

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ КЕРІВНИХ КАДРІВ КУЛЬТУРИ І МИСТЕЦТВ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПЕРФОРМАТИВНИХ МИСТЕЦТВ
КАФЕДРА МУЗИЧНОГО ПРОДАКШНУ ТА ЗВУКОРЕЖИСУРИ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор
Валерій МАРЧЕНКО

«29» серпня 2025 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ЗАСАДИ ЗВУКОРЕЖИСУРИ
для здобувачів вищої освіти

Галузь знань	В Культура, мистецтво та гуманітарні науки
Спеціальність	В5 Музичне мистецтво
Освітній рівень	перший (бакалаврський)
Освітня програма	«Звукорежисура»
Вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна, заочна
Навчальний рік	2025/2026
Кількість кредитів ECTS	5/150
Мова викладання, навчання й оцінювання	українська
Форма підсумкового контролю	екзамен

Розробник:

Белявн Володимир Федорович, кандидат технічних наук, доцент,
заслужений винахідник України, доцент кафедри музичного продакшну та
звукорежисури

ЗАТВЕРДЖЕНО:

В.о. завідувача кафедри

музичного продакшну та звукорежисури

Протокол № 1 від «26» серпня 2025 р.

Валентина ГРИЩЕНКО

ПОГОДЖЕНО з гарантом освітньої програми «Звукорежисура»

Гарант освітньої програми

Валентина ГРИЩЕНКО

© Белявн В.Ф., 2025

© НАКККіМ, 2025

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Анотація (опис) навчальної дисципліни (зокрема міждисциплінарні зв'язки).

Навчальна дисципліна «Науково-технічні засади звукорежисури» передбачена ОП «Звукорежисура» спеціальності В5 Музичне мистецтво першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Відповідно до навчального плану навчальна дисципліна є обов'язковою і вивчається здобувачами вищої освіти на 1-му курсі у 2 семестрі.

Формою підсумкового контролю є екзамен. Загальна кількість годин – 150 годин (кредитів ЄКТС – 5).

Денна форма: контактні години: лекційні – 26 год., практичні – 24 год.; модульний контроль – 10 год., для самостійної роботи здобувачів визначено 90 год.

Заочна форма: контактні години: лекційні – 6 год., практичні – 6 год.; модульний контроль – 2 год., для самостійної роботи здобувачів визначено 136 год.

Навчальна дисципліна є важливою, оскільки підготовка фахівців ХХІ століття в усіх видах музичної творчості (музикознавців, звукорежисерів, виконавців, композиторів) без урахування досягнень науково-технічної революції, що дозволила отримати принципово нові результати і відкрити нові можливості в музичних науках і мистецтві, виявилася неможливою.

Навчальна дисципліна «Науково-технічні засади звукорежисури» має міждисциплінарний зв'язок із такими обов'язковими дисциплінами, як «Звукорежисура», «Музично-інформаційні технології», «Інструментознавство» «Аудіовізуальне продюсування», «Звукотехнічна апаратура».

2. Мета дисципліни – ознайомити здобувачів з основними найважливішими математичними, фізичними та акустичними поняттями та методами, що необхідні для формування їх як технічно грамотних конкурентоздатних спеціалістів-звукорежисерів, опанування компетентностями з науково-технічних основ звукорежисури.

Завдання:

- набути знань щодо основних історичних етапів розвитку вчення про звук;
- оволодіння такими поняттями вищої математики, як похідна та диференціал, інтегральна сума та інтеграл різних видів, ряди та інтеграл Фур'є як основа гармонійного аналізу та розуміння сучасних технологій опрацювання звуку;
- оволодіння основами кінематики та динаміки з використанням диференціальних форм запису рівнянь;
- оволодіння основами теорій механічного гармонійного коливання та розповсюдження звукових хвиль;
- набуття уявлень уявляти про сутність звуку та розповсюдження хвиль на основі теорії гармонійного коливання, знання взаємозв'язку параметрів хвильового процесу стосовно до звуку та розповсюдження звукових хвиль;

- оволодіння основами молекулярної теорії, з використанням апарату диференціального та інтегрального обчислень, з акцентуванням на закони формування звукового поля в закритих приміщеннях;
- засвоєння основних фізико-математичні та акустичних характеристик музичних звуків та інструментів;
- набути знання з психофізики звукового сприйняття звуків людиною; вивчити системи звукоутворення та акустичні характеристики музичних інструментів, мови та вокального співу;
- засвоїти методичні принципи спектрального аналізу звукових коливань; ознайомитись з сучасними засобами електронного створення музики.

4. **Компетентності**, яких набуває здобувач при вивченні дисципліни відповідно до освітньої програми

Інтегральна компетентність :

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання та практичні проблеми у галузі музичної професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування системи інтегрованих художньо-естетичних знань з теорії, історії музики, педагогіки та виконавства та характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК4. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК8. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК9. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК12. Здатність працювати автономно.

ЗК14. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК15. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

Спеціальні (фахові) компетентності (СК) :

СК6. Здатність використовувати професійні знання та навички в процесі творчої діяльності.

СК11. Здатність оперувати професійною термінологією.

СК13. Здатність використовувати широкий спектр міждисциплінарних зв'язків.

5. Програмні результати навчання:

ПРН6. Демонструвати спроможність до самостійного дослідження наукової проблеми в галузі музичного мистецтва та написання роботи відповідно до вимог, готовність дискутувати і аргументувати власну позицію.

ПРН11. Застосовувати теоретичні знання та навички в звукорежисерській практичній діяльності.

ПРН15. Демонструвати музично-теоретичні, культурно-історичні знання з музичного мистецтва.

ПРН18. Виявляти, генерувати і впроваджувати креативні ідеї в професійну діяльність.

Програма навчальної дисципліни складається з п'яти модулів:

- Модуль 1. *Основні історичні етапи розвитку вчення про звук*
 Модуль 2. *Основні фізико-математичні, акустичні та музичні поняття теорії звуку*
 Модуль 3. *Особливості сприйняття слухом людини акустичного сигналу*
 Модуль 4. *Основні акустичні параметри концертно-театральних приміщень*
 Модуль 5. *Принципи спектрального аналізу акустичних сигналів на основі рядів та інтегралів Фур'є*

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

денна форма навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин				
		денна форма				
		усього	у тому числі			
л.	пр.		м.к.	с.р.		
МОДУЛЬ 1. ОСНОВНІ ІСТОРИЧНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ ВЧЕННЯ ПРО ЗВУК						
1.1	Вступ до дисципліни. Античний період та епоха Відродження. Початок вчення про звук	9	2	2		5
1.2	Основні науково-технічні досягнення вчених Європи XVIII та XIX століть у вченні про звук	9	2	2		5
1.3	Вивчення звуку у XX та XXI століттях	10	1	1		8
	Модульний контроль	2			2	
	Разом за модуль 1	30	5	5	2	18
МОДУЛЬ 2. ОСНОВНІ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ, АКУСТИЧНІ ТА МУЗИЧНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ ЗВУКУ						
2.1	Основні фізико-математичні та акустичні поняття теорії звуку	7	2	2		3
2.2	Модель гармонійного коливання. Функція синусоїди	7	1	1		5
2.3	Основні музичні поняття теорії звуку. Музична висота тону. Інтервали. Критичні смуги.	7	2	1		4
2.4	Логарифмічна функція. Закони Вебера-Фехнера та Стівенса.	7	1	1		5
	Модульний контроль	2			2	
	Разом за модуль 2	30	6	5	2	17
МОДУЛЬ 3. ОСОБЛИВОСТІ СПРИЙНЯТТЯ СЛУХОМ ЛЮДИНИ АКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ						
3.1	Гучність. Рівень гучності акустичного сигналу	7	2	2		3
3.2	Звуковий тиск акустичного сигналу	7	1	1		5
3.3	Сприйняття тембру акустичного сигналу	7	1	1		5
3.4	Динамічні властивості слуху при сприйнятті акустичного сигналу	7	1	1		5
	Модульний контроль	2			2	
	Разом за модуль 3	30	5	5	2	18
МОДУЛЬ 4. ОСНОВНІ АКУСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ КОНЦЕРТНО-ТЕАТРАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ						
4.1	Поняття реверберації. Формули Сйрінга та Себіна	7	2	2		3
4.2	Об'єктивні акустичні параметри концертно-	7	1	1		5

	театрального приміщення					
4.3	Суб'єктивні акустичні параметри концертно-театрального приміщення	7	1	1		5
4.4	Принципи розрахунку реверберації приміщення	7	1	1		5
	Модульний контроль	2			2	
	Разом за модуль 4	30	5	5	2	18
МОДУЛЬ 5. ПРИНЦИПИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ РЯДІВ ТА ІНТЕГРАЛІВ ФУР'Є						
5.1	Похідна функції, невизначений та визначений інтеграли, формула Ньютона-Лейбніца	9	2	2		5
5.2	Ряди та інтеграли Фур'є. Частотний та фазовий аналіз	9	2	1		6
5.3	Термінологічний словник лекційного курсу	10	1	1		8
	Модульний контроль	2			2	
	Разом за модулем 5	30	5	4	2	19
	Разом з дисципліни	150	26	24	10	90

заочна форма навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин				
		заочна форма				
		усього	у тому числі			
л.	пр.		м.к.	с.р.		
МОДУЛЬ 1. ОСНОВНІ ІСТОРИЧНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ ВЧЕННЯ ПРО ЗВУК						
1.1	Античний період та епоха Відродження. Початок вчення про звук	10	0,5			9,5
1.2	Основні науково-технічні досягнення вчених Європи XVIII та XIX століть у вченні про звук	10		0,5		9,5
1.3	Вивчення звуку у XX та XXI століттях	10	0,5	0,5		9
	Разом за модуль 1	30	1	1		28
МОДУЛЬ 2. ОСНОВНІ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ, АКУСТИЧНІ ТА МУЗИЧНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ ЗВУКУ						
2.1	Основні фізико-математичні та акустичні поняття теорії звуку	7	0,25	0,25		6,5
2.2	Модель гармонійного коливання. Функція синусоїди	7	0,25	0,25		6,5
2.3	Основні музичні поняття теорії звуку. Музична висота тону. Інтервали. Критичні смуги.	7	0,25	0,25		6,5
2.4	Логарифмічна функція. Закони Вебера -Фехнера та Стівенса.	8	0,25	0,25		7,5
2.5	Модульний контроль	1			1	
	Разом за модуль 2	30	1	1	1	27
МОДУЛЬ 3. ОСОБЛИВОСТІ СПРИЙНЯТТЯ СЛУХОМ ЛЮДИНИ АКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ						
3.1	Гучність. Рівень гучності акустичного сигналу	7	0,25	0,25		6,5
3.2	Звуковий тиск акустичного сигналу	8	0,25	0,25		7,5
3.3	Сприйняття тембру акустичного сигналу	7	0,25	0,25		6,5
3.4	Динамічні властивості слуху при сприйнятті акустичного сигналу	8	0,25	0,25		7,5
	Разом за модуль 3	30	1	1		28
МОДУЛЬ 4. ОСНОВНІ АКУСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ КОНЦЕРТНО-ТЕАТРАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ						
4.1	Поняття реверберації. Формули Єйрінга та Себіна	7	0,5	0,5		6
4.2	Об'єктивні акустичні параметри концертно-	8	0,5	0,5		7

	театрального приміщення					
4.3	Суб'єктивні акустичні параметри концертно-театрального приміщення	7	0,5	0,5		6
4.4	Принципи розрахунку реверберації приміщення	8	0,5	0,5		7
	Разом за модуль 4	30	2	2		26
МОДУЛЬ 5. ПРИНЦИПИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ РЯДІВ ТА ІНТЕГРАЛІВ ФУР'Є						
5.1.	Похідна функції, невизначений та визначений інтеграли, формула Ньютона-Лейбніца	9	0,5	0,5		8
5.2.	Ряди та інтеграли Фур'є. Частотний та фазовий аналіз	10	0,25	0,25		9,5
5.3	Термінологічний словник лекційного курсу	10	0,25	0,25		9,5
5.4	Модульний контроль	1			1	
	Разом за модулем 5	30	1	1	1	27
	Разом з дисципліни	150	6	6	2	136

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДУЛЬ 1 ОСНОВНІ ІСТОРИЧНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ ВЧЕННЯ ПРО ЗВУК

Тема 1.1. ВСТУП ДО ДИСЦИПЛІНИ. АНТИЧНИЙ ПЕРІОД ТА ЕПОХА ВІДРОДЖЕННЯ. ПОЧАТОК ВЧЕННЯ ПРО ЗВУК

Анотація до лекції 1.1.

У вступі до лекційного курсу розглядається актуальність навчальної дисципліни «Науково-технічні засади звукорежисури», її роль і значення в професійному становленні; мета й основні завдання навчальної дисципліни; формування інтегральних, загальних і спеціальних (фахових) компетентностей та програмні результати, що очіуються; зміст та структура робочої програми дисципліни. Розглянуто розглядається античний період як початковий етап розвитку наукового напрямку в акустиці, а також другий період наукового розвитку акустики в Європі, що пов'язаний з початком епохи Відродження.

План

1. Вступ: актуальність навчальної дисципліни, її роль і значення у професійному становленні звукорежисурів; мета й основні завдання навчальної дисципліни; набуті при засвоєнні навчального матеріалу компетентності; тематичний план і методика оцінювання.

2. Внесок вчених античного періоду у розвиток теорії звуку. Піфагорійці, Арістотель, Стратон, Арістоксен, Вітрувій, Боецій. Завершення першого періоду наукового розвитку акустики. Знання, які античний період приніс у розвиток музичної акустики базових властивостей звуку.

3. Внесок вчених другого етапу XVI - XVII століття у розвиток теорії звуку. Леонардо да Вінчі, Дж.Царліно, Галілео Галілей, Вінченцо Галілей, Марен Мерсенн, П'єр Гассенді, Боррелі, Вівіані, Б'янцоні, Р.Гук, Ж. Совер,

Роберт Бойль, А. Веркмайстер, А. Веркмайстер. XVI і XVII століття як період накопичення експериментальних знань в акустиці.

Практичне заняття до теми 1.1

Мета

Навчити здобувачів визначати і аналізувати основні науково-технічні досягнення античного періоду та епохи Відродження. Мати уявлення про стан науки про звук у середні віки.

Практичні завдання

1. Надати один з варіантів доведення теореми Піфагора.
2. Обчислити через кожні 5 градусів значення синуса та косинуса кутів альфа та бета.
3. Показати виконання основної тригонометричної тотожності, що слідує з теореми Піфагора.

Література: 1, 5, 4, 16, 17, 20, 23.

Завдання для самостійної роботи до теми 1.1

Сформулювати власне бачення щодо значення та корисності уявлень про природу звуку античного періоду для розвитку теорії про звук у XVI та XVII століттях.

Література: 1, 5, 4, 16, 17, 20, 23.

Тема 1.2. ОСНОВНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЯГНЕННЯ ВЧЕНИХ ЄВРОПИ XVIII–XIX СТОЛІТЬ У РОЗВИТКУ ВЧЕННЯ ПРО ЗВУК

Анотація до лекції 1.2

У лекції розглядається третій період XVIII століття як етап теоретичного розвитку вчення про звук, а також четвертий період XIX століття – як етап формування науки про звук сформувалася в усіх своїх напрямках – проблемах створення, поширення і передавання музичних і мовних сигналів.

Розглянуто теоретичні знання, які третій період приніс у розвиток акустики та базових властивостей звуку, а також знання та теорії, які четвертий етап приніс у розвиток акустики напрямках створення, поширення і передавання музичних і мовних сигналів. Виникнення напряму сучасної музичної акустики.

План

1. Внесок вчених третього етапу - XVIII століття, у розвиток теорії звуку. Ісаак Ньютон, Г.В. Лейбніц, Д'Аламбер, Д.Бернуллі, Л. Ейлер, Дж. Тартіні, Е.Хладні. Завершення третього періоду наукового розвитку акустики.

2. Внесок вчених четвертого етапу - XIX століття, у розвиток формування науки про звук в напрямках створення, поширення і передавання музичних і мовних сигналів. Ж. Б. Фур'є, Георг Ом, Ф. Савар, Ж. Лагранж, С. Пуассона, Т. Юнга, П. Лаплас, Дж. Стретт- лорд Релей, Герман Гельмгольц, А. Маєр, Карл Штумпф, А. Жанк'єра, В. Себін, П.Себін.

Практичне заняття до теми 1.2

Мета

Навчити здобувачів визначати і аналізувати основні науково-технічні досягнення вчених Європи XVIII та XIX століть у розвитку вчення про звук».

Практичні завдання

1. Використовуючи поняття «коло одиничного радіусу», подати правила переводу градусної міри кутів у міру представлення кутів у радіанах, а також подати правила переводу радіанної міри кутів у міру представлення кутів у градусах.
2. Подати таблицю відповідності значень кутів у градусах та радіанах у діапазоні зміни кутів 0 – 360 градусів. (через кожні 15 градусів) кутам у радіанах.
3. Виділити кути, для вимірювання яких зазвичай використовують число π («пі»), з вживанням числа π .

Література : 1, 5, 4, 16, 17, 20, 23.

Завдання для самостійної роботи до теми 1.2

Сформулювати власне бачення щодо значення та практичної корисності уявлень про звук у XVIII та XIX століттях.

Література: 1, 5, 4, 16, 17, 20, 23.

Тема 1.3 ОСНОВНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЯГНЕННЯ ЄВРОПЕЙСЬКИХ І АМЕРИКАНСЬКИХ ОСЕРЕДКІВ ВИВЧЕННЯ ЗВУКУ У XX–XXI СТОЛІТТЯХ

Анотація до лекції 1.3

У лекції розглядається п'ятий період – XX століття як етап революційних змін у розвитку теорії і техніки музичної акустики, та завершення п'ятого періоду наукового розвитку акустики і знання, які п'ятий період приніс у розвиток теорії, практики та технологій музичної та мовної акустики; а також шостий період - XXI століття, як етап активного розвитку музичної акустики на базі сучасних комп'ютерних технологій, можливості яких зростають у геометричній прогресії за всіма трьома головними напрямками : створення, поширення і передавання музичних і мовних сигналів. Поява на шостому періоді нової комп'ютерної технічної бази з величезними можливостями з управління параметрами звуку, що створила підґрунтя для розвитку нових напрямів електронної (електроакустичної) та комп'ютерної музики).

План

1. Внесок вчених п'ятого етапу - XX століття, у розвиток теорії музичного та мовного звуку. Гельмгольц, К. Сікор, Д. Шаутен, Дж. Ліклайдер, Е. Терхард, Г. Флетчер, Вебер, Фехнер, С.Стівенс, Г.Бекеш, С.Ейрінг, В.Кнудсен, Л. Беранек, Г. Олсон, Г. Кутруф, М. Шредер, М. Барон, І. Андо, В. Йордан, В. Рейхард, Ю.Мейер та інші.

2. Шостий етап - XXI століття, як етап прискореного розвитку наукових досліджень за всіма напрямками, пов'язаними з музичною акустикою (з акустики

музичних інструментів, акустики мовлення та співу, електроакустики, архітектурної акустики, психоакустики та ін.

Практичне заняття до теми 1.3

Мета

Навчити здобувачів визначати і аналізувати основні науково-технічні тенденції ХХ та ХХІ століть у розвитку музичних технологій».

Практичні завдання

1. Побудувати графіки гармонійних функцій синусоїди та косинусоїди в залежності від аргумента, що вимірюється у градусах.
2. Побудувати графіки синусоїди та косинусоїди в залежності від аргумента, що вимірюється у радіанах.
3. Зробити порівняльні висновки.

Література: 1, 5, 4, 16, 17, 20, 23.

Завдання для самостійної роботи до теми 1.3

Сформулювати власне бачення щодо розвитку музичних технологій у ХХ та ХХІ століттях.

Література: 1, 5, 4, 16, 17, 20, 23.

МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ № 1

Контрольна робота на тему: «Значення наукової праці лорда Релея: «THE THEORY OF SOUND» для розвитку музичної акустики.

Література: 1, 5, 4, 16, 17, 20, 21, 23.

МОДУЛЬ 2.

ОСНОВНІ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ, АКУСТИЧНІ ТА МУЗИЧНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ ЗВУКУ

Тема 2.1. ОСНОВНІ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ ТА АКУСТИЧНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ ЗВУКУ

Анотація до лекції 2.1

У лекції розглядаються базові поняття, що є предметом акустики, поняття, які пов'язані з фізикою звуку як об'єктивного явища та поняття, пов'язані з сприйняттям звуку людиною. Також в лекції приділена увага розгляду на мінімальному рівні викладення таких фізико-математичних понять, без яких неможливе розуміння означених вище фізичних та акустичних понять, а саме : гармонійним та логарифмічним функціям, поняттям похідних та інтегралів функцій, як визначеним, так і невизначеним; основна теорема інтегрального числення – теорема Ньютона-Лейбница; основам спектрального аналізу.

План

1. Фізико-математичних поняття, необхідні для розуміння основних фізичних та акустичних понять.
2. Розвиток основних фізичних та акустичних понять музичної акустики від часів Піфагора до сучасності.
3. Формування поняття похідної функції та невизначеного інтегралу на прикладі чисельного розрахунку «миттєвої швидкості».
4. Застосування апарату інтегралів в акустиці.

Практичне заняття до теми 2.1

Мета

Навчити здобувачів основним складовим поняттям акустики та показати приклади застосування диференціального та інтегрального числення.

Практичні завдання

1. Визначити миттєву швидкість руху матеріальної точки, для якої $S(t) = t^2$, де $S(t)$ – шлях, що пройшла матеріальна точка, в момент часу $t=5$ с.
2. Як зразок, використати поданий у лекції приклад руху по закону $S(t) = t^2$.

Література: 1,2, 4, 5, 8, 10,14, 17.

Завдання для самостійної роботи до теми 2.1

1. Визначити миттєве прискорення для руху матеріальної точки, для якої $S(t) = t^2$, де $S(t)$ – шлях, що пройшла матеріальна точка, в момент часу $t=5$ с.
2. Як зразок, використати поданий у лекції приклад визначення миттєвої швидкості для руху по закону $S(t) = t^2$.

Література: 1, 2, 4, 5, 8, 10,14, 17.

Тема 2.2 МОДЕЛЬ ГАРМОНІЙНОГО КОЛИВАННЯ. ФУНКЦІЯ СИНУСОЇДИ

Анотація до лекції 2.2

Розглядається, яким повинно бути звукове коливання, щоб воно сприймалось людиною як чистий тон, або гармонійне коливання. Особливе значення гармонійного звукового коливання полягає в особливому, позитивному та естетичному сприйнятті гармонійних звукових коливань людиною, що сприймаються як “чистий тон” та обертони. Довільний звук, музичний чи шумовий, може бути представлений як певна сукупність гармонійних коливань, окремих чи неперервних. У цьому випадку приходимо до поняття «спектр» – сукупність гармонійних складових звуку. Для широкого класу так званих “лінійних систем” як, наприклад, тракти передачі звукових сигналів, аналіз проходження звукового сигналу зводиться до аналізу проходження сукупності окремих гармонійних складових цього сигналу, що відповідає можливості аналізу перетворення спектра сигналу при проходженні його, наприклад, через той же звуковий тракт. Математична модель фізичного

процесу, що породжує “чистий тон”, тісно пов'язана з таким математичним поняттям, як “синусоїда”.

План

1. Визначення синусоїди, що пов'язане з таким більш загальним математичним поняттям, як “функція”. Позначення функції в математиці .

2. Математична модель фізичного процесу, що породжує “чистий тон”. Параметри синусоїдальної функції, яка належить до класу тригонометричних елементарних функцій.

2. Розгляд взаємозалежності параметрів гармонічного коливання.

Практичне заняття до теми 2.2.

Мета

Навчити здобувачів визначати і аналізувати параметри гармонійного коливання та освоїти графічне подання гармонійного коливання.

Практичні завдання

1. Побудувати графічне зображення гармонійного коливання з частотою 1000 Гц та з початковою фаз $\pi/2$ і амплітудою **5 вольт**.
2. Подати формульні представлення цього коливання з використанням змінних **A, ω , f, T, φ_0** .
3. Подати чисельні значення цих змінних та формули їхнього взаємозв'язку.

Література: 1,2, 4, 5, 8, 10,14, 17.

Завдання для самостійної роботи до теми 2.2

1. Побудувати графічне зображення коливання, що є сумою двох гармонійних когерентних коливань з частотою **1000 Гц** та з різницею фаз $\pi/2$ та з однаковими амплітудами, що дорівнюють **5 вольт**.
2. Побудувати графічне зображення коливання, що є сумою двох гармонійних когерентних коливань з частотами 1000 Гц та 1050 Гц з нульовими початковими фазами та з однаковими амплітудами, що дорівнюють 5 вольт. Як називають отримане коливання ?

Література: 1,2, 4, 5, 8, 10,14, 17.

Тема 2.3. ОСНОВНІ МУЗИЧНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ ЗВУКУ. МУЗИЧНА ВИСОТА ТОНУ. КРИТИЧНІ СМУГИ

Анотація до лекції 2.3.

У лекції розглянуто сприйняття звукових коливань за їх елементами. Подані основні елементи сприйняття: музична висота тону, інтервали, критичні смуги. Розглянуто основи теорії зонної природи звуковисотного слуху, а також визначення поняття «висота звуку». Використання логарифмічного представлення частоти дає можливість додати рівну відстань тим інтервалам на частотній шкалі, які слухом сприймаються як однакові. Наприклад, октави в нижній частині діапазону з відношенням частот 100:200 Гц і у верхній частині діапазону зі співвідношенням частот 1000:2000 Гц на лінійній шкалі

відрізняються за відстанню вдесятеро, а на логарифмічній шкалі інтервал “октава” відповідає однаковій відстані в будь-якій частині діапазону.

План

1. Поняття «тон» в акустиці як частини спектру звуку.
2. Використання логарифмічного представлення частоти.
3. Теорія зонної природи звуковисотного слуху.
4. Визначення понять критичних смуг слуху за Флетчером та Цвікером.
5. Визначення поняття «октава» на основі логарифмічного масштабу.

Практичне заняття до теми 2.3.

Мета

Навчити здобувачів визначати і аналізувати сприйняття основних елементів звукових коливань.

Практичні завдання

1. Побудувати лінійну вісь звукових частот для точок 10, 100, 1000, 10000 Гц.
 2. Побудувати лінійну вісь музичних октав.
 3. Побудувати логарифмічну вісь звукових частот для точок 10, 100, 1000, 10000 Гц.
 4. Побудувати логарифмічну вісь музичних октав.
 5. Зробити висновок про переваги ті недоліки лінійної та логарифмічної осі.
- Література:* 1,2, 4, 5, 8, 10,14, 17.

Завдання для самостійної роботи до теми 2.3.

Описати слухові відчуття викликані прослуховуванням одним вухом і двома вухами. Слухаємо 5 згенерованих частот, кожна з наступних вища на 0,3%, вмикаючи через невелику паузу. Слухаємо 5 згенерованих частот, кожна з наступних вища на 0,3%, вмикаючи підряд, без пауз, одним треком. Дайте порівняльну характеристику двох попередніх, можливо уявних, дослідів. Аналогічно, слухати 5 згенерованих частот, кожна з наступних вища на 2%, вмикаючи підряд, без пауз, одним треком. Обґрунтувати наявність у слуховій системі людини критичних смуг, їх практичне застосування.

Література: 1,2, 4, 5, 8, 10,14, 17.

Тема 2.4. ЛОГАРИФМІЧНА ФУНКЦІЯ. ЗАКОНИ ВЕБЕРА-ФЕХНЕРА ТА СТВІНЕНСА

Анотація до лекції 2.4.

У лекції розглядаються об'єктивні та суб'єктивні закони сприйняття інтегральної енергії звуку та інтегральні характеристики енергії звуку. Подано математичний апарат їх обчислення, пов'язаний з використанням логарифмів.

Також розглянуті психометричні закони Вебера-Фехнера та Стівенса. Систематизовані визначення, пов'язані із звуковим тиском акустичного сигналу, гучністю та рівнем гучності акустичного сигналу. Як закон Вебера-Фехнера, так і закон Стівенса походять із диференціальних співвідношень, для

розкриття змісту яких і були введені такі поняття як рівень інтенсивності звуку та рівень звукового тиску. Якщо закон Вебера-Фехнера пов'язує рівень відчуття сприйняття звуку з рівнем інтенсивності, то закон Стівенса пов'язує величину відчуття сприйняття звуку безпосередньо з величиною інтенсивності звуку.

План

1. Проблеми психометрії сприйняття звукової енергії.
2. Звуковий тиск акустичного сигналу.
3. Логарифмічна функція.
4. Сутність законів Вебера-Фехнера та Стівенса.
5. Гучність та рівень гучності акустичного сигналу.

Практичне заняття до теми 2.4.

Мета

Навчити здобувачів визначати і аналізувати об'єктивні та суб'єктивні закони сприйняття інтегральної енергії звуку та інтегральні характеристики енергії звуку.

Практичні завдання

Побудувати логарифмічну вісь звукових частот, на якій позначити положення точок 10, 20, 30,...90, 100, 200, 300,...900, 1000, 2000, 3000,...9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000 Гц.

Література: 1,2, 4, 5, 8, 10,14, 17.

Завдання для самостійної роботи до теми 2.4.

Розробити таблицю переводу “тиску” в “рівень тиску” через кожні 5 дБ і таблицю переводу “інтенсивності” в “рівні інтенсивності” через кожні 5 дБ.

Література: 1,2, 4, 5, 8, 10,14, 17.

МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ № 2

Контрольна робота на тему: «Яку інтенсивність, рівень інтенсивності та рівень гучності буде мати сигнал, що формується першим джерелом з рівнем інтенсивності $L_1 = 40$ дБ, другим джерелом з рівнем інтенсивності $L_2 = 50$ дБ та третім з рівнем інтенсивності $L_3 = 50$ дБ. Розглянути декілька випадків комбінацій частот випромінювання джерел з ряду 300 Гц, 1 кГц та 3 кГц».

Література: 1,2, 4, 5, 8, 10,14, 17.

МОДУЛЬ 3. ОСОБЛИВОСТІ СПРИЙНЯТТЯ СЛУХОМ ЛЮДИНИ АКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ

Тема 3.1. ГУЧНІСТЬ. РІВЕНЬ ГУЧНОСТІ АКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ.

Анотація до лекції 3.1.

У лекції розглядається поняття «гучність», яке є слуховим відчуттям, змінюється не відповідно до конкретної сили звуку, а згідно з законом Вебера-Фехнера, змінюється пропорційно логарифму подразнення.

Сприйняття гучності звуку людиною само по собі суб'єктивне, тому для сприйняття музики важлива не стільки абсолютна величина гучності, скільки «співвідношення між гучністю різних звуків». Різні варіанти гучності створюють динамічні відтінки, які є важливими для створення художнього образу та його сприйняття слухачем. Отже, гучність – один із засобів художньої виразності.

План

1. Поняття гучності в музиці.
2. Поняття гучності та рівня гучності.
3. Криві рівної гучності.

Практичне заняття до теми 3.1.

Мета

1. Навчити здобувачів визначати і аналізувати поняття, що пов'язані з «Кривими рівної гучності» при бінауральному (моноуральному) прослуховуванні у вільному звуковому полі

Практичні завдання

Побудувати криві рівної гучності (ізофони), з виконанням таких вимог:

1. Ліва вертикальна вісь, діапазон -20, -10, 0, +10,...+100 дБ.
2. Права вертикальна вісь, відповідний діапазон тиску.
3. Вертикальна вісь на частоті 1000 Гц, відповідний діапазон у «фонах».
4. Горизонтальна логарифмічна вісь частот, відмітити положення точок 20, 30,...90,100, 200,300,...900,1000,2000,3000,...10000, 11000,... Гц.
5. Побудувати три ізофони (для низького, середнього та високого рівня гучності, бінауральне прослуховування у вільному звуковому полі).
6. Зробити висновки щодо властивостей ізофон.

Література: 1, 2, 4, 5, 10, 22.

Завдання для самостійної роботи до теми 3.1.

1. Порівняти звукові сигнали однієї інтенсивності, але з різними частотами: 100 Гц, 500 Гц, 1000 Гц, 5000 Гц, 10000 Гц.
2. Описати слухові відчуття. На вашу думку, чи однаково сприймають гучність різні люди?
3. Перерахувати прилади, в яких застосовуються рівні гучності. Якими приладами можна створити максимальну лінійність слухового відчуття?
4. Що означають музичні терміни: p, f, pp, ff, cresc., dim., mp, mf?

Література: 1, 2, 4, 5, 10, 22.

Тема 3.2. ЗВУКОВИЙ ТИСК АКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ.

Анотація до лекції 3.2.

У лекції розглядаються питання, що пов'язані зі звуковим полем, що має певні характеристики. Перша група характеристик має назву лінійних (силових) характеристик, друга – енергетичних. До лінійних характеристик звукового поля відносять **звуковий тиск**, величину зміщення часток середовища від

положення рівноваги, швидкість зміщення часток середовища від положення рівноваги та акустичний опір. Найважливіші з цих характеристик – звуковий тиск і акустичний опір. У лекції розглядаються визначення понять інтенсивності та рівня інтенсивності звуку; одиниць вимірювання інтенсивності звуку; одиниць вимірювання рівня інтенсивності; поняття та застосування критичних смуг.

План

1. Звукове поле, швидкість розповсюдження звук.
2. Звуковий тиск та акустичний опір.
3. Інтенсивність звуку та рівень інтенсивності.
3. Критичні смуги.

Практичне заняття до теми 3.2.

Мета

Навчити здобувачів визначати і аналізувати такі поняття, як: звукове поле, швидкість розповсюдження звуку, звуковий тиск, акустичний опір, інтенсивність та рівень інтенсивності звуку й одиниці вимірювання цих величин.

Практичні завдання

1. Показати розрахунок швидкості розповсюдження звуку у повітрі для нормального атмосферного тиску при температурі 0 градусів по Цельсію.
2. Показати розрахунок швидкості розповсюдження звуку у повітрі для нормального атмосферного тиску при температурі 20 градусів по Цельсію.
3. Визначити питомий акустичний опір для вказаних температур.

Література: 1, 2, 4, 5, 10, 22.

Завдання для самостійної роботи до теми 3.2.

Розрахувати результуючий рівень інтенсивності та результуючий рівень гучності звуку для двох діючих джерел звуку. Наприклад, для першого джерела $L_1 = 40$ дБ та другого $L_2 = 44$ дБ. Частоти звукових хвиль неоднакові: частота першої хвилі $F_1 = 100$ Гц, другої $F_2 = 5000$ Гц.

Література: 1, 2, 4, 5, 10, 22.

Тема 3.3 СПРИЙНЯТТЯ ТЕМБРУ АКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ

Анотація до лекції 3.3.

У лекції розглядаються відомі визначення тембру акустичного сигналу. Розглянуто фактори, від яких залежить тембр музичних інструментів та основні ознаки, якими він характеризується. Також розглянуті суб'єктивні уявлення сприйняття тембру, тембральні характеристики звуку музичних інструментів, тембральні характеристики шуму, а саме. У відповідності до співвідношення амплітуд частотних складових спектра звук сприймається як музичний звук чи як шум. За періодичністю спектру їх умовно можна поділити на: тональні й нетональні. Якщо звук має “лінійчатий дискретний частотний спектр” – звук

сприймається як музичний, тональний . Якщо звук має безперервний частотний спектр (тобто коли амплітуди частотних складових спектру приблизно рівні) – то звук сприймається як шум .

План

- 1.Поняття тембру. Характерні поняття, пов'язані з ознаками тембру.
- 2.Шум як тембр.

Практичне заняття до теми 3.3.

Мета

1. Навчити здобувачів визначати і аналізувати різноманітності музичного сприйняття звуків, пов'язаних з поняттям «тембр».

Практичні завдання

1. Скласти перелік основних ознак, якими характеризується тембр.
2. Надати графічні зображення спектрів струнних смичкових інструментів (скрипка, альт, віолончель, контрабас).
3. На вертикальній та горизонтальній осі спектрів позначити точки, які відповідають конкретним числовим значенням величин параметрів осі. Вказати параметр кожної осі, її тип (лінійна, логарифмічна).
4. Дати аналіз особливостей кожного спектра.

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11,12, 22.

Завдання для самостійної роботи до теми 3.3.

1. Як змінити тембральні характеристики звуку в нижньому діапазоні стосовно теплоти та м'якості? Який характер надасть тембру звуку підйом формант в області 2500-3000 Гц? Який характер звучання набуває послаблення перших гармонік та підсилення вищих у межах 3-4,5 кГц ?

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11,12, 22.

Тема 3.4. ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СЛУХУ ПРИ СПРИЙНЯТТІ АКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ

Анотація до лекції 3.4.

У лекції розглянуті динамічні властивості слуху при сприйнятті акустичного сигналу, основні суб'єктивні параметри музичної тривалості звуку. Звук має певні об'єктивні та суб'єктивні характеристики. Під об'єктивними характеристиками розуміють характеристики звукового поля, чи звукової хвилі, що вимірюються різноманітними приладами, без урахування відчуття людини, чи особливостей органів слуху людини.

Тривалість – одна з суб'єктивних властивостей музичного звуку, що залежить від “тривалості коливання джерела звуку”. Тривалість – “виражений в ритмічних одиницях час, протягом якого здійснюється коливальні рухи”.

У музиці важливою є відносна тривалість звуку – “кожний звук знаходиться у відповідних чітких часових співвідношеннях з попередніми йому

та наступними за ним звуками”. Тривалості мають таку властивість як – "вагомість", від якої залежить зв'язність звуків між собою.

План

1. Об'єктивні та суб'єктивні характеристики звуку.
2. Тривалість в музиці.
3. Динамічні властивості слуху та їх особливості.

Практичне заняття до теми 3.4.

Мета

Навчити здобувачів визначати і аналізувати такі поняття, як: метр, ритм, темп; постійна часу слуху.

Практичні завдання

1. Проаналізуйте сприйняття звукових сигналів різної часової тривалості, поданих в таблиці 7.1 лекції 3.4.
2. Як ця властивість слуху використовується в сучасній апаратурі для озвучення відкритих концертних майданчиків. Висловіть власну думку.

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 22.

Завдання для самостійної роботи до теми 3.4.

1. Порівняйте спектри та форми звукових сигналів, представлених на рис. 7.1 та 7.2. лекції 3.4.

2. Зробіть висновки щодо сприйняття цих сигналів, які слідуєть зі слухового закону Ома.

3. Які властивості гармонійних сигналів, які називають «елементарними гармонійними сигналами», лежать в основі слухового закону Ома?

Література: : 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 22.

МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ № 3

Контрольна робота на тему: «Яку інтенсивність, рівень інтенсивності та рівень гучності буде мати сигнал, що формується першим джерелом з рівнем інтенсивності $L_1 = 40$ dB, другим джерелом з рівнем інтенсивності $L_2 = 40$ dB та третім також з рівнем інтенсивності $L_3 = 40$ dB. Розглянути декілька випадків комбінацій частот випромінювання джерел з ряду 300 Гц, 1 кГц та 3 кГц».

МОДУЛЬ 4. ОСНОВНІ АКУСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ КОНЦЕРТНО-ТЕАТРАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ

Тема 4.1. ПОНЯТТЯ РЕВЕРБЕРАЦІЇ. ФОРМУЛИ ЕЙРІНГА ТА СЕБІНА

Анотація до лекції 4.1.

У лекції розглядається послідовний ланцюжок фізико-математичних та акустичних уявлень про реверберацію, викладених в адаптованому вигляді, починаючи з найпростіших уявлень про реверберацію, що дозволяють одержати формули розрахунку реверберації Ейрінга та Себіна, та доведення до подання ревербераційних процесів на рівні диференціальних рівнянь, виходячи з уявлень дискретного та неперервного поглинання енергії звуку. формули розрахунку реверберації Ейрінга та Себіна дозволяють розрахувати

стандартний час реверберації приміщення, Розрахунок власних частот приміщення за класичною формулою, що також розглянута в лекції, та використання обмежень по власним частотам за критерієм Бонелло, як подано у лекції, визначають розміри приміщення.

План

1. Визначення поняття реверберації.
2. Одержання формули Ейрінга на основі найпростіших фізико-математичних посилянь.
3. Логарифмічна форма формули Ейрінга.
4. Формула розрахунку часу реверберації Себіна

Практичне заняття до теми 4.1.

Мета

Навчити здобувачів аналізувати відмінності між визначенням часу реверберації по формули Ейрінга та Себіна та вплив на реверберацію власних частот приміщення.

Практичні завдання

Довести, що час реверберації, який визначається зменшенням інтенсивності звукового сигналу у мільйон разів, або на 60 дБ, еквівалентний часу реверберації, який визначається зменшенням тиску звукового сигналу у тисячу разів, або також на 60 дБ.

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20.

Завдання для самостійної роботи до теми 4.1.

1. Пояснити, в чому суттєва відмінність формули Ейрінга від формули Себіна ?
2. Чому, на Ваш погляд, у формулі Ейрінга використовується натуральний логарифм, а не десятковий ?
3. Як час реверберації залежить від температури приміщення?

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20.

Тема 4.2. ОБ'ЄКТИВНІ АКУСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ КОНЦЕРТНО-ТЕАТРАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ

Анотація до лекції 4.2

Аналіз акустики приміщень (концертних, театральних залів тощо) включає в себе ряд взаємопов'язаних проблем: дослідження фізичних процесів формування звукових полів у приміщеннях різної форми; встановлення зв'язків об'єктивних акустичних параметрів з суб'єктивними оцінками слухачів; створення методів розрахунку і проектування. В даний час при розрахунку *структури звукових полів у приміщеннях*, в тому числі і за допомогою комп'ютерних програм, наприклад таких як ODEON, Catia, ORPHEUS та ін, використовуються три різних підходи, засновані на статистичній, геометричній і хвильовій теоріях. В лекції розглядаються основні **об'єктивні** параметри

концертно-театральних приміщень, засновані на базі статистичної, геометричної і хвильової теорій.

План

1. Об'єктивні акустичні параметри статистичної теорії.
2. Об'єктивні акустичні параметри геометричної теорії.
3. Об'єктивні акустичні параметри хвильової теорії.

Практичне заняття до теми 4.2

Мета

Навчити здобувачів визначати і аналізувати об'єктивні оцінки акустичних параметрів приміщень.

Практичні завдання

1. Окреслити умови застосування статистичної теорії.
2. Окреслити умови застосування геометричної теорії.
3. Окреслити умови застосування хвильової теорії.
4. Чи можливе одночасне застосування статистичної, геометричної та хвильової теорій ?

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20.

Завдання для самостійної роботи до теми 4.2.

1. Розробити, з урахуванням Ваших уподобань, «Термінологічний словник» об'єктивних акустичних параметрів приміщення певного музичного стилю (жанру)

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20.

Тема 4.3. СУБ'ЄКТИВНІ АКУСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ КОНЦЕРТНО-ТЕАТРАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ

Анотація до лекції 4.3.

Аналіз акустики приміщень (концертних, театральних залів тощо) включає в себе ряд взаємопов'язаних проблем: дослідження фізичних процесів формування звукових полів у приміщеннях різної форми; встановлення зв'язків об'єктивних акустичних параметрів з суб'єктивними оцінками слухачів; створення методів розрахунку і проектування. У лекції розглядаються основні суб'єктивні параметри концертно-театральних приміщень, такі як : життєвість, повнота звуку; ясність, інтимність, теплота; просторовість, гучність, баланс, ансамбль, тембр. Крім того, наведені негативні фактори - відлуння, літаючі відлуння, шуми.

План

1. Суб'єктивні акустичні параметри: життєвість, повнота звуку; ясність, інтимність, теплота; просторовість, гучність, баланс, ансамбль, тембр.
2. Негативні фактори музичного сприйняття: відлуння, літаючі відлуння, шуми.

Практичне заняття до теми 4.3.

Мета

Навчити здобувачів визначати і аналізувати зв'язків об'єктивних акустичних параметрів з суб'єктивними оцінками слухачів.

Практичні завдання

1. Навести для суб'єктивних акустичних параметрів: *життєвість, повнота звуку; ясність, інтимність, теплота; просторовість, гучність, баланс, ансамбль, тембр* англомовну термінологію, що вживається в оригінальній англомовній літературі.
2. Зверніть увагу на можливість декількох варіантів термінів в англомовній літературі.

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20.

Завдання для самостійної роботи до теми 4.3.

Розробити, з урахуванням Ваших уподобань, «Термінологічний словник» об'єктивних відповідних суб'єктивних акустичних параметрів приміщення певної музичної орієнтації.

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20.

Тема 4.4. ПРИНЦИПИ РОЗРАХУНКУ РЕВЕРБЕРАЦІЇ ПРИМІЩЕННЯ

Анотація до лекції 4.4

У лекції розглядаються формули розрахунку реверберації Ейрінга та Себіна, що дозволяють розрахувати стандартний час реверберації приміщення. Відмінність вимог до студій полягає в тому, що дуже часто одна і та ж студія може використовуватися для запису різних програм (мовних, музичних різних жанрів і т. д.), тому в них повинна бути передбачена можливість перебудови акустичних умов (зміна загального поглинання, рівня відображень та ін.) Подається розрахунок власних частот приміщення за класичною формулою, що також розглянута в лекції, та використання обмежень по власним частотам за критерієм Бонелло, як подано у лекції, визначають розміри приміщення.

План

1. Формула розрахунку реверберації Ейрінга
2. Формула розрахунку реверберації Себіна.
3. Розрахунок власних частот приміщення за класичною формулою.
4. Використання обмежень по власним частотам за критерієм Бонелло.

Практичне заняття до теми 4.4.

Мета

Навчити здобувачів визначати акустичні параметри приміщень (концертних, театральних залів та ін).

Практичні завдання

1. Окреслити умови, при виконанні яких формула Ейрінга переходить у формулу Себіна (тобто вираз $\ln(1-a)$ можна замінити виразом $-a$), де a – коефіцієнт поглинання.

2. Дати пояснення, як змінюється вираз при наявності поверхонь з різними по величині коефіцієнтами поглинання.

3. *Література* : 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20.

Завдання для самостійної роботи до теми 4.4.

Сформулювати своє бачення «Критерія Бонелло» для оцінки можливості цільового використання приміщень (концертних, театральних залів та ін.).

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20.

МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ № 4

Контрольна робота на тему: « Визначити час реверберації для умовного залізобетонного акустично необробленого приміщення малого, середнього чи великого об'єму та визначити октави, з яких починає виконуватись критерій Бонелло. Визначити фонд часу реверберації ».

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20.

МОДУЛЬ 5.

ПРИНЦИПИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ РЯДІВ ТА ІНТЕГРАЛІВ ФУР'Є

Тема 5.1. ПОХІДНА ФУНКЦІЇ, ІНТЕГРАЛИ, ФОРМУЛА НЬЮТОНА-ЛЕЙБНИЦА

Анотація до лекції 5.1.

Багаторічний досвід викладання вступу до фаху, науково-технічних та акустичних основ звукорежисури дозволив окреслити необхідні групи фізико-математичних понять, зазначених вище, без яких неможливе розуміння означених вище фізичних та акустичних понять, а саме: функції синусоїди та логарифму, похідну функції, невизначений та визначений інтеграл, ряди Фур'є, коефіцієнти ряду Фур'є, У лекції розглядається визначення похідної та диференціалу функції, якісне одержання формул похідних степеневі, гармонійної та логарифмічної функції. Також в лекції розглядається визначення невизначеного та визначеного інтегралу, приклади застосування інтегралів у музичній акустиці, основна формула інтегрального числення - формула Ньютона-Лейбница.

План

1. Визначення похідної функції.
2. Формули похідних степеневі, гармонійної та логарифмічної функції.
3. Визначення невизначеного та визначеного інтегралу.
4. Формула Ньютона-Лейбница.
5. Розгляд таблиці похідних та невизначених інтегралів степеневі, гармонійних та логарифмічної функцій.

Практичне заняття до теми 5.1.

Мета

Навчити здобувачів користуватись основними поняттями диференціального та інтегрального числення.

Практичні завдання

1. Скласти таблиці похідних та невизначених інтегралів степеневі, гармонійних та логарифмічної функцій.
2. Довести, що похідна від функції $\sin x$ дорівнює $(+\cos x)$, а від функції $\cos x$ дорівнює $(-\sin x)$.

Література: 1, 2, 3, 5, 8, 10, 11, 14.

Завдання для самостійної роботи до теми 5.1.

Сформулювати своє розуміння взаємозв'язку функцій синуса та косинуса та їх похідних (першої та другої) і інтегралів.

**Тема 5.2. РЯДИ ТА ІНТЕГРАЛИ ФУР'Є.
ЧАСТОТНИЙ І ФАЗОВИЙ АНАЛІЗ**

Анотація до лекції 5.2.

У лекції розглядаються основні поняття спектрального аналізу звукових сигналів, що пов'язані з рядами та інтегралами Фур'є: періодичні сигнали та їхні спектральні властивості; неперіодичні звукові сигнали та їхні спектральні властивості; способи технічної реалізації спектральних вимірювань; два способи спектральних вимірювань у звукотехніці.

Подаються основні представлення рядів Фур'є та метод Ейлера-Фур'є визначення коефіцієнтів рядів Фур'є гармонійних складових ряду, представлення амплітудно-частотних та фазочастотних графіків спектрів сигналу. Також розглядається перехід від рядів Фур'є до інтегралів Фур'є .

План

1. Поняття рядів та інтегралів Фур'є.
2. Метод Ейлера-Фур'є визначення коефіцієнтів рядів Фур'є гармонійних складових ряду.
3. Поняття інтегралів Фур'є.
4. Побудова амплітудно-частотних та фазочастотних графіків спектрів сигналу.

Практичне заняття до теми 5.2.

Мета

Навчити здобувачів такій основній категорії спектрального аналізу звукових сигналів, як ряди Фур'є.

Практичні завдання

Подати у загальному виді ряд Фур'є у вигляді суми синусних функцій (з початковими фазами) та у вигляді суми елементарних функцій синуса та косинуса (без початкових фаз, тригонометрична форма).

Література: 1, 2, 3, 5, 8,10,11,14.

Завдання для самостійної роботи до теми 5.2.

Ряд Фур'є для сигналу $s(t)$ має вигляд:

$$s(t) = 10 \times \sin(2\pi \times 100 \times t + 2\pi/3) + 5 \times \sin(2\pi \times 200 \times t + 2\pi/6).$$

Побудувати амплітудний та фазовий спектри цього сигналу. Подати вираз для $s(t)$ як ряду суми синусних та косинусних складових з відповідними коефіцієнтами. Перевірити чисельний зв'язок між цими коефіцієнтами та амплітудами і фазами $s(t)$. Подати значення коефіцієнтів Ейлера-Фур'є ряду Фур'є.

Література: 1, 2, 3, 5, 8, 10, 11, 14.

Тема 5.3. ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК ЛЕКЦІЙНОГО КУРСУ

Анотація до лекції 5.3.

У лекції розглядається «Термінологічний словник лекційного курсу», що дозволяє систематизувати та проаналізувати основні понятійні категорії лекційного курсу «Науково-технічні засади звукорежисури». Подані також англійські еквіваленти основних понятійних категорій. Термінологічний словник містить біля п'яти десятків «визначень» термінів, що являються «тезаурусом» (англ. "thesaurus") звукорежисера. Приведені також таблиці похідних та невизначених інтегралів для степеневих, показникових, логарифмічних та тригонометричних функцій. Представлено використання грецького, латинського та англійського алфавітів для позначення математичних, фізичних та акустичних величин.

План

1. Використання грецького, латинського та англійського алфавітів для позначення математичних, фізичних та акустичних величин.
2. Розгляд та обговорення основних визначень термінологічного словника лекційного курсу.

Практичне заняття до теми 5.3.

Мета

Систематизувати основні поняття термінологічного словника лекційного курсу «Науково-технічні засади звукорежисури».

Практичне завдання

Для букв латинського, англійського та грецького алфавіту представити загальноприйняте використання букв цих алфавітів для позначення математичних, фізичних та акустичних величин.

Література: 4, 5, 17.

Завдання для самостійної роботи до теми 5.3.

Побудувати таблицю понять, що однозначно пов'язані з акустикою звука як об'єктивного явища, та понять, що пов'язані зі сприйняттям звуку людиною суб'єктивно.

Література: 4, 5, 17.

МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ № 5

Контрольна робота на тему: «Термінологічний словник звукорежисера». Впорядкувати словник за однорідними темами за принципом: найменування теми – перелік термінів.

Література: 4.

ВИМОГИ ДО ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ

«Практичні завдання» є невід’ємною частиною дисципліни «Науково-технічні засади звукорежисури», які допомагають закріплювати отримані теоретичні знання в практичних навичках за допомогою практичних занять і самостійної роботи.

Практичне завдання до кожної лекції має перелік вимог до його виконання: підготовка відповіді поставлене питання, висновки щодо отриманого результату, перелік використаної літератури.

Вимоги до оформлення Практичної завдання до відповідного практичного заняття.

Робота складається з:

- титульного листа;
- переліку розділів роботи (зміст);
- основної частини (власне відповіді);
- висновків;
- переліку використаних джерел.

Робота виконується форматі pdf файла.

На титульному листі вказуються:

- тема Практичного завдання ;
- прізвище та ім’я доповідача;
- група, курс.

Основна частина має повністю розкривати тему завдання, для цього необхідно опрацювати рекомендовані джерела і написати текст відповіді. Робота може містити текстові матеріали, фотографії, малюнки, діаграми та графіки, тощо. Файл роботи має бути завантажений до дистанційного курсу «Науково-технічні засади звукорежисури» на платформу Google Classroom.

Для підготовки використовувати навчальну літературу, наукові статті, матеріали конференцій. За необхідності можна використовувати фото або відео матеріали з посиланнями на Інтернет ресурси.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Робота комплексно оцінюється викладачем, враховуючі такі критерії:

- повнота та логічність відповіді;
- наявність висновків;
- відповідність формату представлення роботи.

Оціночний результат роботи – від 0 до 2-х балів.

Результат роботи (в балах) оцінюється таким чином:

2 бали – робота відзначається повнотою змістовного наповнення, може мати окремі зауваження, в цілому відповідає правилам оформлення.

1 бал – робота відзначається не чітким змістовним наповненням, наявністю фрагментарності змістовного наповнення, має значну кількість зауважень щодо правил оформлення.

0 балів – робота не має логічного змістовного наповнення, не відповідає вимогам оформлення. Необхідні практичні уміння роботи не сформовані, більшість передбачених навчальною програмою навчальних питань не виконано; робота не подана у визначений термін .

ВИМОГИ ДО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

Модульний контроль є невід’ємною частиною дисципліни «Науково-технічні засади звукорежисури», який контролює досягнуті теоретичні та практичні знання, а також знання, набуті в процесі самостійної роботи.

Контрольна робота до кожного модуля має перелік вимог до його виконання: підготовка відповіді поставлене завдання, висновки щодо отриманого результату, подання переліку використаної літератури згідно діючих вимог.

Вимоги до оформлення контрольної роботи до відповідного модуля:

Робота складається з:

- титульного листа;
- переліку розділів роботи (зміст);
- основної частини (власне відповіді);
- висновків;
- переліку використаних джерел.

(Робота виконується у форматі pdf файла).

На титульному листі вказуються:

- тема контрольної роботи ;
- прізвище та ім’я доповідача;
- група, курс.

Основна частина має повністю розкривати тему завдання, для цього необхідно опрацювати рекомендовані джерела і написати текст відповіді. Робота може містити текстові матеріали, фотографії, малюнки, діаграми та графіки, тощо. Файл роботи має бути завантажений до дистанційного курсу «Науково-технічні засади звукорежисури» на платформу Google Classroom.

Для підготовки використовувати навчальну літературу, наукові статті, матеріали конференцій. За необхідності можна використовувати фото або відео матеріали з посиланнями на Інтернет ресурси.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ МОДУЛЬНОЇ РОБОТИ

Робота комплексно оцінюється викладачем, враховуючі такі критерії:

- повнота та логічність відповіді;
- наявність висновків;

- відповідність формату представлення роботи.

Оціночний результат роботи – від 0 до 3-х балів.

Результат роботи (в балах) оцінюється таким чином:

3 бали – робота відзначається повнотою змістовного наповнення, може мати окремі зауваження, в цілому відповідає правилам оформлення.

2 бали – робота відзначається не чітким змістовним наповненням, наявністю фрагментарності змістовного наповнення, має значну кількість зауважень щодо правил оформлення.

1 бал – робота не має логічного змістовного наповнення, не відповідає вимогам оформлення. Необхідні практичні уміння роботи не сформовані, більшість передбачених навчальною програмою навчальних питань не виконано.

0 балів – робота не подана у визначений термін.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ ЗДОБУВАЧІ (за формами контролю)

№ з/п	Назви виду роботи, способи набуття знань	Бали за 1 заняття	за всі заняття (максимальні)				
			1 модуль	2 модуль	3 модуль	4 модуль	5 модуль
1	Відвідування лекцій, аудиторна робота	1	3x1=3	4x1=4	4x1=4	4x1=4	2,5x1=2,5
2	Виконання практичних завдань	2	3x2=6	4x2=8	4x2=8	4x2=8	2,5x2=5
3	Завдання для самостійної роботи						
4	Модульна контрольна робота	3	3	3	3	3	3
	Усього за модуль		12	15	15	15	10,5
	Усього з дисципліни		12+15+15+15+10,5 = 67,5 бал.				
	Екзамен (макс.)		32,5 бал.				

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90–100	A	Відмінно
82–89	B	Добре
74–81	C	
64–73	D	
60–63	E	Задовільно
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання

1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
------	---	--

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧА

1. Оцінка екзаменаційної відповіді здобувача («екз. оцінка ECTS») :

- **Оцінку А (90-100)** – якщо повно та глибоко, розгорнуто, правильно та обґрунтовано викладено матеріал:
 - здобувач виявляє глибокі знання усієї програми навчальної дисципліни;
 - відображає чітко знання термінів, правильно формулює відповідь, робить власні висновки та узагальнення;
 - застосовує теоретичні знання на практиці, робить власні висновки та узагальнення;
 - володіє навичками івент-аналізу масових та елітарних практик;
 - розуміє можливості сучасних наукових методів та володіє цими методами на рівні, необхідному для вирішення практичних завдань, що постають при виконанні професійних обов'язків.
- **Оцінку В (82-89)** – якщо правильно та обґрунтовано викладено матеріал:
 - здобувач виявляє знання усієї програми навчальної дисципліни;
 - відображає чітко знання термінів, правильно формулює відповідь, робить певні узагальнення;
 - але відповідь не містить усіх необхідних відомостей про предмет запитання;
 - наявні незначні неточності у виконанні практичних завдань.
- **Оцінку С (74-81)** – якщо правильно викладено матеріал:
 - відображає знання термінів, логічно формулює відповідь, але наявні незначні недоліки у розкритті змісту понять, категорій, закономірностей, нечіткі їхні характеристики;
 - наявні неточності у виконанні практичних завдань.
- **Оцінку D (64-73)** – якщо відповідь здобувача є поверхневою, недостатньо аргументованою:
 - є неповною, не містить усіх необхідних відомостей про предмет запитання;
 - є не зовсім правильною: наявні недоліки у розкритті змісту понять, категорій, закономірностей, нечіткі їх характеристики;
 - свідчить про наявність прогалин у знаннях, зокрема не засвідчує повною мірою знання основних понять, концепцій, категорій;
 - не містить посилань на літературу;
 - викладена з порушенням логіки подання матеріалу.
 - містить багато граматичних, грубих стилістичних помилок і виправлень;
- **Оцінку Е (60-63)** – якщо відповідь здобувача є поверхневою:
 - свідчить про наявність прогалин у знаннях, зокрема не засвідчує повною мірою знання основних понять, концепцій, категорій;
 - викладена з порушенням логіки подання матеріалу.

- **Оцінку FX (35-59)** – якщо здобувач не відповів на поставлене питання або відповідь є неправильною:
 - не розкриває сутності питання, або ж допущено грубі змістовні помилки, які свідчать про відсутність відповідних знань у здобувача чи їх безсистемність та поверховість;
 - не знає основних положень навчальної дисципліни та принципів аналізу ситуацій; не вміє сформулювати власну думку та викласти її.
- **Оцінку F (1-34)** – якщо здобувач не відвідував заняття, не відпрацював їх, не виявляв бажання пізнавати навчальну дисципліну.

ПИТАННЯ ДО ЕКЗАМЕНУ

1. Чим характеризується перший період розвитку музичної акустики – античний.
2. Чим характеризується другий період розвитку музичної акустики (XVI – XVII століття);
3. Чим характеризується третій період розвитку музичної акустики (XVIII століття);
4. Чим характеризується четвертий період розвитку музичної акустики (XIX ст);
5. Чим характеризується п'ятий період розвитку музичної акустики (XX століття).
6. Чим характеризується шостий період розвитку музичної акустики (початок XXI століття).
7. Параметри функції синусоїди, що прийнята в якості математичної моделі чистого тону.
8. Які поняття пов'язані з фізикою звуку як об'єктивного явища.
9. Які поняття пов'язані зі слуховим сприйняттям звуку людиною.
10. Розкрити зміст понять «інтенсивність звуку» та «рівень інтенсивності звуку». Одиниці вимірювання інтенсивності та рівня інтенсивності.
11. Розкрити зміст понять «гучність звуку» та «рівень гучність звуку». Одиниці вимірювання гучності та рівня гучності.
12. Розкрити зміст понять «тиск звуку» та «рівень тиск звуку». Одиниці вимірювання тиску та рівня тиску.
13. Дати визначення понять «висота звуку», «частотні групи», «критичні смуги. Одиниці вимірювання висоти звуку, їх зв'язок з частотою тону. Октава як одиниця вимірювання висоти звуку.
14. Які звуки називають шумами з точки зору структури їх спектру. Види шумів.
15. Принцип побудови рядів Фур'є для звукових періодичних сигналів довільної форми.
16. Що таке «биття» тонів. Як воно впливає на сприйняття звуків музичних інструментів.
17. У чому полягає «закон Ома» для звукових сигналів довільної форми.

18. Закони Вебера-Фехнера та Стівенса.
19. Метод коефіцієнтів Ейлера-Фур'є щодо рядів Фур'є.
20. Характеристики «атаки» як перехідного процесу, що характеризує становлення музичного звуку.
21. Значення вчення про «Слухові відчуття як фізіологічної основи теорії музики» Гельмгольца.
22. Ознаки, якими характеризують тембр.
23. У чому полягають основні допущення щодо звукових хвиль теорій Себіна та Ейрінга для розрахунку часу реверберації.
24. Як частотне та амплітудне «вібрато» впливає на тембр звуку. Що таке «форманти» спектру.
25. Принципи розрахунку стандартного часу реверберації приміщення за формулами Себіна та Ейрінга.
26. Визначення шуму на основі спектральних уявлень про структуру спектру звуку. Чи можуть шуми характеризуватися висотою, тембром і гучністю.
27. У чому полягає обмеження по власним частотам приміщення (критерії Бонелло).
28. Характеристики тембру, що сприймаються людиною за допомогою суб'єктивних асоціативних уявлень, на прикладі струнних інструментів.
29. Закон Вебера-Фехнера.
30. Закон Стівенса як уточнення закону Вебера-Фехнера.
31. Ряд Фур'є для сигналу $s(t)$ має вигляд:

$$s(t) = 3 \times \sin(2\pi \times 100 \times t + 2\pi/3) + 2 \times \sin(2\pi \times 200 \times t + 2\pi/2).$$
 Побудувати амплітудний та фазовий спектри цього сигналу. Подати вираз для $s(t)$ як ряду суми синусних та косинусних складових з відповідними коефіцієнтами. Перевірити чисельний зв'язок між цими коефіцієнтами та амплітудами і фазами $s(t)$. Як називаються ці коефіцієнти.
32. Ряд Фур'є для сигналу $s(t)$ має вигляд:

$$s(t) = 3 \times \sin(2\pi \times 200 \times t + 2\pi/2) + 2 \times \sin(2\pi \times 400 \times t + 2\pi/6).$$
 Побудувати амплітудний та фазовий спектри цього сигналу. Подати вираз для $s(t)$ як ряду суми синусних та косинусних складових з відповідними коефіцієнтами. Перевірити чисельний зв'язок між цими коефіцієнтами та амплітудами і фазами $s(t)$. Як називаються ці коефіцієнти.
33. Ряд Фур'є для сигналу $s(t)$ має вигляд:

$$s(t) = 3 \times \sin(2\pi \times 800 \times t + 2\pi/5) + 2 \times \sin(2\pi \times 900 \times t + 2\pi/7) + 4 \times \sin(2\pi \times 1000 \times t + 2\pi/8).$$
 Побудувати амплітудний та фазовий спектри цього сигналу. Подати вираз для $s(t)$ як ряду суми синусних та косинусних складових з відповідними коефіцієнтами. Перевірити чисельний зв'язок між цими коефіцієнтами та амплітудами і фазами $s(t)$. Як називаються ці коефіцієнти.
34. Ряд Фур'є для сигналу $s(t)$ має вигляд:

$$s(t) = 3 \times \sin(2\pi \times 100 \times t + 2\pi/16) + 2 \times \sin(2\pi \times 700 \times t + 2\pi/14) + 4 \times \sin(2\pi \times 900 \times t + 2\pi/8).$$
 Побудувати амплітудний та фазовий спектри цього сигналу. Подати вираз для $s(t)$ як ряду суми синусних та косинусних складових з відповідними

- коефіцієнтами. Перевірити чисельний зв'язок між цими коефіцієнтами та амплітудами і фазами $s(t)$. Як називаються ці коефіцієнти.
35. Ряд Фур'є для сигналу $s(t)$ має вигляд:
 $s(t) = 5 \times \sin(2\pi \times 400 \times t + 2\pi/10)$.
 Побудувати амплітудний та фазовий спектри цього сигналу. Подати вираз для $s(t)$ як ряду суми синусних та косинусних складових з відповідними коефіцієнтами. Перевірити чисельний зв'язок між цими коефіцієнтами та амплітудами і фазами $s(t)$. Як називаються ці коефіцієнти.
36. Ряд Фур'є для сигналу $s(t)$ має вигляд:
 $s(t) = 0,5 \times \sin(2\pi \times 200 \times t + 2\pi/3) + 1,4 \times \sin(2\pi \times 300 \times t + 2\pi/3)$.
 Побудувати амплітудний та фазовий спектри цього сигналу. Подати вираз для $s(t)$ як ряду суми синусних та косинусних складових з відповідними коефіцієнтами. Перевірити чисельний зв'язок між цими коефіцієнтами та амплітудами і фазами $s(t)$. Як називаються ці коефіцієнти.
37. Ряд Фур'є для сигналу $s(t)$ має вигляд:
 $s(t) = 0,1 \times \sin(2\pi \times 100 \times t + 2\pi/16) + 2,4 \times \sin(2\pi \times 200 \times t + 2\pi/16)$.
 Побудувати амплітудний та фазовий спектри цього сигналу. Подати вираз для $s(t)$ як ряду суми синусних та косинусних складових з відповідними коефіцієнтами. Перевірити чисельний зв'язок між цими коефіцієнтами та амплітудами і фазами $s(t)$. Як називаються ці коефіцієнти.
38. Одночасно діють два джерела звуку з рівнем інтенсивності звуку першого джерела $L1 = 40$ дБ та другого $L2 = 44$ дБ. Частота першої хвилі 1000 Гц, другої теж 1000 Гц. Визначити результуючий рівень інтенсивності $L12$.
39. Одночасно діють два джерела звуку з рівнем інтенсивності звуку першого джерела $L1 = 40$ дБ та другого $L2 = 44$ дБ. Частота першої хвилі 400 Гц, другої 2000 Гц. Визначити результуючий рівень інтенсивності $L12$.
40. Одночасно діють два джерела звуку з рівнем інтенсивності звуку першого джерела $L1 = 40$ дБ та другого $L2 = 40$ дБ. Частота першої хвилі 1000 Гц, другої теж 1000 Гц. Визначити результуючий рівень інтенсивності $L12$.
41. Ряд Фур'є для сигналу $s(t)$ має вигляд:
 $s(t) = 3 \times \sin(2\pi \times 200 \times t + 2\pi) + 5 \times \sin(2\pi \times 300 \times t + 2\pi/4) + 2,0 \times \sin(2\pi \times 400 \times t + 2\pi/6)$.
 Побудувати амплітудний та фазовий спектри цього сигналу. Подати вираз для $s(t)$ як ряду суми синусних та косинусних складових з відповідними коефіцієнтами. Перевірити чисельний зв'язок між цими коефіцієнтами та амплітудами і фазами $s(t)$. Як називаються ці коефіцієнти.
42. Одночасно діють два джерела звуку з рівнем інтенсивності звуку першого джерела $L1 = 50$ дБ та другого $L2 = 50$ дБ. Частота першої хвилі 1000 Гц, другої 1050 Гц. Визначити результуючий рівень інтенсивності $L12$.
43. Ряд Фур'є для сигналу $s(t)$ має вигляд:
 $s(t) = 0,3 \sin(2\pi \times t + \pi/16) + 0,1 \sin(2\pi \times 2t - \pi/16) - 0,1 \sin(2\pi \times 3t + \pi/16) + 0,1 \sin(2\pi \times 4t - \pi/16)$.
 Побудувати амплітудний та фазовий спектри цього сигналу. Подати вираз для $s(t)$ як ряду суми синусних та косинусних складових з відповідними коефіцієнтами. Перевірити чисельний зв'язок між цими

- коефіцієнтами та амплітудами і фазами $s(t)$. Як називаються ці коефіцієнти.
44. Одночасно діють два джерела звуку з рівнем інтенсивності звуку першого джерела $L_1 = 30$ дБ та другого $L_2 = 30$ дБ. Частота першої хвилі 630 Гц, другої 700 Гц. Визначити результуючий рівень інтенсивності L_{12} .
 45. Розрахувати час реверберації для акустично необробленого пустого приміщення довжиною 10 метрів, шириною 10 метрів та висотою 3 метри для коефіцієнтів поглинання відбиваючих поверхонь, що дорівнюють 0,01 на всіх частотах та 0,5 на всіх частотах . Порівняти результати розрахунку за формулами Себіна та Ейрінга.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна література

1. Ананьєв А.Б. Елементи музичної акустики: навч. посіб. Київ : Фенікс, 2008. 224 с.
2. Ананьєв А.Б. Акустика для звукорежисерів: навч. посіб. Київ : Фенікс, 2012. 256 с.
3. Бабак В.П., Білецький А.Я., Гуржій А.М. Сигнали і спектри: Навч. посібник. Київ: Книжкове видання НАУ, 2005.- 492с.
4. Белявіна Н. Д., Белявін В. Ф., Бондарець Н. Л., Дьяченко В. В. Основи звукорежисури : навч. посіб. / під ред. Н.Д. Белявіної. Київ : НАКККіМ, 2011. Ч. I. 84 с.
5. Белявіна Н. Д., Белявін В. Ф., Дьяченко В. В., Грищенко В.І., Козлін В.Й., Папченко В.П. Звукорежисура: посібник / під ред. Н.Д. Белявіної. Київ : НАКККіМ, 2024. 216 с.
6. Дудюк Д.Л., Максимів В.М., Оріховський Р.Я. Електричні вимірювання. Навчальний посібник. Львів : Афіша, 2003. 272 с.
7. Рязанцев Л. В. Звукорежисура : навч. посіб. Київ : ДАКККіМ, 2009. 144 с.
8. Скрипник Т.В. Математика для 9-11 класів: Довідник школяра і студента. Донецьк : тов. ВКФ «БАО», 2008.-320 с.
9. Чолпан П.П. Фізика : Підручник. Київ : Вища школа, 2003. 567с.

Допоміжна література

10. Ананьєв А.Б. Математика для звукорежисерів. Випуск 1. Навчальний посібник. Київ. 2014. 27 с. (*Київський Національний Інститут Культури і Мистецтв. Інститут Кіно і Телебачення. Кафедра звукорежисури. Логарифми, децибелі, гучність*)
11. Ананьєв А.Б. Математика для звукорежисерів. Випуск 2. Навчальний посібник. Київ. 2014. 23с. (*Київський Національний Інститут Культури і Мистецтв. Інститут Кіно і Телебачення. Кафедра звукорежисури. Спектри звукових сигналів*)
12. Ананьєв А.Б. Математика для звукорежисерів. Випуск 3. Навчальний посібник. Київ. 2015. 41 с. (*Київський Національний Інститут Культури*)

і Мистецтв. Інститут Кіно і Телебачення.Кафедра звукорежисури. Фазові співвідношення у звуках).

13. Ананьєв А.Б. Математика для звукорежисерів. Випуск 4. Навчальний посібник. Київ. 2015. 55 с. (*Київський Національний Інститут Культури і Мистецтв. Інститут Кіно і Телебачення.Кафедра звукорежисури. Акустика і архітектура, реверберація, резонанси).*
14. Васильченко І.П., Данилов В.Я., Лобанов А.І., Таран С.Ю. Вища математика: основні означення, приклади і задачі . Київ : Либідь, 1992. 337 с.
15. Гончаренко С.У. Фізика : підруч. для 11 кл. серед. загальноосв. шк. Київ : Освіта, 2002. 319 с.
16. Beranek L. Music, Acoustics and architecture. N.Y.: Wiley & Sons, 1996.
17. Encyclopedia of Acoustics. Ed. Crocker M. V.1-4. N.Y.: Wiley & Sons, 1997.
18. Hunt F.V. Origins in Acoustics. London.: University Press, 1978.
19. Kuttruff H. Room Acoustics. London.: Elsevier, 2000.
20. Lindsay R.B. The Story of acoustics. JASA. 1966. V.39, n.4.
21. The Theory of Sound by J.W. Strutt, Baron Rayleigh. In Two Volumes. N. Y., DOVER PUBLICATIONS, 1945. V.1. 504 p; V.2. 476 p.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

22. The Feynman Lectures on Physics, Volume I. Mainly mechanics, radiation, and heat. Feynman • Leighton • Sands. Copyright © 1963, 2006, 2013 by the California Institute of Technology, Michael A. Gottlieb and Rudolf Pfeiffer. https://www.feynmanlectures.caltech.edu/I_toc.htm
23. Наукова бібліотека НАКККиМ. <https://nakkim.edu.ua/science/biblioteka>
24. Європейська цифрова бібліотека – Europeana <http://www.europeana.eu/portal>