

АНОТАЦІЯ

Назва дисципліни / освітнього контенту	Практикум роботи в електронній студії (за освітнім ступенем „Бакалавр”)
Освітня програма	Освітньо-професійна програма «Музичне мистецтво. Комп’ютерно-електронна музика»
Компонент освітньої програми	Вибіркова
Загальна кількість кредитів та кількість годин для вивчення дисциплін	18 кредитів / 540 годин
Вид підсумкового контролю	залік: VII, VIII сем.
Мова викладання	українська
Викладач	Ужинський Михайло Юрійович
CV викладача на сайті кафедри	mykhaylo.uzhynskyu@rshu.edu.ua
E-mail викладача	mishykas@gmail.com

Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою курсу «Основи синтезу і семплування звуків» є ознайомлення студентів спеціалізації «Комп’ютерно-електронна музика» з основними видами електронного синтезу звуку, набуття студентами практичних навичок у створенні редагуванні та використанні засобів та ресурсів електронного синтезу звуку в професійній практиці аудіотехнолога.

Завданням вивчення дисципліни є усвідомлення аспектів закономірності звукоутворення різноманітних акустичних феноменів, які є робочим матеріалом професійної звукорежисури, а також пояснення принципів та закономірностей різновидів електронного синтезу звуку та методів їх використання для вирішення сучасних творчих завдань.

Зміст навчальної дисципліни

В результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен набути **компетентності**, які зазначаються у стандарті вищої освіти «Музичне мистецтво» та в освітньо-професійній програмі «Музичне мистецтво. Комп’ютерно-електронна музика».

Загальні компетентності:

- ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК04. Вміння виявляти, ставити та розв’язати проблеми.
- ЗК05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК09. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК14. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Спеціальні компетентності:

- СК05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- СК06. Здатність використовувати професійні знання та навички в процесі
- СК11. Здатність оперувати професійною термінологією.
- СК14. Здатність демонструвати базові навички ділових комунікацій.
- СК17. Здатність застосовувати традиційні і альтернативні інноваційні технології музикознавчої, виконавської, аранжувальної, звукорежисерської педагогічної діяльності.
- СК18. Здатність свідомо поєднувати інновації з усталеними вітчизняними та світовими традиціями у виконавстві, музикознавстві та музичній педагогіці.

Очікувані результати навчання

Після завершення вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен:

знати:

- розробки електромузичного інструментарію на основі синтезованих звуків;
- основні види електронного синтезу звуку;
- основні методи трансформації звуку;
- принцип роботи та експлуатації процесорів на основі семплування;

вміти:

- проводити практичну роботу зі створення алгоритмів з семплованими звуками;
- виявити сутнісні ознаки сучасної музичної культури у вимірах мистецько-технічних взаємодій;
- правильно використовувати засемпловані звуки у творчому процесі;
- виявити комутативні засади електромузичного інструментарію оснований на синтезованих звуках;

бути здатним:

- з'ясувати провідні тенденції історичного розвитку синтезу звуку;
- уникнути й запобігти виникненню нелінійних спотворень;
- опанувати основні методи звукоутворення, трансформації та обробки синтезованого звуку;
- встановити принципи аудіовізуальної взаємодії у контексті семплованих і синтезованих звуків.

Програмні результати навчання:

ПРН01. Демонструвати артистизм, виконавську культуру та технічну майстерність володінням комп'ютерними технологіями на належному фаховому рівні під час діяльності аранжувальника та аудіотехнолога;

ПРН04. Аналізувати музичні твори з виокремленням їх належності до певної доби, стилю, жанру, особливостей драматургії, форми та художнього змісту;

ПРН09. Демонструвати володіння теоретичними та практичними основами аранжування музичних творів для різних виконавців;

ПРН10. Володіти базовими знаннями, практичними навичками організаційної та творчої роботи з різними колективами;

ПРН11. Застосовувати теоретичні знання та навички в редакторській, менеджерській, звукорежисерській практичній діяльності;

ПРН12. Володіти термінологією музичного мистецтва, його понятійно-категоральним апаратом;

ПРН17. Демонструвати аргументовані знання з особливостей музичних стилів різних епох.

Модуль I «Штучне звукове середовище»

Змістовний модуль 1 «Різновиди електронного синтезу звуку»

Тема 1. *«Загальний огляд основних видів електронного синтезу звуку».* Штучні звукові середовища, їх специфіка, умови створення та використання. Загальне ознайомлення зі специфікою різних типів електронного синтезу звуку. До основних видів синтезу розглянутих в курсі відносяться.

1. Адитивний синтез.
2. Субтрактивний синтез.
3. Частотно-модуляційний (FM-синтез).
4. Табличний синтез (DWT-синтез).
5. Віртуально-акустичний синтез (VL-синтез) – метод фізичного моделювання.
6. Семплінг (Sampling).

Аналіз прикладів використання різних видів електронного синтезу звуку в сучасній музичній практиці. Придбання слухацького досвіду щодо диференції різних видів синтезу та їх використання у професійній роботі аудіотехнолога.

Тема 2. *«FM-синтез або частотно-модуляційний вид синтезу».* Частотно-модуляційний вид синтезу (або FM-синтез) будується на принципі модуляції несучої хвилі іншим (корисним) сигналом. Кінцева хвильова форма (тобто сигнал, який сприймає слухач) виникає в результаті перемноження основного (несучого) сигналу, та власне модуляційного.

Складові частини FM-синтезу. Блок-схема FM-синтезатора. Основні модулі:

1. Генератор частоти тону (Oscillator або Operator)
2. Блок фільтрації (Filter)
3. Блок підсилення (Amplifier)

Функція генератора частоти тону полягає у звуковидобуванні основних хвильових форм.

Для створення акустичних феноменів методами FM-синтезу слугують блоки управління спектром та амплітудою сигналу, а саме – блок фільтра та блок підсилення. Блок фільтра впливає на тембр звуку, управляє насиченістю гармонік в основному сигналі та їх гучністю. Блок підсилення управляє амплітудою звукового сигналу від його виникнення до затухання. Управління основними параметрами генератора частоти тону, фільтра та підсилювача здійснюється завдяки обвідним.

Змістовний модуль 2 «Види та типи синтезованого звуку»

Тема 3. «*DWT-синтез або синтез цифрових хвильових таблиць*». Синтез з використанням цифрових хвильових таблиць відрізняється від частотно-модуляційного виду синтезу тільки джерелом хвильового сигналу. У FM-синтезі – це генератор частоти тону, а в DWT-синтезі – це підготований певним чином семпл (зразок) музичного інструменту, записаний в таблицю, що міститься в ПЗУ звукової карти або синтезатору.

Управління параметрами DWT-синтезу аналогічне частотно-модуляційному. Основна відмінність цих двох видів синтезу полягає в більшій натуральності (шляхом оцифровки звуків натуральних інструментів) синтезу цифрових таблиць.

Тема 4. «*VL-синтез або віртуально-акустичний вид синтезу*». VL-синтез (віртуально-акустичний синтез) або синтез методом фізичного моделювання полягає в тому, що для створення звуку використовуються математичні описи фізичних процесів звуковидобування. Це, перш за все, акустичні властивості повітряного стовпа, струни, будь-якого джерела, що породжує звук. Крім джерела звуку математично описується специфіка поверхонь, що відбивають звук і всі процеси, що пов'язані з артикуляцією й іншими характеристиками музичних інструментів.

У порівнянні FM, DWT та VL-синтезу можна констатувати, що останній вид синтезу є найбільш наближеним, внаслідок великої кількості параметрів, які можна контролювати в реальному часі, до натуральних акустичних музичних інструментів. Найбільш адекватним є моделювання духових інструментів завдяки цьому виду синтезу.

Модуль II «Цифрова обробка звукового тракту»

Змістовний модуль 3 «Технології аналогово-цифрових перетворень»

Тема 5. «*Технологія семпсування АЦП/ЦАП*». Семплерні технології стали певною альтернативою більшості видам електронного синтезу. Семплінг (Sampling) є найбільш близьким до синтезу цифрових хвильових таблиць. І в DWT-синтезі і в технології

семпсування використовується в якості основного ресурсу звуковидобування оцифрований акустичний сигнал, оброблений певним чином і введений у ПЗУ інструменту – семплера.

Основні методи роботи з технологією семплінгу полягають у:

1. Запису акустичного сигналу – семплу (sample) (музичного інструменту, шуму тощо);
2. Створенні петлі (або декілька петель) впродовж семплу в вейв-редакторі або в семплері;
3. Введені в постійну (або оперативну) пам'ять інструменту;
4. Трекінг – або розкладка – по клавіатурі інструменту зі збереженням специфіки звучання (врахування формат, амплітуди та частоти натурального вібрата, довжини звучання та ін.).

Семплінг пов'язаний з такими поняттями як аналогово-цифрове та цифро-аналогове перетворення (АЦП/ЦАП). АЦП – це процес переведення акустичного сигналу в цифровий. І навпаки, ЦАП – це процес зворотного відтворення акустичного сигналу з цифрового в аналоговий. АЦП/ЦАП – це також прилад, мікросхема, яка й здійснює вказані перетворення.

Основними параметрами оцифровки сигналу є:

1. Частота семпсування, або *sampling rate* (тобто, безперервний аналоговий сигнал подрібнюється на фрагменти – вибірки сигналу – з певною частотою в заданий інтервал часу). Частота семпсування – це часовий параметр;
2. Глибина семпсування, або *bit rate* (тобто, вибірка сигналу за амплітудною характеристикою). Глибина семпсування – це динамічний параметр звуку.

Частота і глибина семпсування пов'язані зі специфікою слухового апарату людини. Стандартом на сьогодні, що був встановлений за домовленістю фірмами Sony/Philips, є 16-бітний звук з частотою 44.1 кГц, який використовується в цифрових форматах.

Тема 6. *«Хвильові форми. Обвідні. Генератор частоти тону»*. Основними формами хвиль, що є джерелами частотно-модуляційного виду синтезу є наступні:

1. Синусоїда (Sine).
2. Квадрат або меандр (Square).
3. Пилка – висхідна та низхідна (Saw up saw down).
4. Трикутник (Triangle).
5. Шум – білий, рожевий, коричневий (Noise).
6. Форма хвилі з випадковим розподілом гармонік (Randomise wave).

Основні відмінності цих хвильових форм полягають у співвідношенні гармонік у спектрі сигналу. Завдяки різним гармонійним компонентам ми можемо створювати різні за тембром сигнали, а значить і музичні інструменти.

Управління параметрами синтезу здійснюється завдяки використанню обвідних хвиль,

що моделюють процеси виникнення, певного розвитку і затухання звукового сигналу.

На відміну від частотної обвідної, обвідна амплітуди та обвідна фільтру впливають, відповідно, на параметри гучності звуку та темброві характеристики. Основні параметри обвідних є єдиними для всіх форм сигналу. Відмінність амплітудної обвідної від обвідної фільтру міститься в тому, що обвідна фільтру може зміщуватись відносно частоти зрізу (відкриття або закриття) фільтру. Крім того, остання фаза обвідної фільтру – затухання, може не співпадати з амплітудною, а навпаки – розкривати фільтр, добавляючи в спектр затухання сигналу додаткові гармоніки.

Окрім вказаної відмінності зазначимо, що управління обвідною фільтру здійснюється, як і генератором частоти тону, модуляційною обвідною (Modulation generator або Filtr MG), яка впливає на внутрішні “флуктуації”, темброві зміни сигналу, та на часові параметру цієї модуляції, яка управляється обвідною за формою ADSR (Envelope generator або Filter EG).

Основні параметри обвідної:

1. Атака звуку (Attack).
2. Часткове затухання (Decay).
3. Стабільне звучання (Sustain).
4. Остаточне затухання звуку (Release).

Отже, ADSR обвідного формату є базовою для опису основних параметрів звуку, звичайно, з певною корекцією залежно від специфіки конкретного інструменту (обвідна органного типу, обвідні ударних інструментів).

Окрім сусейну, всі параметри обвідної мають дві характеристики – час (time) та рівень (level), які впливають на розвиток сигналу в часі та на амплітуду сигналу (або відповідно на висоту тону або частотно-темброву характеристику).

Генератор частоти тону – це прибор для синтезу основних хвильових форм. Він управляється обвідними, що впливають на модуляцію частоти тону (Modulation generator або Pitch MG) та на часові параметру цієї модуляції, яка управляється обвідною за формою ADSR (Envelope generator або Pitch EG).

Змістовний модуль 4 «Цифрові сигнальні процесори»

Тема 7. *«Ефект-процесори та принципи їх організації».* Цифрова обробка звуку або Digital signal processing – це процес інструментального впливу на основні параметри звукового сигналу. Побутова назва DSP – ефект-процесори. Отже процесори ефектів призначені для впливу на часо-просторові параметри звуку, його темброві та психо-акустичні властивості.

Основні види ефектів:

1. Ефекти на основі затримки цифрового сигналу.

2. Нелінійна обробка сигналів.
3. Артикуляційні ефекти (вокодер, артикуляційна трубка).

Ефекти, що пов'язані з динамічною обробкою сигналу, а саме – компресія, лімітація, еквалізація не розглядаються в нашому курсі. Але вони теж можуть бути застосовані для певного спотворення звукового сигналу (впливати на тембр сигналу, його амплітуду й таке інше).

Тема 8. *«Семплерні процесори ефектів для естрадного вокалу».* Процесор ефектів – програмний або апаратний блок, побудований на використанні DSP і назначений для накладання на сигнал звукових ефектів (відлуння, реверберація – тощо).

Типи реверберації: Halls. Програми цієї групи призначені для емуляції різних концертних залів і великих природних акустичних просторів. Використовуються для різних завдань і особливо добре підходять для обробки оркестрової музики. Rooms. Дані програми призначені для емуляції кімнат і невеликих природних акустичних просторів. Використовуються для завдань постпродакшин, а також для додавання простору сольним інструментам у музичному міксі. Plates. У цій групі зібрані алгоритми, емулюючи характеристики аналогових листових ревербераторів. Особливо добре підходять для багатотрекового запису і “живих” виступів. Ambience. Програми цієї групи додають простір там, де немає потреби використовувати додаткову реверберацію. Використовуються для завдань постпродакшин, а також додають “повітря” для вокалу і сольних інструментів. Spaces. Програми групи призначені для емуляції відкритого рельєфу, як маленьких, так і дуже великих акустичних просторів, так і не існуючих у природі звуків. Використовується для створення спеціальних ефектів. Chambers. Емуляція характеристик класичної акустичної камери. Добре підходять для акустичних інструментів, барабанів і камерної музики.

Тема 9. *«Режими проходження сигналу в процесорах-ефектів»:* Serial – послідовний режим. Кожен з каналів вхідного стереосигналу послідовно проходить обробку у першій, а потім у другій “машині”. Parallel – паралельний режим. Канали вхідного сигналу додаються й обробляються відповідною “машиною” незалежно один від одного. Після цього, стереовиходи кожної з “машин” сумуються у вихідний стереосигнал усього процесора. Dual Mono – подвійний монофонічний сигнал. Кожен з каналів вхідного стереосигналу обробляється як незалежний моносигнал у відповідній “машині”. У результаті на виході приладу ми маємо незалежний моносигнал від кожної з “машин”. Linked – режим об'єднаних машин. Налаштування першої “машини” копіюються в другу, це можливість одночасного та ідентичного коректування двох “машин” одночасно. На виході процесора ми маємо незалежний моно сигнал від кожної “машини”. Dual Input (Split) – режим подвійного входу. Лівий вхід завжди

призначений для першої "машини", правий для другої. Кожен з каналів вхідного сигналу обробляється відповідною "машиною" незалежно від іншого, потім стерео-виходи кожної з "машин" сумуються у вихідний стереосигнал всього процесора. Цей режим варто використовувати для отримання двох різних типів ефектів реверберації й можливості перемикання між ними. Preset Glide – режим плавного переходу. Це різновид послідовного режиму обробки. Його варто використовувати для плавної зміни пресета безпосередньо у момент проходження сигналу. На стереовиході процесора ми отримуємо плавний перехід настрійок першої "машини" у настрійки другої "машини" з використанням ефекту crossfade.

Модуль III «Моделювання штучних акустично-звукових середовищ»

Змістовний модуль 5 «Електромузичний інструментарій на основі синтезованих звуків»

Тема 10. *«Електронні клавішні інструменти – синтезатори».* Поступове удосконалення звукосинтезуючих технологій поставило питання про необхідність переосмислення ролі тембру як індивідуального "відбитка" музичного інструменту. Перші електронні музичні інструменти заклали основу для мультитембральності. Електрооргани (у тому числі й цифрові електрооргани) – розробка Лоренса Хаммонда початку 1950-х років. Електропіано – електромеханічний інструмент (перша розробка Wurlitzer 1954 року). Цифрове піаніно – музичний інструмент на основі попередньо оцифрованого звуку акустичного рояля (розробка Реймонда Курцвейла 1983 року). Синтезатори – 1) синтез необхідних тембрів і нотних секвенцій (розробка Роберта Муга 1964 року), 2) семплування звуків, або створення тембрів, імітуючи тембри звучання реальних музичних інструментів (перша розробка Mellotron). MIDI-клавіатури – клавішні синтезатори без внутрішніх тембрів, їх перевага у простоті, легкості керування – у можливості грати тембрами любого інструменту, звукового модуля або віртуального синтезатора (в комп'ютері) до якого вони підключені.

Тема 11. *«Основні ефекти зміни звукового сигналу».* Ефекти на основі часової затримки звуку. Затримка (deley) – зміщення цифрової копії сигналу в часі, вона може змінюватись з різними інтервалами часу в різних каналах. Може бути застосований зворотний зв'язок (feedback) для ще більшого впливу на сигнал, що затримується. Окремим випадком затримки є сигнал відлуння (echo). Це затримка сигналу, але з поступовим динамічним затуханням кожної цифрової копії.

Реверберація (Reverberation) – віддзеркалення, складний процес, що відбувається зі звуком в приміщеннях різного типу. Реверберація складається з "перезатримки", первинних відлунь та власне реверберації, або ревербераційного "хвоста".

Змістовний модуль 6. «Специфічні процесори обробки звукового тракту»

Тема 12. *«Особливості функціонування електромузичного інструментарію»:*

1. Дісторшн (Distortion) – ефект який виникає з причини перевантаження підсилювача (або звукового тракту) по входу. В результаті спотворення форма вхідного сигналу (вона нагадує пилоподібну форму), що відбивається в негармонічності спектра звукового сигналу.

2. Овердрайв (Overdrive) – ефект подібний до попереднього, але форма сигналу нагадує хвильову форму квадрата й підсилює високочастотні гармоніки спектра сигналу.

3. Хорус (Chorus) – названий так тому, що в результаті його застосування звучання сигналу перетворюється як би у звучання хору чи в одночасне прослуховування декількох інструментів. Схема одержання такого ефекту аналогічна схемі створення ефекту відлуння з тією лише різницею, що затримані копії вхідного сигналу піддаються слабкій частотній модуляції (у середньому від 0,1 до 5 Гц) перед змішуванням із вхідним сигналом.

4. Фленжер (Flanger) – ефект звучання, отриманий шляхом накладення на сигнал зміщених по часу, з невеликою затримкою (до 5 – 15 мс), і модульованих його копій. Часто ефект реалізується з циклічно змінною часовою затримкою. Результатом втілення ефекту є «плаваючий» звук з імпульсивністю частот або хор зі зміненими тембрами копій основного сигналу.

Тема 13. *«Цифрова обробка звуку, процес впливу на інструментарій»* та основні параметри звукового сигналу які призначені для зміни часо-просторових параметрів звуку, його темброві та психоакустичні властивості.

Основні види ефектів:

1. Ефекти на основі затримки цифрового сигналу.
2. Ефекти фазової обробки.
3. Ефектів звуковисотної обробки.
4. Артикуляційні ефекти – вокодер.

Ефекти, що пов'язані з динамічною обробкою сигналу – компресія, лімітація, еквалізація не розглядаються у даному курсі. Але вони теж можуть бути застосовані для певного спотворення звукового сигналу (впливати на тембр самого сигналу, його амплітуду та інше).

Тема 14. Процесори синтезу звуку використовується в сучасній музиці досить широко. Перш за все, в сучасних неакадемічних напрямках музичного мистецтва. Це популярна музика, рок-музика та ін. Крім того, можливість швидко (без залучення акустичних музикантів) змоделювати, синтезувати звук, а потім використати його завдяки комп'ютерним програмам

музичного аранжування, вирішують, певною мірою, проблему затратної сторони творчого процесу і полегшують його в принципі.

Левелер – стабілізує середнє значення рівня. Зміна коефіцієнта передачі у цьому випадку здійснюється з малою швидкістю приблизно 1 дБ/с, а то і менше. В кінцевому результаті стабілізується середнє значення рівня, а прийнятий на слух динамічний діапазон залишається практично незмінним.

Лімітер – виключає перевантаження звукового тракту, або захищає його від спотворень. Під час підвищення порогової межі рівня коефіцієнт передачі швидко (одиниці мілісекунд) зменшується, встановлення проходить досить повільно, щоб слух людини не помітив зміни. В цьому випадку динамічний діапазон сигналу практично не змінюється, але максимальні значення рівня сигналу автоматично «прив'язуються» до верхньої межі динамічного діапазону.

Maximizer (*Sonic Maximizer* розробка фірми BBE 1995 р.): прилад психоакустичної обробки звукового тракту, підтримує фазування визначених частотних діапазонів звукового спектра, динамічно регулює відносний баланс середніх і верхніх частот, покращує “яскравість” і розбірливість кожної із цих частот.