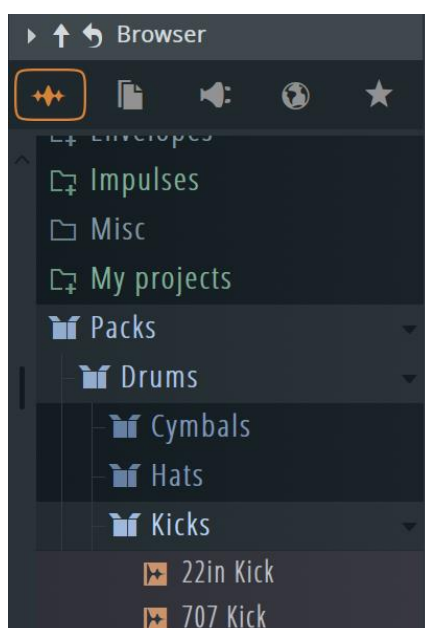


Рисунок 3.7 – Вибір семплів

Наступним етапом було додавання семплів у проєкт шляхом перенесення семпла з вікна браузера в Step sequencer, який зображений на рис. 3.8.



Рисунок 3.8 – Додавання семплів

Для написання партії ударних було використано пакет семплів "OneShot Drums". Після додавання обраних семплів у Step sequencer необхідно призначити кожен з них на свій канал мікшера. Для цього клікаємо лівою кнопкою миші по іконці семпла у вікні Step sequencer.

При цьому з'являється вікно Channel settings. У верхньому правому куті в полі FX вибираємо вільний канал мікшера, який зображено на рис. 3.9.

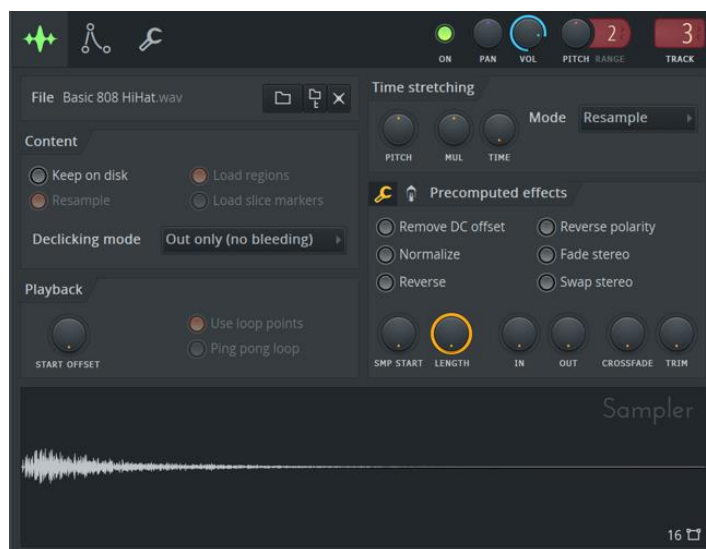


Рис. 3.9 Інтерфейс семплера

Для цього необхідно було клікнути на кнопку у верхньому лівому кутку вікна Channel settings і в меню, що з'явилося, вибрати "Assign free mixer track" (поєднання клавіш Ctrl+L).

У цьому разі семпл призначається на вільний канал мікшера і цей канал автоматично набуває назви семпла, що зображено на рис. 3.10.

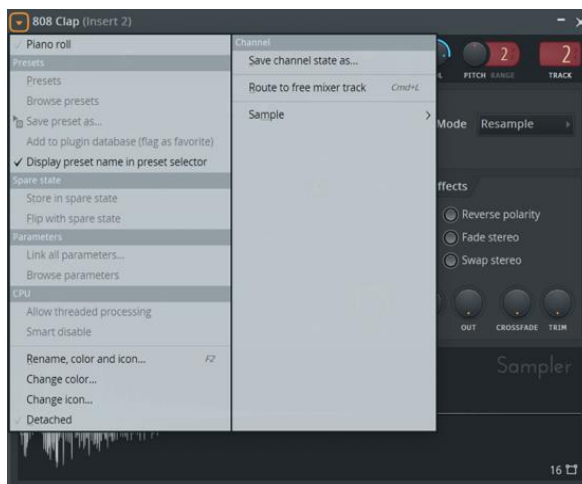


Рисунок 3.10 – Налаштування каналу

Таку процедуру необхідно було виконати з усіма семплами у вікні Step sequencer.

Наступним кроком була зміна кількості тактів у патерні. За замовчуванням кожен новий патерн має 4 такти. Для того щоб виставити більшу кількість тактів необхідно навести курсор миші на лівий верхній кут вікна Step sequencer і за допомогою коліщатка виставити потрібну кількість тактів (до 16-ти). Після цього вікно автоматично змінює масштаб залежно від обраної кількості такті, що можна побачити на рис. 3.11.



Рисунок 3.11 – Кількість тактів в патерні

Далі була прописана партія ударних інструментів. Для цього в робочому полі вікна Step sequencer лівим клацанням миші розставляємо семпли в потрібному порядку, як зображено на рис. 3.12.



Рисунок 3.12 – Партія ударних інструментів

Після цього було обрано наступний патерн і додано VST плагін 3x Osc. Для цього в головному меню потрібно вибрати вкладку "Channels", потім "Add one" і у вікні, що з'явилося, вибрати "3x Osc", який зображено на рис. 3.13.



Рисунок 3.13 – Плагін 3x Osc

Пресет плагіна було змінено на "Brightness 2". У цьому плагіні було прописана партія баса. Для того, щоб відкрити вікно Piano Roll, необхідно натиснути правою кнопкою миші по потрібному плагіну і у вікні, що з'явилося вибрати "Piano Roll", як можна побачити на рис. 3.14.

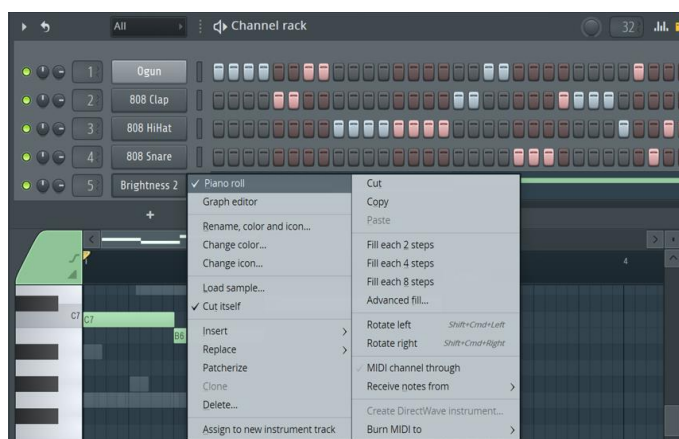


Рисунок 3.14 – Вікно Piano Roll

Після цього у вікні "Piano Roll" лівим клацанням миші було розставлені ноти. Після чого було змінено їхню тривалість. Для цього ноти були розтягнуті в довжину за допомогою лівої кнопки миші, що зображено на рис. 3.15.

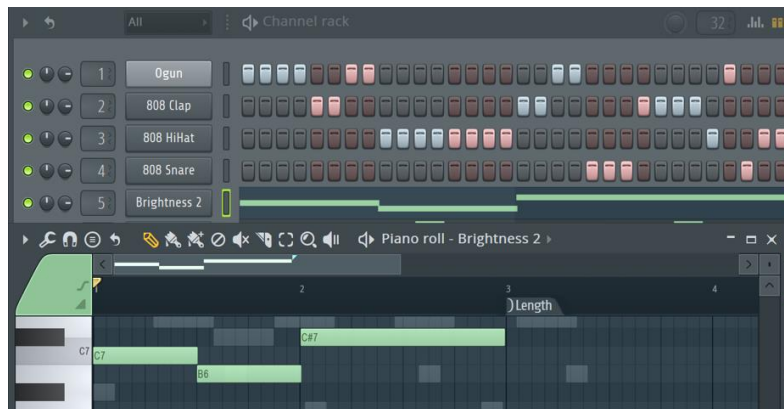


Рисунок 3.15 – Нотна доріжка Piano Roll

Далі було обрано наступний патерн і додано Fruity плагін FLEX. У цьому синтезаторі було використано пресет "Layer". Наступним було додано другий Fruity плагін FLEX і в ньому було обрано пресет "Forward March". Також було додано третій Fruity плагін FLEX із пресетом "Acoustic Piano" і четвертий Fruity плагін FLEX з пресетом "HIP_Kick_2". Для усіх синтезаторів були прописані свої партії, які зображені на рис. 3.16.

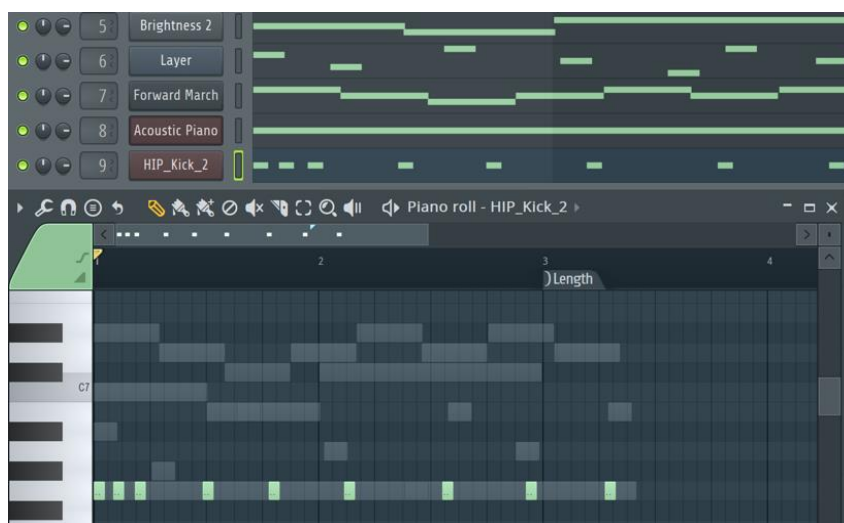


Рисунок 3.15 – Партії синтезаторів

Наступним кроком було перенесення і розстановка створених патернів у вікно Playlist. Для цього потрібно вибрати необхідний патерн і клікнути лівою кнопкою миші на вільний трек у плейлісті. Після цього плейлист має мати такий вигляд, як зображено на рис. 3.17.

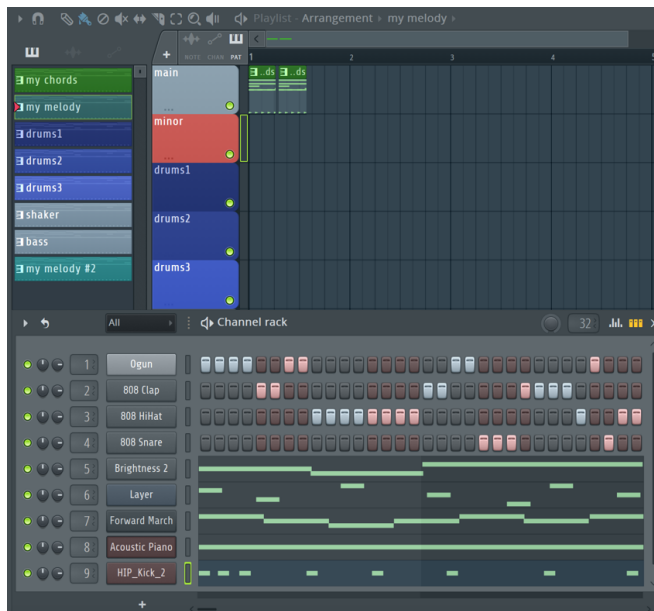


Рисунок 3.17 – Патерн у плейлісті

Потім виставлено патерни в запланованому порядку. Пізніше було додано семпл "Woodwine" з бібліотеки семплів синтезатора "FLEX" і написано партію для нього, його також було вставлено в плейлист, що зображено на рис. 3.18.

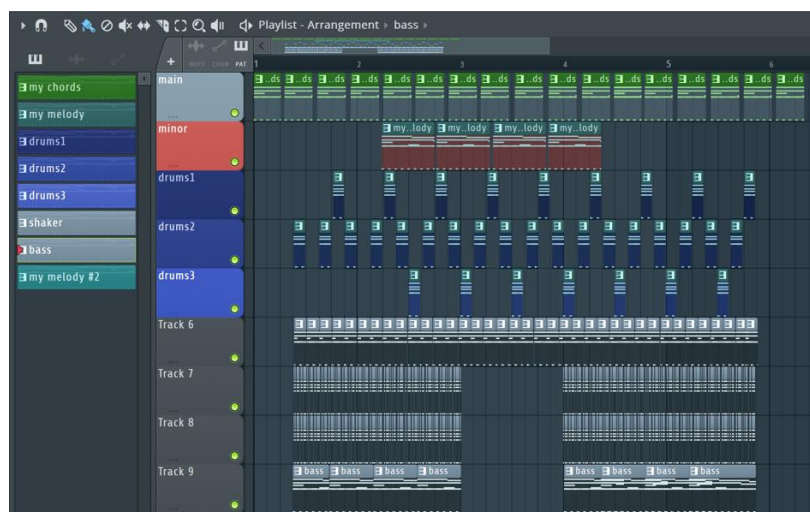


Рисунок 3.18 – Плейліст композиції

Кожному з доданих плагінів було присвоєно окремий канал на мікшері. Усі інструменти було відрегульовано за гучністю, як зображено на рис. 3.19.

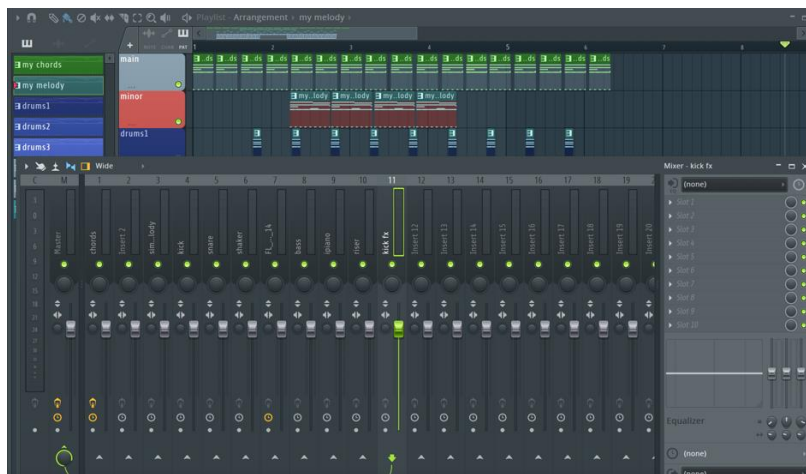


Рисунок 3.19 – Канали гучності

На канали мікшера були накладені вбудовані в програму FL Studio еквайзери "Fruity Parametric EQ 2", "Fabfilter Volcano 2". Для цього в правій частині вікна Мікшер потрібно вибрати одну з 8-ми вільних комірок і в меню, що з'явилося, вибрати потрібний ефект, які зображено на рис. 3.20 та рис. 3.21.



Рисунок 3.20 – Fruity Parametric EQ 2

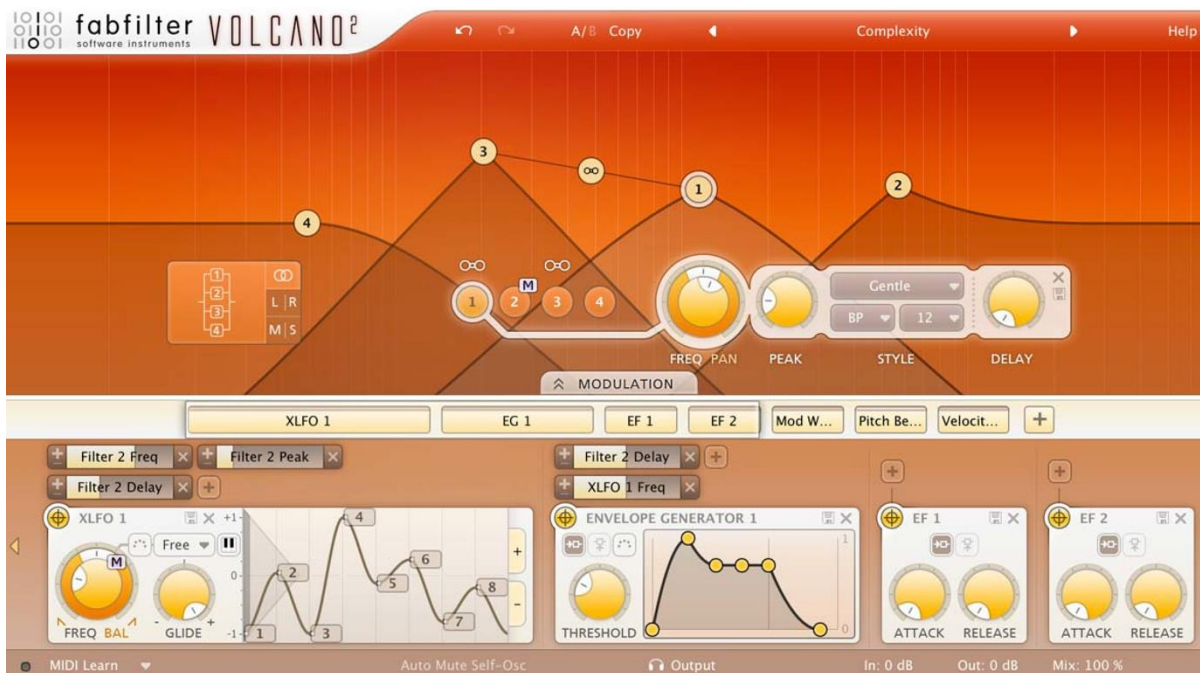


Рисунок 3.21 – Fabfilter Volcano 2

На них були підняті частоти в районі 48 Hz і 4022 Hz. Частоти в районі 532 Hz були трохи знижені, що можна побачити на рис. 3.22.



Рисунок 3.22 – Налаштування частот в Fruity Parametric EQ 2

На канали була призначена реверберація "Fruity Reeverb 2" з пресетом, який зображено на рис. 3.23.



Рисунок 3.23 – Fruity Reeverb 2

Для мастерингу було використано плагін "iZotope Ozone 7" з пресетом. Цей плагін був призначений на канал "Master", що зображено на рис. 3.24.



Рисунок 3.24 – iZotope Ozone 7

Для збереження закінченої композиції було обрано пункт File у головному меню. У меню, що з'явилося, було обрано пункт "Export" і формат для експорту "MP3", що зображено на рис. 3.25.

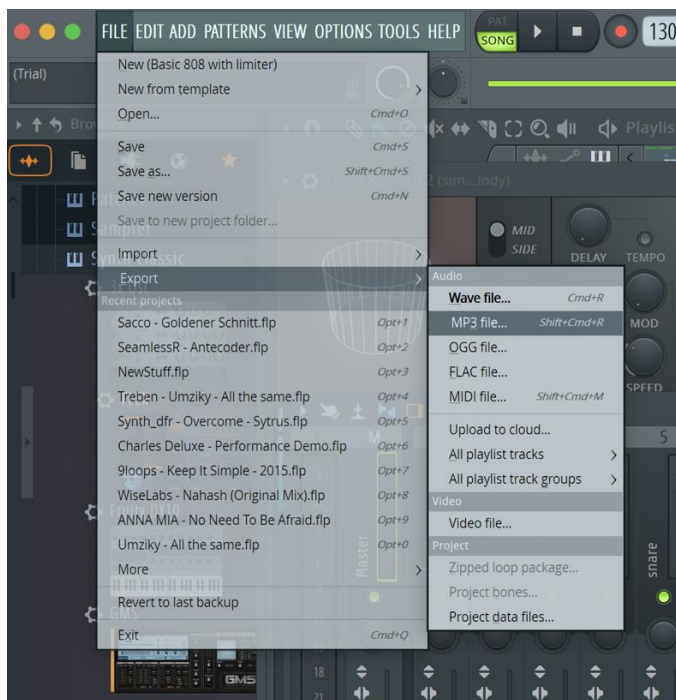


Рисунок 3.25 – Експорт файлу

У вікні, що відкрилося, було вибрано місце розташування підсумкового файлу. У контрольному меню було обрано необхідні параметри для збереження. Потім було натиснуто кнопку "Start", яку зображено на рис. 3.26.

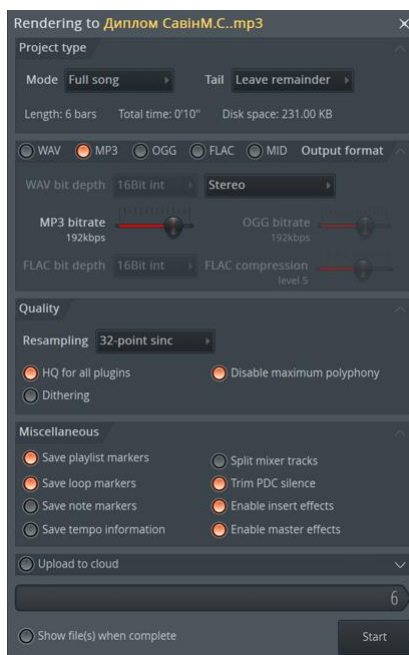


Рисунок 3.26 – Початок експортування

3.2 Висновки по розділу 3

У даному розділі було детально розглянута робота з програмою FL Studio, яка представляє собою потужний інструмент для створення музики. Особливо важливо відзначити той факт, що програма FL Studio дозволяє користувачам творити музику навіть без навичок читання музичних нот. Використання стандартної MIDI-клавіатури та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу робить її оптимальним вибором для тих, хто тільки починає свій творчий шлях у музиці.

Також важливо врахувати багатий арсенал семплів, доступних у програмі, який значно перевищує обсяг інших подібних програм. Розглянуті можливості використання семплів для створення як академічних, так і сучасних андеграунд музичних творів.

Не забуті і аспекти вартості програми, зазначено можливість пробного періоду та придбання повноцінної підписки, що робить її доступною для широкого кола користувачів.

Окрім теоретичної частини, в розділі також докладно описано практичний досвід створення композиції у FL Studio. Передано послідовність кроків від створення порожнього проекту до налаштування та розміщення різних елементів композиції у вікні Playlist. Описано використання різноманітних інструментів та плагінів для створення звукового образу, включаючи додавання ударних, басів та інших інструментів.

Підсумовуючи, розділ не лише аналізує особливості та переваги FL Studio, але й відображає практичний внесок автора в творчий процес, що робить дипломну роботу комплексною та інформативною.

ВИСНОВКИ

Робота освітлює важливий аспект синтезу звуку, досліджуючи різні методи та вплив ефектів на створений синтетичний аудіосигнал. Виявлено, що синтетичний звук може мати різні характеристики, а застосування різноманітних ефектів дозволяє зробити його більш цікавим та природним для прослуховування.

У роботі розглянуті адитивний та субтрактивний синтези, а також ефекти, такі як затримка, реверберація, хор, фленджер, вібрато та фазер. Кожен з цих елементів має свої унікальні характеристики та може бути використаний для досягнення конкретних звукових ефектів.

Велика увага приділена інтеграції ефектів у синтезатори, що розширює можливості звукотворення. Сучасні архітектури синтезаторів дозволяють гнучко налаштовувати параметри ефектів для кожного компонента звуку.

Підкреслено важливість володіння синтезом звуку для музикантів, які прагнуть до високої якості творчого вираження. Розглянуто, що володіння цим процесом допомагає уникнути хаосу вибору пресетів та хаотичного використання мікшерів.

Останній блок детально аналізує використання програми FL Studio, визначаючи її як потужний інструмент для створення музики. Зазначено його доступність для користувачів різного рівня підготовки, що дозволяє навіть початківцям творити музику без навичок читання нот.

Практичний досвід створення композиції у FL Studio детально описаний, підкреслюючи авторський внесок у творчий процес. Робота стала комплексною та інформативною, розглядаючи як теоретичні, так і практичні аспекти синтезу звуку та використання музичного програмного забезпечення.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Curtis Roads, "Microsound" The MIT Press, 2001.
2. Xenakis, Iannis, "Formalized Music: Thought and Mathematics in Composition" Indiana University Press, 1992.
3. Smalley, Denis, "Spectromorphology: Explaining Sound Shapes" Organised Sound, Vol. 2, No. 2, 1997.
4. Schaeffer, Pierre, "Treatise on Musical Objects: An Essay across Disciplines," University of California Press, 2017.
5. Csound. [Електронний ресурс]. URL: <https://csound.com/> (дата звернення 11.12.2023).
6. SuperCollider. [Електронний ресурс]. URL: <https://supercollider.github.io/> (дата звернення 11.12.2023).
7. Roads, Curtis, "The Computer Music Tutorial" The MIT Press, 1996.
8. FL Studio. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.image-line.com/> (дата звернення 11.12.2023).
9. Kartashov, Oleynikov, Zubkov, Koryttsev, Babkin, Sheyko, Kolendovska, "Spatial-temporal processing of acoustic signals of unmanned aerial vehicles", 2020.
10. Рябуха В.П., Карташов В.М. Методы обнаружения-распознавания радиолокационных, акустических, оптических и инфракрасных сигналов беспилотных летательных аппаратов / В.П. Рябуха, В.М. Карташов// Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. — 2020. — Т. 63, № 11. — С. 1–35.
11. Карташов В.М., Харченко О.И., Чумаков В.И. Использование эффекта стохастического резонанса для анализа спектров акустического

излучения малых беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника. (Харьков). — 2019. — Вып. 197. — С. 100-106.

12. Олейников В.Н., Зубков О.В, Карташов В.М., Корытцев И.В., Бабкин С.И., Шейко С.А, Селезнев И.С. Экспериментальная оценка эффективности алгоритмов пеленгования беспилотных летательных аппаратов по акустическому излучению// Радиотехника. (Харьков). — 2019. — Вып. 199. — С. 29-37.

13. Карташов В.М., Олейников В.Н., Колендовская М.М., Тимошенко Л.П., Капуста А.И., Рыбников Н.В. Комплексование изображений при обнаружении беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника. (Харьков). — 2020. — Вып. 201. — С. 120-129.