

Київський національний університет театру, кіно і телебачення
імені І. К. Карпенка-Карого
Інститут екранних мистецтв
Кафедра звукорежисури



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної та
навчальної роботи

Інга Чхатарашвілі-Петраш

«09» 09 2025

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЕЛЕКТРОННИЙ СИНТЕЗ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти	другий (магістерський)
спеціальність	В1 Аудіовізуальне мистецтво та медіавиробництво
спеціалізація	В1.04 Звукорежисура
освітня програма	Звукорежисура

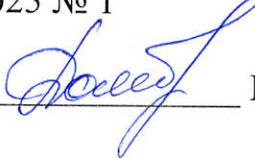
Розробники:

Курбанов Георгій Олександрович – старший викладач, кафедра
звукорежисури, доктор мистецтв.

Викладачі:

Курбанов Георгій Олександрович – старший викладач, кафедра
звукорежисури, доктор мистецтв.

РПНД розглянуто і затверджено на засіданні кафедри звукорежисури
Протокол від 29.08.2025 № 1

Завідувач кафедри  Наталія ДОМБРУГОВА

РПНД погоджено з гарантом освітньої-професійної програми
«Звукорежисура»

Професор, доктор мистецтвознавства  Наталія КОСТЮК
29.08.2025

Пролонговано:

на 2023/2024 н.р.,

Завідувач кафедри  (підпис) ( (ПІ)), протокол від 29.08.2026 № 1

на 20__/20__ н.р.,

Завідувач кафедри _____ (_____), протокол від _____.20__ № ____

на 20__/20__ н.р.,

Завідувач кафедри _____ (_____), протокол від _____.20__ № ____

на 20__/20__ н.р.,

Завідувач кафедри _____ (_____), протокол від _____.20__ № ____

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма навчання
	денна
Характеристика навчальної дисципліни	Обов'язкова
Курс	1
Семестр	1
Кількість кредитів	6
Загальний обсяг годин	180
	Лекції
	24
	Практичні
	24
	Самостійна робота
	132
Вид підсумкового контролю	Залік

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета - формування у здобувачів системи поглиблених науково-теоретичних знань, високотехнологічних практичних навичок та інноваційного художнього мислення у сфері генерації, трансформації та просторово-часового моделювання звукових структур. Дисципліна спрямована на підготовку фахівця, здатного вирішувати нетипові, комплексні завдання саунд-дизайну та електронної композиції в сучасній аудіовізуальній індустрії з використанням передових апаратно-програмних комплексів та методів цифрової обробки сигналів (DSP).

Завдання:

- поглиблене вивчення фізико-акустичних та математичних закономірностей методів звукоутворення (адитивний, субтрактивний, частотно- та фазово-модуляційний (FM/PM), гранулярний, таблично-хвильовий синтез, а також метод фізичного моделювання).
- дослідження еволюції електронного інструментарію та його впливу на естетику сучасної аудіовізуальної культури, музичного мистецтва та кінематографа.
- аналіз архітектури складних синтезаторних систем, включаючи принципи маршрутизації керуючих сигналів (CV/Gate, MIDI, OSC) та модульної інтеграції.
- оволодіння передовими апаратно-програмними засобами синтезу (від класичних модульних і напівмодульних систем до сучасних віртуальних інструментів та VST/AU-плагінів).

- формування навичок алгоритмічної композиції та створення кастомних інструментів генерації звуку в середовищах візуального та об'єктно-орієнтованого програмування (наприклад, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider, Reaktor).
- застосування методів електронного синтезу для конструювання унікальних тембрів, звукових фактур та просторових ефектів у багатоканальних аудіоформатах (Dolby Atmos, Ambisonics).
- стимулювання креативного підходу до розв'язання режисерських завдань шляхом розробки індивідуального звукового почерку та створення авторських бібліотек синтезованих семплів.

Очікувані програмні результати навчання (РН) за дисципліною:

РН2. Уміти використовувати міждисциплінарні підходи для критичного аналізу та вирішення питань, пов'язаних з теорією та практикою аудіовізуального мистецтва та медіавиробництва.

РН3. Володіти методами та організаційними дослідницькими й інноваційними підходами у професійній діяльності.

РН5. Використовувати відповідні дані для прийняття рішень у сфері аудіовізуального мистецтва та медіавиробництва, знаходити необхідну інформацію, аналізувати її та оцінювати за допомогою сучасних методів роботи з даними.

РН6. Вільно володіти іноземною мовою для спілкування усно та письмово в науковій, творчо-виробничій і суспільній діяльності.

РН7. Оцінювати якість аудіовізуальних творів, враховуючи можливі ризики під час їх виробництва

РН10. Розробляти та реалізовувати проекти зі створення та комерціалізації аудіовізуальних творів.

РН12. Займатися популяризацією аудіовізуальних проектів у сучасних медіа.

РН13. Аналізувати аудіовізуальні твори українських та іноземних фахівців, використовуючи сучасні методи та технології для розробки власної авторської концепції.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Розподіл годин між видами робіт						
	денна форма						
	усього	у тому числі					
		Лекції	Семінари	Практичні	Лабораторні	Індивідуальні	Сам. робота
1	2	3	4	5	6	7	8
1 м курс 2-й семестр							
Тема 1. Фізико-технологічні основи звукоутворення: від динамічної модуляції та фазово-часових ефектів до цифрового представлення аудіосигналу.	30	4		4			22
Тема 2. Акустико-фізичні основи звукоутворення: хвильова морфологія, спектрально-часовий аналіз та принципи осциляції	30	4		4			22
Тема 3. Тембральна трансформація та спектральна обробка: архітектура електронних фільтрів, резонансні контури та системи еквалізації	30	4		4			22
Тема 4. Динамічна модуляція, фазово-часова трансформація сигналів та архітектура цифрового аудіо.	30	4		4			22
Тема 5. Психоакустичні технології просторово-тембрального моделювання: спектральний зсув, нелінійний синтез обертонів та алгоритмічна реверберація.	30	4		4			22
Тема 6. Електронна фонограма як художнє ціле. Втілення принципів тембрової драматургії та колористичності в електронний звук. Концепція MIDI.	30	4		4			22
УСЬОГО	180	24		24			132

4. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Фізико-технологічні основи звукоутворення: від динамічної модуляції та фазово-часових ефектів до цифрового представлення аудіосигналу. Лекцію присвячено комплексному аналізу фізико-акустичних закономірностей динамічного формування звуку, електроакустичних технологій просторового моделювання та математичних засад оцифрування сигналів. У межах теми детально досліджується функціонування генераторів обвідної (ADSR) та підсилювачів, керованих параметром або напругою (VCA), як фундаментальних інструментів часової та амплітудної артикуляції і проектування транз'єнтів. Особливу увагу приділено низькочастотній модуляції (LFO) для генерації субтональних періодичних процесів (*вібрато, тремоло, автовау*), що забезпечує складні циклічні зміни спектральних характеристик тембру в часі та керування частотою зрізу фільтраційних систем. Розглядаються фазові характеристики звукових хвиль, явища деструктивної та конструктивної хвильової інтерференції, а також специфіка адитивного електромеханічного синтезу на прикладі органа Хаммонда з його системою фонічних коліс та реєстрових важелів (*drawbars*). Докладно аналізується акустичний кабінет Леслі з його унікальним використанням ефекту Доплера, де за допомогою фізичного обертання ВЧ-ротора та НЧ-барабана створюється тривимірна амплітудно-частотна модуляція в закритому просторі. Досліджується архітектура модульованих ліній затримки (*Delay Line*) та процеси гребінчастої фільтрації, що лежать в основі побудови класичних просторово-часових та фазових ефектів (*хорус, фланджер, фейзер*). Окремий блок присвячено основам цифрового представлення аудіосигналу та архітектурі DSP-процесингу. Вивчаються процеси аналого-цифрового перетворення на засадах теореми Найквіста-Котельникова (Шеннона), зокрема дискретизація за часом, робота аналогових антиаліасингових фільтрів та природа виникнення спектрального накладання (*аліасингу*). Аналізується квантування за амплітудою, розрядність цифрового потоку, математичний розрахунок динамічного діапазону, а також методи мінімізації суб'єктивного сприйняття шуму квантування за допомогою технологій декореляційного дизерингу (*dithering*) та алгоритмів спектрального формування шуму (*noise shaping*).

Основні поняття/ключові слова: Генератор контуру. Поняття про керований підсилювач. Низькочастотна модуляція (LFO). Фейзер (*phaser*). Орган Хаммонда. Акустичний пристрій Леслі. (*Hammond-organ. Leslie cabinet*). Поняття про фазові характеристики звуку. Хорус-ефект; симфонік (*chorus; symphonic*). Лінія затримки, що модулюється. Фланджер (*flanger*). Поняття про цифровий та аналоговий звук. Розрядність та частота дискретизації.

Рекомендована література:

Базова: 1, 3, 8

Додаткова: 1

Тема 2. Акустико-фізичні основи звукоутворення: хвильова морфологія, спектрально-часовий аналіз та принципи осциляції. Лекцію присвячено фундаментальному теоретико-практичному вивченню фізико-акустичних закономірностей генерації звуку та їхньому математичному й комп'ютерному опису. У межах теми глибоко аналізується первинний механізм звукоутворення в класичних акустичних музичних інструментах (струнних, духових, ударних), а також специфіка функціонування природних акустичних резонаторів, що виступає методологічним базисом для розуміння процесів штучного моделювання та електронного синтезу аудіосигналів. Детально розглядається фундаментальна тріада «форма коливань — спектр — тембр» як три взаємопов'язані способи фіксації, математичного представлення та психоакустичної інтерпретації єдиного фізичного явища у часовому, частотному та суб'єктивно-когнітивному доменах сприйняття відповідно. Особливу увагу приділено хвильовій морфології, геометричній структурі та динаміці коливань у просторі й часі. Досліджуються аналітичні математичні моделі та гармонійний спектральний склад періодичних детермінованих коливань, що генеруються електронними чи цифровими осциляторами (синусоїдальна хвиля як фундаментальний чистий тон, пілкоподібна, трикутна та прямокутна/імпульсна хвилі із можливістю широтно-імпульсної модуляції — PWM). Хвильова форма розглядається як розгорнута в часі амплітудна траєкторія звукового коливання, яка безпосередньо визначає кінцевий обертоновий склад тембру. У контексті спектрального аналізу вивчається теорема Фур'є та алгоритми швидкого перетворення Фур'є (FFT) як головний метод розкладання складного сигналу на синусоїдальні складники. Окреслюється класифікація сигналів на періодичні (визначений тон з дискретним гармонійним спектром) та стохастичні неперіодичні коливання (шум із суцільним спектром різної спектральної щільності — білий, рожевий, коричневий). Програма охоплює вивчення фізики та архітектури аналогових і цифрових осциляторів, методів температурної стабілізації частоти в аналогових схемах (VCO), алгоритмів запобігання аліасингу в цифрових генераторах, а також технологій жорсткої та м'якої синхронізації (Hard/Soft Sync). Розглядаються процеси керування початковою фазою генерації та фазовою інверсією. Слухачі аналізують процеси переходу від чистої фізичної осциляції до формування художньо-виражальних тембральних структур, опановуючи навички керування параметрами первинної генерації звуку в модульних та віртуальних синтезаторних системах для вирішення складних художніх та технічних завдань у сучасній звукорежисурі.

Основні поняття/ключові слова: Звукоутворення в акустичних музичних інструментах. Форма коливань, спектр та тембр – три способи фіксації єдиного явища. Осцилятор звукових коливань.

Рекомендована література:

Базова: 2, 7, 9

Додаткова: 3, 5

Тема 3. Тембральна трансформація та спектральна обробка: архітектура електронних фільтрів, резонансні контури та системи еквалізації. Лекцію присвячено детальному теоретичному й практичному вивченню фізико-технологічних засад корекції спектрального складу звукових сигналів та художнім методам їхньої глибокої тембральної трансформації. У межах теми детально аналізується концепція субтрактивного синтезу, де фільтрація виступає головним інструментом моделювання звукової форми через висікання небажаних обертонів із спектрально насичених первинних хвиль. Досліджуються фундаментальні класифікації електронних фільтрів: фільтри низьких частот (LPF), високих частот (HPF), смугові (BPF) та смугообрізні режекторні (Notch) фільтри. Вивчаються їхні ключові технічні параметри — частота зрізу (Cutoff Frequency), крутизна спаду амплітудно-частотної характеристики (вимірювана в децибелах на октаву — 6, 12, 18, 24 dB/oct) та поняття порядку й кількості полюсів фільтра, що безпосередньо визначає акустичний характер, «хірургічну» точність або художню м'якість спектрального втручання. Особливу увагу приділено фізиці резонансних контурів. Вивчається феномен резонансу (Resonance / Q-factor), що створює вузькосмуговий амплітудний сплеск на частоті зрізу фільтра і здатний за максимальних значень переводити аналогову або програмну схему в режим автоколивань (самозбудження). Розглядається архітектура класичних аналогових схем (зокрема транзисторного каскаду Роберта Муга, діодного мосту, топологій Sallen-Key та фільтрів зі змінним станом — State Variable Filter) та природа їхнього нелінійного гармонійного насичення. Паралельно аналізуються математичні алгоритми цифрової фільтрації — фільтри з нескінченною (IIR) та скінченною (FIR) імпульсною характеристикою, а також специфіка виникнення фазових зсувів у цифровому домені. Завершальний блок охоплює архітектуру та топологію сучасних систем еквалізації. Розглядаються шельфові (Shelving), пікові куполоподібні (Bell) типи фільтрів, а також принципи побудови параметричних, напівпараметричних та графічних приладів обробки. Детально аналізується різниця між мінімально-фазовими та лінійно-фазовими (Linear-Phase) системами еквалізації, технології інтелектуальної динамічної еквалізації та психоакустичні аспекти розв'язання частотних конфліктів для досягнення збалансованого та просторово глибокого художнього звучання фонограми.

Основні поняття/ключові слова: Фільтри як механізм трансформації тембру. Резонанс та зворотній зв'язок. Еквалайзери графічний та параметричний.

Рекомендована література:

Базова: 10, 13, 14

Додаткова: 5, 6

Тема 4. Динамічна модуляція, фазово-часова трансформація сигналів та архітектура цифрового аудіо. Змістовий модуль присвячено комплексному теоретико-методологічному аналізу фізико-акустичних закономірностей динамічного регулювання параметрів звукової хвилі, фізиці фазових перетворень та математичним принципам оцифрування аналогових сигналів. У межах теми детально досліджується функціонування багаторежимних генераторів обвідної (ADSR) та електронних підсилювачів, керованих напругою або параметром (VCA), які виступають фундаментальними інструментами для моделювання перехідних процесів (транзієнтів), проектування часового контуру звуку та амплітудної артикуляції в електронному звукосинтезі. Особливу увагу приділено механізмам низькочастотної модуляції (LFO) як методу генерації субтональних періодичних процесів (вібрато, тремоло, автовау). Досліджується вплив низькочастотних коливань на динамічну зміну частоти зрізу фільтрів, висоти тону та загальної амплітуди, що забезпечує складні мікроструктурні тембральні трансформації сигналу в часовому домені.

Важливий розділ теми охоплює вивчення фазово-часових характеристик звукових хвиль та процесів просторового моделювання. Детально аналізуються: явища деструктивної та конструктивної хвильової інтерференції; архітектура модульованих ліній затримки (Delay Line); фізико-математичні засади гребінчастої фільтрації.

Ці процеси є технологічним базисом для побудови класичних просторово-часових та фазових ефектів (хорус, фланджер, фейзер). Окремо розглядається акустичний кабінет Леслі з його унікальним використанням ефекту Доплера, де механічне обертання рупора та ротора створює складну просторову амплітудно-фазову модуляцію, яка трансформує спектральний склад сигналу. Окремий блок присвячено основам цифрового представлення аудіосигналу та системній архітектурі цифрової обробки сигналів (DSP). Вивчаються процеси аналого-цифрового перетворення на засадах теореми Найквіста-Котельникова (Шеннона), зокрема дискретизація за часом, робота аналогових антиаліасингових фільтрів високого порядку та природа виникнення спектрального накладання (аліасингу). Детально аналізується квантування за амплітудою, де розглядається пропорційна залежність між розрядністю (бітністю) цифрового потоку та динамічним діапазоном системи, за якої кожен додатковий біт розширює доступний динамічний діапазон приблизно на шість децибел. Досліджуються методи зниження суб'єктивного сприйняття шуму

квантування за допомогою технологій декореляційного дизерингу (dithering) та алгоритмів спектрального формування шуму (noise shaping). Завдяки вивченню теми магістри опановують навички проектування складних схем модульованих затримок, оптимізації параметрів цифрового тракту та інтеграції аналогових моделей у цифрове середовище для вирішення складних художньо-технічних завдань у сучасній звукорежисурі.

Основні поняття/ключові слова: Генератор контуру. Поняття про керований підсилювач. Низькочастотна модуляція (LFO). Фейзер (phaser). Орган Хаммонда. Акустичний пристрій Леслі. (Hammond-organ. Leslie cabinet). Поняття про фазові характеристики звуку. Хорус-ефект; симфонік (chorus; symphonic). Лінія затримки, що модулюється. Фланджер (flanger). Поняття про цифровий та аналоговий звук. Розрядність та частота дискретизації.

Рекомендована література:

Базова: 14, 17

Додаткова: 8

Тема 5. Психоакустичні технології просторово-тембрального моделювання: спектральний зсув, нелінійний синтез обертонів та алгоритмічна реверберація. Змістовий модуль присвячено поглибленому теоретико-практичному вивченню психоакустичних закономірностей сприйняття звукового простору та тембру, а також інноваційним методам їхнього штучного моделювання. У межах теми досліджуються когнітивні й фізіологічні механізми слухової системи людини, зокрема феномени бінаурального слуху, локалізації джерел звуку у просторі (на основі інтеравральних різниць за часом та інтенсивністю) й закономірності сприйняття критичних смуг слуху. Особливу увагу приділено технологіям спектрального зсуву (Pitch/Frequency Shifting) та формантного моделювання, що дозволяють трансформувати висотну й тембральну основу сигналу без деформації його часових характеристик, імітуючи зміну фізичних розмірів віртуальних звукових об'єктів та резонаторів. Важливий складник модуля охоплює процеси нелінійного синтезу обертонів, які виступають ефективною альтернативою традиційній субтрактивній фільтрації. Розглядаються технології нелінійного насичення спектра через алгоритми вейвшепінгу (Waveshaping), вейвфолдингу (Wavefolding) та контрольованої сатурації (Saturation). Аналізується математична природа збагачення сигналу парними й непарними гармоніками, а також принципи частотної модуляції (FM-синтез) для створення складних інгармонійних тембрів і металевих текстур, що базуються на динамічному розширенні спектрального складу звукової хвилі. Завершальний блок присвячено архітектурі та еволюції алгоритмічної реверберації як головного інструменту відтворення просторових координат у міксі. Детально аналізуються класичні ревербераційні моделі Шредера-Мурера, а також сучасні мережі

затримок зі зворотним зв'язком (Feedback Delay Networks — FDN). Вивчається психоакустичне розділення ревербераційного процесу на ранні відбиття (Early Reflections), що відповідають за локалізацію стін та геометрію кімнати, і пізній дифузний хвіст (Late Tail), який формує відчуття об'єму та акустичного поглинання матеріалів. Магістри здобувають навички побудови тривимірної звукової сцени засобами алгоритмічного просторового процесингу.

Основні поняття/ключові слова: Психоакустичні обробки. Зсув спектру (pitch shifter; harmonizer). Апаратний зсув спектру та його програмна емуляція. Реконструкція обертонів. Овердрайв-ефект. Дисторшн-ефект (overdrive; distortion). Іксайтери (exciter; enhancer). Реверберація. Ревербераційні алгоритми. Поняття про фізичний простір в музиці. Лінія затримки (Delay Line). Проста цифрова обробка, яка моделює ефект відлуння.

Рекомендована література:

Базова: 22, 26, 29, 31

Додаткова: 10

Тема 6. Електронна фонограма як художнє ціле. Втілення принципів тембрової драматургії та колористичності в електронний звук. Концепція MIDI. Змістовий модуль присвячено комплексному дослідженню електронної фонограми як цілісного художньо-естетичного та складноструктурованого технологічного феномену сучасної музичної культури. У межах теми фонограма аналізується не просто як механічна фіксація акустичного процесу, а як автономний художній твір (зокрема крізь призму концепцій акузматичного мистецтва та «звукового об'єкта» П'єра Шеффера), де процеси звукозапису, синтезу, просторового позиціонування та спектральної обробки виступають невід'ємними формотворчими компонентами композиторського задуму. Особливу увагу приділено концепції тембрової драматургії, яка в умовах електронного звукового ландшафту часто перебирає на себе функції традиційного ладогармонічного мислення. Розкриваються системні механізми побудови музичної форми через безперервну еволюцію звукового спектра, динамічну зміну фактурної щільності та часові трансформації тембру, що дозволяє створювати глибокі асоціативні, смислові та емоційні контрасти. У контексті звукової колористичності детально аналізуються специфічні художньо-виражальні властивості штучного звуку:

Мікроструктурне моделювання обертонів;

робота зі стохастичними й шумовими компонентами (кольоровими шумами);

колористичний потенціал просторової локалізації джерел звуку.

Тембр тлумачиться як процесуальна категорія, де маніпуляції з формантними областями, фазою та обвідною амплітуди стають провідними художніми засобами створення індивідуального звукового образу. Технологічна концепція MIDI.

Другий великий розділ присвячено вивченню концепції MIDI (Musical Instrument Digital Interface) як універсального технологічного стандарту та мови комунікації в сучасній комп'ютерній музиці. Досліджується внутрішня архітектура MIDI-протоколу, специфіка передачі дискретних команд (Note On/Off, Velocity, Control Change, Pitch Bend). MIDI аналізується як гнучкий інструмент виконавської артикуляції та автоматизації тембральних параметрів. Окремо розглядаються перспективні вектори розвитку технології, зокрема протокол MIDI 2.0 та технологія поліфонічного експресивного контролю MPE (MIDI Polyphonic Expression), що забезпечують безпрецедентну точність мікротонального та спектрального керування кожним окремим голосом у реальному часі, уможливлуючи повноцінне втілення художніх засад тембрової драматургії в цифровому просторі.

Основні поняття/ключові слова: Художня цілісність фонограми, акустична концептуалізація, просторово-тембральна композиція, звукова картина / саундскейп, драматургічний вектор, морфологія електронного звуку.

Рекомендована література:

Базова: 27, 28

Додаткова: 5

Завдання для практичної роботи та критерії оцінювання

Тема	Завдання	Форма подання	Максимальна кількість балів
Тема 4.	Запропонувати алгоритм усунення фазових проблем, спираючись на аналіз фазових характеристик ліній затримки хорусу. Обґрунтувати використання крос-кросверного розділення частот (Split-processing).	Презентація PowerPoint, Google Slides, Canva тощо	20
Тема 6.	Провести детальний драматургічний аналіз твору. Визначити, за допомогою яких інструментів (зміна щільності спектра, автоматизація формантних фільтрів, просторове віддалення/наближення, впровадження стохастичних шумів) композитор вибудовує композиційну форму та емоційні кульмінації.	Презентація PowerPoint, Google Slides, Canva тощо	20

Критерії оцінювання практичної роботи:

Критерії оцінювання	Кількість балів
Магістр демонструє винятковий рівень володіння матеріалом, системне наукове мислення та творчий підхід. Бездоганне знання фізико-математичних закономірностей цифрового аудіо та теорії модуляції. Вільно оперує формулами динамічного діапазону, частоти Найквіста, алгоритмами дизерингу та кривими рівної гучності. Виявляє глибоке розуміння естетики акузматичної музики та концепції <i>objet sonore</i> П. Шеффера. Пропонує інноваційні, інженерно та економічно обґрунтовані рішення технологічних кейсів. Безпомилково розробляє архітектуру МРЕ-модуляції для колористичного синтезу та алгоритми усунення фазових скасування (гребінчастої фільтрації) при паралельній обробці. Презентація має високу наукову цінність, чітку логічну структуру та бездоганий візуальний супровід. Магістр виявляє здатність до ведення наукової дискусії, аргументовано відповідає на складні запитання аудиторії.	20-18
Магістр виявляє високий рівень компетентності з незначними похибками: Демонструє глибокі теоретичні знання. Проте в аргументації бракує вичерпного математичного обґрунтування другорядних процесів (наприклад, математичного опису архітектури MIDI 2.0 або деталізації поліномів у вейвшепінгу). Термінологія правильна. Кейс вирішено технологічно правильно, запропоновано дієву схему комутації модулів чи обробки сигналу. Проте обраний метод є стандартним для індустрії, без елементів творчого експерименту чи оптимізації навантаження на DSP. Тема розкрита повністю, презентація структурована. Під час дискусії магістр відповідає на запитання, але іноді потребує навідних запитань викладача для уточнення складних фізичних аспектів (наприклад, специфіки роботи всепропускних фільтрів у фейзерах).	17-15
Студент володіє матеріалом на доброму репродуктивному рівні: Правильно описує базові процеси (природу аліасингу, роботу ADSR, концепцію MIDI 1.0). Проте аналіз має переважно реферативний, описовий характер; бракує розуміння причинно-наслідкових зв'язків між технологічним параметром та психоакустичним сприйняттям тембру. Рішення кейса загалом правильне, але містить дрібні архітектурні або розрахункові помилки (наприклад, не враховано вплив фазового зсуву при крос-кросвертній обробці низьких частот або допущено мікрокліппінг сигналу). Доповідь відповідає вимогам, але висвітлює лише загальновідомі факти. Магістр відчуває труднощі під час ведення дискусії, відповіді на запитання мають поверхневий характер.	14-9
Магістр демонструє фрагментарні знання та пасивну участь у роботі: Володіє лише основами матеріалу, припускається грубих помилок у термінології. Плутає поняття аліасингу та гармонійних спотворень, не може пояснити різницю між повідомленнями статусу та даних у протоколі MIDI. Естетичні категорії тембрової драматургії трактує побутовою мовою. Участь у вирішенні кейса є малоактивною. Запропоноване рішення є неповним, містить серйозні прогалини, які в реальній практиці призвели б до критичного погіршення якості фонограми (наприклад, повної втрати моносумісності через фазове скасування). Матеріал презентації не структурований, слайди перевантажені текстом без візуальних схем. Доповідач просто зачитує текст, не здатний відповісти на більшість запитань за темою дослідження.	8-5

Рівень підготовки студента відповідає мінімальним критеріям допуску. Теоретичний блок (Колоквіум): Розуміння теми є поверхневим і хаотичним. Студент спроможний відповісти лише на найпростіші запитання (наприклад, розшифрувати аббревіатуру ADSR або назвати стандартну частоту дискретизації), але не розуміє внутрішньої логіки DSP-процесингу та колористики звуку. Практичний блок (Case Study): Запропонована схема вирішення кейса є непрацездатною. Студент не здатний самостійно скоригувати логіку призначення МРЕ-контролерів чи маршрутизацію модульованих ліній затримки. Доповідь має вигляд хаотичного набору інформації, не пов'язаної з ключовою проблематикою практичної роботи. Магістр повністю відмовляється від дискусії.	4-1
Робота не зараховується. Повна відсутність студента на практичному занятті без поважних причин. Демонстрація повної некомпетентності з усіх питань колоквиуму (відсутність базових знань про звукову хвилю, цифровий сигнал чи MIDI). Виявлення академічного плагіату у представлений доповіді або презентації.	0

5. Методи навчання

1. Вербальні методи організації навчання (лекція, пояснення, розповідь, бесіда, дискусія).
2. Наочні (спостереження, ілюстрація, демонстрація).
3. Практичні (слухання, аналіз, узагальнення, презентація звукового вирішення).
4. Виконання письмових завдань (есе, реферати, звукова експлікація).

6. Завдання для самостійної роботи та критерії оцінювання

Тема	Завдання	Форма подання	Максимальна кількість балів
1.	Дослідити зв'язок між геометричною формою періодичних коливань та їхнім обертоновим складом у часовому й частотному доменах, а також проаналізувати феномен цифрового аліасингу.	Презентація PowerPoint, Google Slides, Canva тощо	10
2.	Вивчити вплив різних топологій аналогових і цифрових фільтрів на фазово-частотні характеристики (ФЧХ) звукового сигналу та визначити природу нелінійних гармонійних спотворень за високого рівня резонансу.	Презентація PowerPoint, Google Slides, Canva тощо	10
3.	Опанувати методи генерації складних спектрів шляхом нелінійного викривлення робочої точки сигналу та за допомогою операторного частотного синтезу.	Реферат у форматі PDF або Word	10
4.	Створити у віртуальному середовищі модульовану лінію затримки (Delay Line), де час затримки коливається під впливом низькочастотного осцилятора (LFO).	Презентація PowerPoint, Google Slides, Canva тощо	10
5.	Спроекувати віртуальну модель акустичного простору на основі ліній затримок та всепропускних фільтрів, досліджуючи когнітивні механізми сприйняття об'єму приміщення.	Презентація PowerPoint, Google Slides, Canva тощо	10
6.	Створити багатовимірне звукове полотно (електронну фонограму як художнє ціле), реалізувавши принципи колористики та тембрової драматургії за допомогою сучасних протоколів поліфонічної експресії.	Презентація PowerPoint, Google Slides, Canva тощо	10

Критерії оцінювання самостійної роботи:

Критерії оцінювання	Кількість балів
Магістр демонструє винятковий рівень підготовки та творчу ініціативу. Презентація виконана на високому академічному рівні. Студент бездоганно оперує термінологією, детально описує математичну та фізичну природу явищ. Створені патчі (у VCV Rack, Max/MSP або DAW) мають бездоганну, логічну та оптимізовану архітектуру. Сигнал чистий, відсутні небажані цифрові кліппінги та випадкові фазові скасування. Чітко простежується концепція тембрової драматургії та колористичності. Використання технологій (наприклад, MPE) має яскраве художнє виправдання. Презентація або реферат структуровані, містять точні та інформативні скріншоти спектроаналізаторів, осцилограм та схем комутації. Аудіоілюстрації подано у високій роздільній здатності (lossless-формати WAV/AIFF) з ідеальним технічним балансом.	10-8

Виявлено глибоке розуміння теми, проте в науковому звіті бракує детального опису другорядних фізико-математичних процесів чи психоакустичних закономірностей. Патчі є повністю працездатними та стабільними. Проте схемотехніка цифрового тракту могла б бути оптимізованішою (наприклад, спостерігається надмірне навантаження на CPU через неефективну комутацію). Звуковий матеріал виразний, проте творчі рішення є стандартними для індустрії, без яскравих інноваційних експериментів. Презентація оформлена відповідно до вимог, але графічний матеріал або аудіоприклади мають поодинокі дрібні недоліки (наприклад, незначні похибки в розмітці шкал на графіках спектрів або надто короткі аудіодемо). Тембри та просторові плани змодельовано технічно правильно, але темброва драматургія розвинена слабо, звукове полотно є монотонним.	7-5
Розуміння психоакустичних чи фізичних процесів є фрагментарним. Студент припускається помилок у поясненні фундаментальних теорій (наприклад, плутає аліасинг із гармонійними спотвореннями). Створений патч працює, але з помітними технічними помилками: некоректна маршрутизація сигналів керування, нестабільна генерація частот, наявність виражених артефактів цифрового спотворення. Звуковий дизайн не узгоджений з естетичними принципами колористики, структура тембру є хаотичною або бідною. Аудіоілюстрації записані з помилками (наприклад, помітний технічний шум або перевантаження каналу). Художня цінність звукового матеріалу практично відсутня; синтез звуку є хаотичним набором частот без тембральної еволюції чи просторового позиціонування.	4-2
Робота оформлена недбало, порушено структуру наукового звіту, технічні параметри аудіодемо не відповідають вимогам професійної звукорежисури. Не виконано понад 50% вимог практичного чи теоретичного завдання. Створені патчі не функціонують (відсутній вихідний аудіосигнал або порушено базову логіку комутації). Виявлено ознаки плагіату чи використання чужих патчів/звітів без власного внеску. Роботу не надано на перевірку у встановлений термін без поважних причин.	1-0

Відповідно до [Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих у процесі формальної, неформальної та/або інформальної освіти](#) Університету, здобувач має право зарахувати результати навчання, якщо вони підтверджені офіційними документами (дипломом, сертифікатом, свідоцтвом тощо). Це можуть бути результати, отримані під час участі в онлайн чи очних курсах, програмах обміну, конференціях, тренінгах, семінарах, лекціях, майстер-класах, літніх чи зимових школах, бізнес-школах, стажуваннях та інших освітніх заходах.

У межах цієї дисципліни здобувач може подати документи для визнання результатів неформальної освіти за окремими темами. Якщо такі результати підтверджені сертифікатом чи іншим документом, вони зараховуються як виконання завдань для самостійної роботи.

Освітні курси, за проходження яких можна отримати перезарахування, знаходяться на платформі:

- [Prometheus](#)
- [EdEra](#)
- [Coursera](#)

7. Форми проведення контролю та критерії оцінювання

Оцінювання рівня знань здобувачів включає поточний і підсумковий контроль. Поточний контроль має на меті оцінити роботу здобувачів за всіма видами аудиторної роботи (лекції, практичні заняття) та відображає поточні навчальні досягнення здобувачів в освоєнні програмного матеріалу дисципліни. Підсумковий (семестровий) контроль є інтегрованою оцінкою засвоєння знань здобувачів у вигляді семестрового заліку.

При викладанні дисципліни використовуються такі методи контролю:

поточний контроль (ПК) - включає диференційований та об'єктивний облік результатів освітньої діяльності здобувачів щодо засвоєння теоретичних знань (усне опитування, обговорення проблемних питань тощо) та уміння практичного вирішення завдань на практичних заняттях та під час самостійної роботи здобувачів. Поточний контроль передбачає максимально - 100 балів;

підсумковий семестровий контроль (ПСК) □ залік, за підсумками роботи в семестрі (за результатами поточного контролю).

8. Розподіл балів, які отримують студенти

1 курс 2 семестр

Вид роботи	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Всього
Практичні заняття				20		20	40
Самостійна робота	10	10	10	10	10	10	60
Кількість балів за темою	10	10	10	30	10	30	100

Шкала відповідності оцінок

Оцінка за стобальною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	Значення оцінки	Рівень Компетентності
90 – 100	A	Відмінно – відмінний рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу з можливими незначними недоліками	Високий (творчий)
82 – 89	B	Дуже добре – достатньо високий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу без суттєвих (грубих) помилок	Достатній (конструктивно-варіативний)
74 – 81	C	Добре – в цілому добрий рівень знань (умінь) з незначною кількістю помилок	
64 – 73	D	Задовільно – посередній рівень знань (умінь) із значною кількістю недоліків, достатній для	Середній (репродуктивний)

		подальшого навчання або професійної діяльності	
60 – 63	Е	Достатньо – мінімально можливий допустимий рівень знань (умінь)	
35 – 59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання – незадовільний рівень знань, з можливістю повторного перескладання за умови належного самостійного доопрацювання	Низький (рецептивно-продуктивний)
0 – 34	F	Незадовільно з обов’язковим повторним вивченням курсу – досить низький рівень знань (умінь), що вимагає повторного вивчення дисципліни	

9. Рекомендована література

Базова:

1. Бондаренко, А. І. (2021). Інтерактивні системи звукового синтезу в реальному часі. Музичне мистецтво і культура, 32, 45–57.
2. Коваленко, М. В. (2024). Архітектура цифрових аудіоформатів: від PCM до багатоканальних систем просторового звуку. Сучасне мистецтво, 20, 154–163.
3. Крейденко, О. П. (2022). Естетика електронної фонограми в контексті розвитку цифрових аудіотехнологій. Часопис Національної музичної академії України імені П. І. Чайковського, (54), 87–99. h
4. Пушкар, О. В. (2021). Розвиток електронного музичного інструментарію: від перших аналогових моделей до віртуального синтезу. Культура і сучасність, (2), 112–118.
5. Рябцев, С. В. (2022). Алгоритми цифрового синтезу та обробки звуку в сучасних DAW. Музична Україна.
6. Самойленко, О. С. (2023). Темброва драматургія в електронній музиці епохи постмодерну. Українська культура: минуле, сучасне, шляхи розвитку, 42, 108–115.
7. Шкурган, Р. М. (2023). Моделювання просторових характеристик звукового поля засобами сучасного цифрового звукосинтезу. Акустичний вісник, 26(1), 32–41.
8. Bilbao, S., & Harrison, R. (2023). Finite difference time domain physical modeling of acoustic instruments. Journal of the Audio Engineering Society, 71(4), 182–195. h
9. Chowning, J. (2021). Fifty years of frequency modulation synthesis. Computer Music Journal, 45(1), 12–25.
10. Collins, N. (2023). Handmade Electronic Music: The Art of Hardware Hacking (3rd ed.). Routledge.
11. d'Esquivan, J. (2022). Creative sound design with virtual modular platforms. Journal of Music, Technology & Education, 15(1), 55–71.

12. Emmerson, S. (2022). *Living Electronic Music: Evolving Technologies and Aesthetics* (2nd ed.). Routledge.
13. Esler, R. (2022). Spatialisation and tactile feedback in modular synthesizer performance. *Organised Sound*, 27(1), 45–56.
14. Farnell, A. (2022). *Procedural Audio for Interactive Media and Game Design*. MIT Press.
15. Higgins, L., & Varga, J. (2023). *Digital Synthesizer Architectures (1995–2025)*. Velocity Press.
16. Holmes, T. (2025). *Electronic and Experimental Music: Technology, Music, and Culture* (7th ed.). Routledge.
17. Lazzarini, V. (2021). *Computer Music Instruments: Foundations, Design and Development*. Springer.
18. Lazzarini, V. (2023). *Sound Synthesis and Signal Processing with Csound*. Springer.
19. Lazzarini, V., Yi, S., Fitch, J., & Heintz, J. (2022). Designing modular software instruments with Csound. *Journal of Software Engineering for Audio*, 5(1), 14–29.
20. Lysenko, O. V. (2022). Psychoacoustic aspects of synthesized timbre perception in spatial audio environments. *International Journal of Acoustic Research*, 14(2), 75–84.
21. Manning, P. (2021). The history of software synthesis: From Music N to modern virtual instruments. *Organised Sound*, 26(2), 211–222.
22. McAdams, S., & Goodchild, M. (2022). Timbre as a structuring force in 21st-century music. *Music Theory Spectrum*, 44(1), 89–105.
23. Miranda, E. R. (2021). *Handbook of Artificial Intelligence for Music: Foundations, Advanced Query, and Case Studies*. Springer.
24. Pinch, T., & Trocco, F. (2021). The legacy of analog synthesis in the digital age. *Social Studies of Science*, 51(2), 241–256.
25. Puckette, M. (2023). Designing control structures for real-time audio synthesis. *Computer Music Journal*, 47(2), 34–46.
26. Roads, C. (2023). *The Computer Music Tutorial* (2nd ed.). MIT Press.
27. Russ, M. (2021). *Sound Synthesis and Sampling* (4th ed.). Focal Press.
28. Seras, X., & Smith, J. O. (2023). Deterministic plus stochastic spectral modeling of synthesizer transients. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 71, 1422–1434.
29. Shepard, B. (2022). *Refining Sound: A Practical Guide to Synthesis and Synthesizers* (2nd ed.). Oxford University Press.
30. Smith, J. O. (2022). *Physical Audio Signal Processing: For Virtual Musical Instruments and Audio Effects* (3rd ed.). W3K Publishing.
31. Smith, J. O. (2023). *Spectral Audio Signal Processing with Applications in Fourier Analysis*. W3K Publishing.
32. Valimaki, V., & Bilbao, S. (2021). Virtual analog synthesis: A review of digital models for analog circuits. *IEEE Signal Processing Magazine*, 38(3), 102–114.
33. Wishart, T. (2024). *On Sonic Art* (3rd ed.). Routledge.
34. Zeiner-Henriksen, H. T. (2022). Rhythmic and spectral salience in electronic dance music synthesis. *Dancecult: Journal of Electronic Dance Music Culture*, 14(1), 44–61.

35. Zvonar, R. (2022). Multichannel sound spatialization techniques in live electronic performance. *Journal of New Music Research*, 51(3), 201–215.

Додаткова:

1. Лісіцький, Є. Л. (2017). Модульний синтез звуку.
2. Маринін, А. Є. (2021). СИНТЕЗ ЗВУКУ ЯК ТВОРЧА ТЕХНОЛОГІЯ.
3. Рязанцев, Л. В. (2015). Синтез звуку і зображення та функції мови у фільмі. *Культура і мистецтво у сучасному світі*, (16), 177-184.
4. Папченко, В. (2019). Синтез звуку і кінематограф: концептуальні взаємодії. *Науковий вісник Київського національного університету театру, кіно і телебачення імені ІК Карпенка-Карого*, (24), 118-123.
5. Повелиця, О. О. (2023). Синтез звуку в задачах ігрової індустрії.
6. Савін, М. С. (2023). Методи синтезу звуку при створенні сучасних музичних композицій.
7. Савін, М. С. (2023). Методи синтезу звуку при створенні сучасних музичних композицій.
8. Письменний, А. (2025). Використання машинного навчання для синтезу звуку та налаштування параметрів звукової доріжки на основі текстових описів.
9. Снісар, А. В. (2023). Дослідження ефективності застосування генеративних методів штучного інтелекту до синтезу звуку.
10. Дуда, О. О. (2024). Створення аудіокниг засобами штучного інтелекту.