

Міністерство освіти і науки України

Харківських національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації
Кафедра Медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

ІРТЗІ

Денис ГОРЄЛОВ

(підпис, прізвище, ініціали)

" 01"

вересня

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Акустoeлектроніка

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти

бакалаврський

(бакалаврський, магістерський, освітньо-науковий)

спеціальність

171 – Електроніка

(шифр і назва спеціальності)

освітньо-професійна програма

«Електронні пристрої та системи»

«Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа»

(повна назва програми)

Харків – 2025 р.

Розробник:



Усик В.В., проф. каф. МІРЕС, к.т.н., доц.

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

Протокол від. “30” 08 2025 року № 1

Завідувач кафедри МІРЕС


(підпис)В.М.Карташов
(прізвище та ініціали)

30. 08. 2025 року

Гарант освітньої програми ЕСТМ:


(підпис)М.М.Колендовська
(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною комісією факультету Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації.

Протокол від 01.09.2025 р. № 2

Голова методичної комісії


(підпис)О.О. Іванова
(ініціали, прізвище)

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 5	Обов'язкова	
Модулів – 1	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4	2-й	-й
Індивідуальних завдань: РГЗ та КР <u>1</u> курс. робота (проект) <u>0</u>	Семестр	
Загальна кількість годин <u>150</u>	3-й	-й
	Кількість годин	
	150	
	Навчальні заняття: 1) лекції, год.	
Мова навчання <u>українська</u>	34	
	2) практичні, год.	
	10	год.
	3) лабораторні, год.	
	16	год.
	Самостійна робота, год.	
	90	год.
	в тому числі: 1) РГЗ та КР, год.	
	курсова робота (проект), год.	
	Вид контролю: Іспит комбінований	

2 МЕТА ДИСЦИПЛІНИ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ З ЇЇ ВИВЧЕННЯ

2.1 Мета вивчення дисципліни:

Вивчення основ поширення звукових хвиль, фізіології слуху, мови, особливостей поширення звукових хвиль в приміщенні, вивчення принципів побудови електроакустичних перетворювачів.

2.2 Результати навчання:

Завдання: за результатом вивчення дисципліни студенти повинні:

Знати:

- основні властивості звукових сигналів та звукового поля;
- фізіологічні особливості сприйняття звукових сигналів;
- механізми звукоутворення мови;
- методи моделювання звукових полів в приміщенні;
- методи оцінки звукового поля приміщення;
- принципи проектування приміщень з урахуванням вимог до акустичних властивостей;
- особливості конструкції та призначення основних елементів електроакустичних перетворювачів.

Вміти:

- аналізувати звукове поле приміщення;
- проводити розрахунок та моделювання акустичних властивостей приміщення;
- проводити оцінку акустичних властивостей приміщення;
- проводити проектування та розрахунок електроакустичних перетворювачів.

2.3 Перелік компетентностей:

Загальні компетентності:

ЗК 1: Здатністю застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2: Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Спеціальні (фахові предметні) компетентності:

СК1: Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

СК2: Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

СК6: Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у приладах, пристроях та системах електроніки за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень.

СК7: Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструкцій пристроїв та систем електроніки.

СК8: Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.

СК11: Здатність контролювати і діагностувати стан обладнання, застосовувати сучасні електронні компоненти та технічні засоби, профілактику, ремонт та технічне обслуговування електронних пристроїв та систем, монтувати, налагоджувати та ремонтувати аналогові, цифрові та оптичні модулі, розробляти та виготовляти друковані плати, розробляти програмне забезпечення для мікроконтролерів.

СК13: Здатність створювати мультимедійний аудіоконтент з використанням сучасних апаратних і програмних засобів запису, обробки аудіосигналів, зведення та майстерингу звуку.

Результати навчання здобувача вищої освіти

Р1: Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки.

Р5: Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та налагодження електронних систем, демонструвати навички програмування, аналізу та відображення результатів вимірювання та контролю.

Р6: Застосовувати експериментальні навички (знання експериментальних методів та порядку проведення експериментів) для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, планувати, складати схеми; аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

Р10: Розробляти технічні засоби для побудови та діагностування технічного стану електронних пристроїв та систем, організовувати та проводити плановий та позаплановий ремонт, налагодження та переналагодження електронного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва.

Р 20: Застосовувати навички створення мультимедійного аудіоконтенту з використанням сучасних апаратних і програмних засобів запису, обробки аудіосигналів, зведення та майстерингу звуків.

2.3 Передумови вивчення дисципліни:

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Фізична хімія	Твердотільна електроніка
Матеріали електронної техніки	Технологічні основи електроніки

З ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДУЛЬ 1. ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ. ФІЗІОЛОГІЯ СЛУХУ. МОВА

Тема 1: Звукові коливання та хвилі

Основні визначення. Лінійні характеристики звукового поля. Енергетичні характеристики звукового поля. Рівні величин. Основні поняття і визначення. Електричні рівні. Акустичні рівні. Моделі звукових хвиль - плоска хвиля, сферична хвиля, циліндрична хвиля.

Тема 2 :Основні властивості поширення звукових хвиль

Інтерференція, віддзеркалення, дифракція. Модель поширення звукових хвиль в трубі.

Тема 3: Основні властивості людського слуху

Механізм роботи слухової системи. Висота тону. Критичні смуги, консонантне і дисонантне звучання. Бінауральний слух і просторова локалізація. Моноуральність та бінауральність сприйняття. Просторова та горизонтальна локалізація. Нелінійні властивості слуху. Слухових порогів. Абсолютні слухові пороги, больовий поріг. Абсолютні частотні пороги. Амплітудні та частотні диференціальні пороги. Гучність. Визначення гучності, одиниці виміру. Рівні гучності. Гучність складних звуків. Тембр. Визначення тембру. Ефект передування. Тембр та акустичні характеристики звуку.

Тема 4: Мова

Мова. Основні механізми звукоутворення мови. Механізм утворення гласних звуків. Механізм утворення приголосних звуків.

МОДУЛЬ 2. АКУСТИКА ПРИМІЩЕННЯ

Тема 5: Суб'єктивні критерії оцінки акустики приміщення

Критерії позитивної оцінки акустики приміщення. Негативні критерії акустики приміщення.

Тема 6: Основні положення поширення звукових хвиль в приміщенні

Формування звукового поля в приміщенні. Індекс дифузності. Існуючі теорії поширення звукових хвиль в приміщенні. Хвилева теорія.

Тема 7: Статистичне уявлення про звукові процеси в приміщенні. Основні критеріїв оцінки акустичної якості приміщення

Поглинання енергії в приміщенні. Процес наростання і спаду звукової енергії в приміщенні. Стандартний час реверберації. Акустичне відношення. еквівалентна реверберація. Оптимальний час реверберації.

Тема 8: Геометрична теорія поширення звукових хвиль в приміщенні

Променева теорія. Структура ранніх віддзеркалень. Променевий ескіз (картина). Геометрична теорія поширення звукових хвиль в приміщенні. Методика побудови майданчиків перших віддзеркалень. Методика побудови майданчиків віддзеркалень другого та наступних порядків. Структура ревербераційного процесу.

МОДУЛЬ 3. ЕЛЕКТРОАКУСТИЧНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ

Тема 9: Електромеханічні та електроакустичні аналогії

Лінійна коливальна система та метод електромеханічної аналогії. Механічна коливальна система з однією ступеню свободи. Електромеханічна аналогія. Акустичні коливальні системи. Резонатор Гемгольца. Побудова механічних схем та еквівалентних їм електричних контурів. Правила перетворення еквівалентних схем.

Тема 10: Принципи електроакустичного перетворювання в голівках гучномовців

Електродинамічні ГГ. Особливості конструкції та призначення основних елементів. Низькочастотні ГГ. Середньочастотні ГГ. Високочастотні ГГ.

МОДУЛЬ 4. ПАРАМЕТРИ АКУСТИЧНИХ СИСТЕМ. МІКРОФОНИ

Тема 11: Мікрофони

Загальні відомості. Класифікація. Градієнт тиску, мікрофон тиску. Технічні характеристики мікрофонів. Принципи дії мікрофонів. Конструкції. Вугільний, електромагнітний мікрофони. Електродинамічний, стрічковий мікрофони. Конденсаторний і п'єзокерамічний мікрофони. Спрямовані властивості мікрофонів. Діаграма спрямованості. Коефіцієнти спрямованості.

4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1.												
Змістовий модуль 1. Основні визначення. фізіологія слуху. Мова												
Тема 1: Звукові коливання та хвилі.	20	2	2	4		12						
Тема 2: Основні властивості поширення звукових хвиль.	10	2				8						
Тема 3: Основних властивості людського слуху.	16	6	2			8						
Тема 4: Мова.	6	2				4						
Разом за змістовим модулем 1	52	12	4	4		32						
Змістовий модуль 2. Акустика приміщення												
Тема 5: Суб'єктивних критеріїв оцінки акустики приміщення	6	2				4						
Тема 6: Основні положення поширення звукових хвиль в приміщенні	18	2	2	4		10						
Тема 7: Статистичне уявлення про звукові процеси в приміщенні. Основні критеріїв оцінки акустичної якості приміщення	18	4		4		10						
Тема 8: Геометрична теорія поширення звукових хвиль в приміщенні	22	2		4		14						
Разом за змістовим модулем 2	64	10	2	12		38						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 3. Електроакустичні перетворювачі												
Тема 9: Електромеханічні та електроакустичні аналогії.	12	2	2			8						
Тема 10: Принципи електроакустичного перетворювання в голівках гучномовців.	14	6	2			8						
Разом за змістовим модулем 3	26	8	4			8						
Змістовий модуль 4. Параметри акустичних систем. мікрофони												
Тема 11: Мікрофони.	6	4				4						
Разом за змістовим модулем 4	6	4				4						
Усього годин	150	34	10	20		90						

5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
Модуль 1. Основні визначення. фізіологія слуху. мова		
1	Розрахунок основних показників звукового поля. Розрахунок резонансних та антирезонансних частот в трубі.	2
2	Отримання спектру власних частот приміщення.	2
Разом за модулем 1		4
Модуль 2. Акустика приміщення		
3	Поглинання звукової енергії в приміщенні.	2
Разом за модулем 2		2
Змістовий модуль 3. Електроакустичні перетворювачі		
4	Побудова еквівалентних схем.	2
5	Розрахунок електродинамічної голівки гучномовця.	2
Разом за модулем 3		4
Усього годин		10

6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
Модуль 1. Основні визначення. фізіологія слуху. Мова		
1	Створення програмних модулів для розрахунку основних показників звукового поля.	4
Разом за модулем 1		4
Модуль 2. Акустика приміщення		
3	Основні принципи проектування архітектури приміщення у EASE 4.3.	4
4	Моделювання та дослідження акустичної якості приміщення в EASE 4.3.	4
Разом за модулем 2		12
Усього за семестр		16

7 САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
Модуль 1. Основні визначення. фізіологія слуху. Мова		
1	Тема 1: Звукові коливання та хвилі.	12
2	Тема 2: Основні властивості поширення звукових хвиль.	8
3	Тема 3: Основних властивості людського слуху.	8
4	Тема 4: Мова.	4
Разом за модулем 1		32
Модуль 2. Акустика приміщення		
5	Тема 5: Суб'єктивних критеріїв оцінки акустики приміщення	4
6	Тема 6: Основні положення поширення звукових хвиль в приміщенні	10
7	Тема 7: Статистичне уявлення про звукові процеси в приміщенні. Основні критеріїв оцінки акустичної якості приміщення	10
8	Тема 8: Геометрична теорія поширення звукових хвиль в приміщенні	14
Разом за модулем 2		38
Модуль 3. Електроакустичні перетворювачі		
9	Тема 9: Електромеханічні та електроакустичні аналогії.	8
10	Тема 10: Принципи електроакустичного перетворювання в голівках гучномовців.	8
Разом за модулем 3		16
Модуль 4. Параметри акустичних систем. мікрофони		
11	Тема 11: Мікрофони.	4
Разом за модулем 4		4
Усього годин		90

8 МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

Методи навчання: набуття знань і умінь під час відвідування лекційних занять, виконання лабораторних та практичних занять, виконання самостійної роботи.

Засоби оцінювання: модульні контрольні (тести), поточні тестові завдання, комбінований іспит.

9 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

9.1 Розподіл балів, які отримують студенти

Для оцінювання роботи студента протягом семестру підсумкова рейтингова оцінка $O_{\text{сем}}$ розраховується як сума оцінок за різні види занять та контрольні заходи.

Вид заняття / контрольний захід	Оцінка
Практичне заняття № 1	4..7
Лабораторна робота № 1	5..8
Практичне заняття № 2	4..7
Лабораторна робота № 2	5..9
Контрольна робота №1	10..15
Контрольна точка 1	28..56
Практичне заняття № 3	4..7
Лабораторна робота № 3	5..9
Практичне заняття № 4	4..7
Лабораторна робота № 4	5..9
Практичне заняття № 5	4..7
Контрольна робота №2	10..15
Контрольна точка 2	32..54
Підсумкова оцінка за дисципліною	60...100

Формою підсумкового контролю для дисципліни ТОА є письмовий (комбінований) іспит. При цьому виді контролю підсумкова оцінка $P_{\text{п}}$ обчислюється за формулою: $P_{\text{п}} = 0,6 \cdot O_{\text{сем}} + 0,4 \cdot O_{\text{ісп}}$, 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 двох запитань теоретичного матеріалу та задачі. Теоретичне запитання оцінюється в $30 \times 2 = 60$ балів, а задача – у 40 балів (в сумі – 100 балів).

9.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для отримання позитивної оцінки: основні властивості звукових сигналів та звукового поля; механізми роботи слухової системи, механізми звукоутворення мови; особливості поширення звукових хвиль в приміщенні, принципи побудови акустичних перетворювачів.

Необхідний обсяг умінь для отримання позитивної оцінки.

Вміти використовувати отримані знання, вміння, моделі для: експертного оцінювання архітектурних рішень акустики приміщень; проектування приміщень з урахуванням вимог до акустичних властивостей; обробки звукового контенту з урахуванням особливостей фізіології слуху та мови; проектування електроакустичних перетворювачів з урахуванням вимог до їх основних параметрів та характеристик.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Відмінно оцінюють студена, який глибоко та надійно засвоїв програмний матеріал, вичерпне, послідовно, грамотне та логічне злагоджено його виклав, у відповіді пов'язав теорію з практикою, показав знайомство з монографічною літературою та правильно обґрунтував рішення задачі (кількість отриманих балів 90-100).

Добре оцінюють студена, який твердо знає програмний матеріал, грамотне та по суті його викладає, не припускає суттєвих неточностей у відповіді на запитання, правильно застосовує теоретичні положення при вирішенні практичних питань і задач (кількість отриманих балів 74-89).

Задовільно оцінюють студена, який знає тільки основний матеріал, но не засвоїв його деталей, у відповіді припускає неточності, недостатньо правильно формулює основні закони і правила, має ускладнення під час виконання практичних завдань (кількість отриманих балів 60-73).

Незадовільно оцінюють студена, який не знає значної частини програмного матеріалу, припускає суттєві помилки, із ускладненнями виконує практичні завдання (кількість отриманих балів 0-59).

Шкала оцінювання: національна та ECTS

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

10 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

10.1 Базова література:

1. Теоретичні основи акустики [Текст] : навч. посібник / В. Т. Грінченко [та ін]; Національний технічний ун-т України "КПІ". - К. : [б.в.], 1998. - 374 с. - ISBN 966-597-013-5
2. Грінченко В.Т., Вовк І.В., Маципура В.Т. Основи акустики. Навчальний посібник. – К.: Наукова думка, 2007
3. Дідковський В.С., Найда С.А., Овсяник В.П. Фізична акустика. – К.: «Имэкс-ЛТД», 2009.
4. Дідковський В.С., Дідковська М.В., Продеус А.М. Комп'ютерна обробка акустичних сигналів. Навчальний посібник – К.: «Имэкс-ЛТД», 2010. – 430 с.

10.2 Допоміжна література:

5. Продеус А., Дидковский В., Дидковская М. Акустическая экспертиза и коррекция коммуникационных каналов. Монографія. LAP LAMBERT Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Deutschland, 2017, ISBN: 978-3-330-04591-0
6. Тексти лекцій з дисципліни «Теоретичні основи акустики» для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 123—«Комп'ютерна інженерія»/Упоряд. В.В.Усик – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 204 с.

10.3 Методичні вказівки до різних видів занять:

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Акустoeлектроніка» для студентів усіх форм навчання спеціальності 171 «Електроніка» / [Електронний ресурс] Упоряд. В.В. Усик. – Електронне видання. – Харків: ХНУРЕ, 2023. – 60 с. – pdf 4,94 Мб.
2. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Акустoeлектроніка» для студентів усіх форм навчання спеціальності 171 «Електроніка» / [Електронний ресурс] Упоряд. В.В. Усик. – Електронне видання. – Харків: ХНУРЕ, 2023. – 39 с. – pdf 2,1 Мб.

11 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Програмне забезпечення для моделювання акустичних умов в приміщенні – Ease 4.3. [portable].