

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет «Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту
інформації»

Кафедра «Медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету ІРТЗІ

 Денис ГОРЕЛОВ

"_01_" ____09____2025 р

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Акустичні та електроакустичні вимірювання»

рівень вищої освіти

бакалаврський

спеціальність

172 Електронні комунікації та радіотехніка

освітньо-професійна програма

« Медіаінженерія»

Харків – 2025 р.

Розробник:  В.М. Олейніков, проф. каф. МІРЕС, к.т.н., доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри «Медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем»

Протокол № 1 від 30.08.2025 р.

Завідувач кафедри МІРЕС 
(підпис) В.М. Карташов
(ініціали, прізвище)

Гарант ОП 
(підпис) — С.В. Шаповалов
(ініціали, прізвище)

Схвалено методичною комісією факультету Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації.

Протокол № 2 від 01.09.2025 р.

Голова методичної комісії 
(підпис) О.О. Іванова
(ініціали, прізвище)

МІ-22-1+МІу-23-1

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни*	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС* 4	Вибіркова	
Модулів** 3	Рік підготовки:	
Змістових модулів 7	4-й	
Індивідуальних завдань: * КР-2	Семестр	
Загальна кількість годин 120	7-й	
	Кількість годин	
	120	
	Навчальні заняття: 1) лекції, год	
Мова навчання Українська	24	
	2) практичні, год	
	6	
	3) лабораторні, год	
	12	
	4) консультації, год	
	8	
	Самостійна робота, год	
	70	
	в тому числі :1) КР. год.	
	Вид контролю: комб. іспит	

Примітка.

* Відомості з навчального плану

** Структурна одиниця дисципліни (складається із змістовних модулів) .

Рекомендована кількість модулів дорівнює кількості контрольних точок.

2 МЕТА ДИСЦИПЛІНИ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ З ЇЇ ВИВЧЕННЯ

2.1 Мета вивчення дисципліни: вивчення методів визначення характеристик акустичних та електроакустичних вимірювальних датчиків і систем, методів визначення акустичних характеристик матеріалів, параметрів приміщень, методів обробки результатів і оцінки похибок акустичних вимірювань

2.2 Результати навчання :

за результатом вивчення дисципліни студенти повинні:

знати: характеристики вимірювальних електроакустичних перетворювачів, методи їх градування і калібрування, методи електроакустичних вимірювань в повітрі і рідинах, методи обробки результатів електроакустичних вимірювань;

вміти: вибрати метод акустичного та електроакустичного вимірювання, обґрунтувати застосовність методу, вимоги до умов проведення електроакустичних вимірювань і характеристикам вимірювального об'єму, провести вимірювання, обробити результати вимірювань і зробити оцінку похибок вимірювань

P4. Пояснювати результати, отримані в результаті проведення вимірювань, в термінах їх значущості та пов'язувати їх з відповідною теорією.

P5. Навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації даних.

P14. Застосування розуміння основних властивостей компонентної бази для забезпечення якості та надійності функціонування теле комунікаційних, радіотехнічних систем і пристроїв.

P16. Застосування розуміння основ метрології та стандартизації у галузі телекомунікацій та радіотехніки у професійній діяльності.

P18. Знаходити, оцінювати і використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для розв'язання професійних завдань, включаючи відтворення інформації через електронний пошук.

P20. Пояснювати принципи побудови й функціонування апаратно програмних комплексів систем керування та технічного обслуговування для розробки, аналізу і експлуатації інформаційно телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

володіти (перелік сформованих компетентностей):

ЗК2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно так і письмово.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК8. Здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми.

ФК1. Здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства.

ФК3. Здатність використовувати базові методи обробки та зберігання інформації

ФК4. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.

ФК6. Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

ФК8. Здатність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.

ФК9. Здатність здійснювати приймання та освоєння нового обладнання відповідно до чинних нормативів.

ФК10. Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки.

ФК15. Здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і програмних засобів автоматизації проектування.

2.3 Передумови для вивчення дисципліни:

«Фізика», «Теоретичні основи акустики», «Звукозапис та монтаж», «Психоакустика» .

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Загальна характеристика і класифікація техніки акустичних та електроакустичних вимірювань

Тема 1. Звукові коливання і хвилі.

Тема 2. Основні поняття і визначення техніки акустичних та електроакустичних вимірювань. Класифікація електроакустичних вимірювань

Змістовий модуль 2. Метрологічне забезпечення і математична обробка результатів акустичних та електроакустичних вимірювань

Тема 1. Похибки акустичних та електроакустичних вимірювань. Одиниці фізичних величин, які використовуються при акустичних та електроакустичних вимірюваннях.

Тема 2. Математична обробка результатів електроакустичних вимірювань.

Змістовий модуль 3. Методи обробки акустичних сигналів

Тема 1. Характеристика акустичних сигналів.

Тема 2. Аналіз вимірюваних акустичних сигналів методами цифрової обробки.

Змістовий модуль 4. Техніка акустичних вимірювань в повітрі.

Тема 1. Вимірювальні випромінювачі і приймачі звукового тиску в повітрі. Прилади і вимірювальні системи в повітряній акустиці.

Тема 2. Методи градування вимірювальних перетворювачів для повітряного середовища.

Змістовий модуль 5. Техніка акустичних вимірювань в рідинах.

Тема 1. Вимірювальні випромінювачі і приймачі звукового тиску в рідинах. Прилади й вимірювальні системи для вимірювання акустичних сигналів в рідинах.

Тема 2. Методи градування вимірювальних перетворювачів для рідин.

Змістовий модуль 6. Вимірювальні об'єми в повітрі і рідині.

Тема 1. Методи оцінки характеристик вимірювальних об'ємів.

Тема 2. Умови проведення електроакустичних вимірювань.

Змістовий модуль 7. Акустичні вимірювання в приміщеннях.

Тема 1. Методи вимірювання акустичних параметрів приміщень

Тема 2. Методи вимірювання акустичних характеристик матеріалів.

4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усь- ого	у тому числі					Усь- ого	у тому числі				
		л	п	лб	конс	с.р.		л	п	лб	конс	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Загальна характеристика і класифікація техніки акустичних та електроакустичних вимірювань												
Тема 1. Звукові коливання і хвилі.	6	2				4						
Тема 2. Основні поняття і визначення техніки акустичних та електроакустичних вимірювань. Класифікація акустичних та електроакустичних вимірювань	8	2				6						
Разом за зміст. мод. 1	14	4				10						
Змістовий модуль 2. Метрологічне забезпечення і математична обробка результатів електроакустичних вимірювань												
Тема 1. Похибки акустичних та електроакустичних вимірювань. Одиниці фізичних величин, які використовуються при електроакустичних вимірюваннях.	8	2			2	4						
Тема 2. Математична обробка результатів електроакустичних вимірювань.	16	2	2			6						
Разом за зміст. мод. 2	18	4	2			10						
Усього годин за мод. 1	32	8	2		2	20						
Модуль 2												
Змістовий модуль 3. Методи обробки акустичних сигналів												
Тема 1. Характеристика акустичних сигналів.	8	2			2	4						
Тема 2. Аналіз вимірюваних акустичних сигналів методами цифрової обробки.	4	2				2						
Разом за зміст. мод. 3	12	4			2	6						
Змістовий модуль 4. Техніка акустичних вимірювань в повітрі.												
Тема 1. Вимірювальні	12	2	2	4		4						

випромінювачі і приймачі звукового тиску в повітрі. Прилади і вимірювальні системи в повітряної акустиці.												
Тема 2. Методи градування вимірювальних перетворювачів для повітряного середовища.	4					4						
Разом за зміст. мод. 4	16	2	2	4		8						
Змістовий модуль 5. Техніка акустичних вимірювань в рідинах.												
Тема 1. Вимірювальні випромінювачі і приймачі звукового тиску в рідинах. Прилади й вимірювальні системи для вимірювання акустичних сигналів в рідинах.	8	2			2	4						
Тема 2. Методи градування вимірювальних перетворювачів для рідини.	6		0			4						
Разом за зміст. мод. 5	14	2	0		2	8						
Усього годин за мод.2	42	8	2	4	4	22						
Модуль 3												
Змістовий модуль 6. Вимірювальні об'єми в повітрі і рідині.												
Тема 1. Методи оцінки характеристик вимірювальних об'ємів.	12	2		4		2						
Тема 2. Умови проведення акустичних та електроакустичних вимірювань.	6	2				4						
Разом за зміст. мод. 6	18	4		4		6						
Змістовий модуль 7. Акустичні вимірювання в приміщеннях.												
Тема 1. Методи вимірювання акустичних параметрів приміщень	16	2	2	0	2	6						
Тема 2. Методи вимірювання акустичних характеристик матеріалів	8	2				8						
Разом за зміст. мод. 7	24	4	2	0	-	14						
Усього годин за мод. 3	42	8	2	8	2	20						
KP1						4						
KP2						4						
Усього годин за семестр	120	24	6	12	8	70						

5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Методика оцінювання результату вимірювання і його невизначеності	2	
2	Основні параметри і характеристики вимірювальних мікрофонів	2	
3	Основні параметри і характеристики гучномовців	2	
	Загальна кількість	6	

6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Визначення нормального коефіцієнта звукопоглинання і нормального імпедансу з використанням вимірювальної акустичної труби	4	
2	Вимір параметрів Тіля Смолла динамічної головки	4	
3	Вимірювання ревербераційних параметрів приміщень	4	
	Загальна кількість	12	

7 САМОСТІЙНА РОБОТА

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Вивчення теоретичного матеріалу з використанням конспектів і навчальної літератури	18	
2	Підготовка до лабораторних занять	10	
3	Підготовка до практичних занять	6	
4	Вимірювальні випромінювачі і приймачі звукового тиску в рідинах. Прилади й вимірювальні системи для вимірювання акустичних сигналів в рідинах.	6	
5	Методи градування вимірювальних перетворювачів для рідини	4	
6	Методи оцінки характеристик вимірювальних об'єктів.	4	
7	Умови проведення акустичних та електроакустичних вимірювань	6	
8	Методи вимірювання акустичних параметрів приміщень	4	
9	Методи вимірювання акустичних характеристик матеріалів	6	
10	Підготовка до КР	8	
	Загальна кількість	70	

8 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

8.1 Розрахунково-графічні завдання (РГЗ) та контрольні роботи (КР)

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	КР1	4	
2	КР2	4	
	Загальна кількість, год	8	

9. МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

9.1 Метод навчання:

- практичний (лабораторні, практичні роботи);
- наочний (метод ілюстрацій і метод демонстрацій);
- словесний (лекція, співбесіда);
- робота з навчально-методичною літературою;
- відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання.

9.2 Засоби оцінювання:

- комбінований іспит;
- реферат;
- презентація результатів виконаних завдань та досліджень;
- завдання на лабораторному обладнанні.

10 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

10.1 Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Вид заняття / контрольний захід	Оцінка
Лб № 1,2	13
Пз № 1,2	12
КР 1	25
Контрольна точка 1	50
Лб № 3,4	13
Пз № 3,4	12
КР 2	25
Контрольна точка 2	50
Всього за 7-й семестр	100

Формою підсумкового контролю для дисципліни «Вимірювання на звукових та ультразвукових частотах» є письмовий (комбінований) іспит. При цьому виді контролю підсумкова оцінка P_{Π} обчислюється за формулою: $P_{\Pi} = 0,6 \times O_{\text{сем}} + 0,4 \times O_{\text{ісп}}$, де $O_{\text{сем}}$ – оцінка за семестр у 100-бальній системі, $O_{\text{ісп}}$ – оцінка за іспит у 100-бальній системі.

Білет для іспиту складається з трьох теоретичних запитань та задачі. Теоретичні запитання оцінюються в 80 балів, а задача – у 20 балів (в сумі – 100 балів).

9.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки.

1. Основні поняття і визначення техніки акустичних вимірювань. Звукові коливання і хвилі. Класифікація акустичних вимірювань
2. Одиниці фізичних величин, які використовуються при акустичних та електроакустичних вимірюваннях. Похибки акустичних та електроакустичних вимірювань. Математична обробка результатів вимірювань.
3. Характеристика акустичних сигналів. Аналіз вимірюваних акустичних сигналів методами цифрової обробки.
4. Методика проведення акустичних вимірювань в повітрі. Вимірювальні випромінювачі і приймачі звукового тиску в повітрі. Методи градування вимірювальних перетворювачів для повітряного середовища. Прилади й вимірювальні системи в повітряній акустиці.
5. Вимірювальні випромінювачі і приймачі звукового тиску в рідині. Методи градування вимірювальних перетворювачів для рідин. Прилади й вимірювальні системи для вимірювання акустичних сигналів в рідинах.
6. Вимірювальні об'єми в повітрі і рідині. Методи оцінки їх характеристик. Умови проведення вимірювань.
7. Акустичні вимірювання в приміщеннях. Методи вимірювання акустичних характеристик матеріалів.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки.

1. Вибрати метод акустичного або електроакустичного вимірювання;
2. Обґрунтувати застосовність методу;
3. Обґрунтувати вимоги до умов проведення акустичних або електроакустичних вимірювань і характеристикам вимірювального об'єму;
4. Провести акустичне або електроакустичне вимірювання, обробити результати вимірювань і зробити оцінку похибок вимірювань.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно, D, E, (60-74). Мати мінімум знань і вмінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Орієнтуватися у особливостях методів акустичних вимірювань. При виконання практичних або лабораторних робіт студент виконує роботу за зразком, але з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи.

Добре, C (75 – 89). Твердо знати мінімум знань і вмінь. Обґрунтувати вимоги до умов проведення акустичних вимірювань і характеристикам вимірювального об'єму. При виконанні практичних або лабораторних робіт студент може самостійно підготувати робоче місце, виконати роботу в повному обсязі й зробити правильні висновки.

Відмінно, A, B (90-100). Знати всі теми. Провести акустичне вимірювання, обробити результати вимірювань і зробити оцінку похибок вимірювань. При виконанні практичних і лабораторних робіт студент дотримується усіх вимог, передбачених програмою курсу.

Критерії оцінювання знань та умінь студента на комбінованому екзамені.

Задовільно, D, E, (60-74) Мати мінімум знань і умінь. Знати основний зміст програмного матеріалу, взагалі вірно розкривати суть питань. Знати шляхи та методи розв'язання практичного завдання та вміти застосувати їх на практиці.

Добре, C (75 – 89) Виявити повне знання програмного матеріалу, вірно розкривати суть проблем, але питання розкрити не повністю, з незначними помилками у змісті відповідей або не досить обґрунтовано дати відповіді на поставлені запитання.

Показати вміння розв'язання практичного завдання та обґрунтувати всі етапи запропонованого рішення.

Відмінно, A, B (90-100) Студент має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень дисципліни що вивчається. Виявити чіткі, систематизовані, глибокі знання програмного матеріалу, вірно розкривати суть і досить повно обґрунтовувати своє ставлення до запропонованих питань. Безпомилково розв'язати практичне завдання, пояснити та обґрунтувати обраний метод розв'язання.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
96–100	A	відмінно	зараховано
90–95	B		
75–89	C	добре	
66–74	D	задовільно	
60–65	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

11 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

11.1 Базова література

1. Грінченко В. Т. Основи акустики / В. Т. Грінченко, І. В. Вовк, В. Т. Мадипура – Київ: Наукова думка, 2007. — 640 с
2. Колесніков А.Є. Акустичні виміри. - К.: Суднобудування, 1983
3. Байда В. В. Дослідження апаратних та програмних методів вимірювання акустичних шумів та звукових характеристик приміщень / В. В. Байда, В. В. Бражний, В. В. Куцак – Вінниця: ВНТУ, 2014 р.
4. Електроакустика [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Акустичні електронні системи та технології обробки акустичної інформації» спеціальності 171 "Електроніка" / С.А.Луньова; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл:10,28 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 161 с.

11.2 Додаткова література

5. Луньова С.А. Конспект лекцій з курсу “Електроакустика”.-Київ: НТУУ “КПІ”, електронне видання, 2012.- 340 с.
6. Дідковський В.С., Луньова С.А., О.В. Богданов. Архітектурна акустика Навчальний посібник – НТУУ «КПІ» (ФЕЛ) – 2012 – 383с.
7. Діагностика будівельних матеріалів, конструкційних елементів будинків і споруд та механічних систем неруйнівними методами на основі пружних хвиль: монографія / Л. М. Шутенко, Я. О. Серіков, М. С. Золотов та ін. – К.: Техніка – 2009. – 261 с.

11.3 Методичні вказівки до різних видів занять

8. Конспект лекцій з дисципліни «Вимірювання на звукових та ультразвукових частотах» для студентів спеціальності 171 - Електроніка [Електронний ресурс] : освітньо-професійної програми "Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа" / ХНУРЕ ; розроб. В. М. Олейніков. – Харків, 2019. – 235 с.

9. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Вимірювання на звукових та ультразвукових частотах» для студентів спеціальності 171 - Електроніка [Електронний ресурс] : освітньо-професійної програми "Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа" / ХНУРЕ ; розроб. В. М. Олейніков. – Харків, 2019. – 36с.

10. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Вимірювання на звукових та ультразвукових частотах» для студентів спеціальності 171 - Електроніка [Електронний ресурс] : освітньо-професійної програми "Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа" / ХНУРЕ ; розроб. В. М. Олейніков. – Харків, 2019. – 31 с.

11. Методичні вказівки з самостійної роботи з дисципліни «Вимірювання на звукових та ультразвукових частотах» для студентів спеціальності 171 - Електроніка [Електронний ресурс] : освітньо-професійної програми "Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа" / ХНУРЕ ; розроб. В. М. Олейніков. – Харків, 2019. – 19 с.

12. Комплекс навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни "Вимірювання на звукових та ультразвукових частотах" підготовки бакалавра, спеціальності 171 - Електроніка [Електронний ресурс] : освітньо-професійної програми "Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа" / ХНУРЕ ; розроб. В. М. Олейніков. – Харків, 2019. – 352 с

12 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Редактор звукових файлів Audacity