



[RE-196] ОСНОВИ АКУСТИКИ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	G - Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G5 - Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Освітня програма	Всі ОП
Статус дисципліни	Вибіркова (Ф-каталог)
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	Доступно для вибору починаючи з 2-го курсу, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 16 год, Практ. год, Лаб. 30 год, СРС. 74 год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська / Англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: Нелін Є. А. , Лаб.: Нелін Є. А. , СРС.: Нелін Є. А.
Розміщення курсу	https://drive.google.com/drive/folders/1wIOBr67Qvsa3zOqjDKCVrBrRyToeyfVNmO4xM11jai0qQE_I9_YbwWaCenKw8-DS1-q55LdO

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Акустичні хвилі супроводжують нас повсякчас. Завдяки акустичним хвилям ми чуємо. Акустичні хвилі широко використовують в пристроях оброблення сигналів. Окремий напрям - акустичні системи, зокрема високоякісні. Знання фізичних та математичних основи акустики, основ проектування [Hi-Fi](#) та [Hi-End](#) акустичної апаратури необхідні радіоінженеру, оскільки це розширює розуміння прикладного хвильового світу, що нас оточує, та дає додаткові можливості застосування своїх знань в практичній роботі.

Мета навчальної дисципліни — формування у студентів компетенцій в області основ акустики, акустичних елементів і трактів, методів комп'ютерного дослідження типових акустичних структур, основ проектування високоякісних акустичних систем.

Предмет навчальної дисципліни — фізичні та математичні основи акустики, основи проектування [Hi-Fi](#) та [Hi-End](#) акустичної апаратури.

Програмні компетентності

(ЗК 01) здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ОПП "Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки" (далі ІТ); ОПП "Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія" (далі ІК); ОПП "Радіотехнічні комп'ютеризовані системи" (далі РК));

(ЗК 02) здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (всі ОПП);

(ЗК 07) здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (всі ОПП);

(ФК 04) здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм (всі ОПП);

(ФК 15) 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 самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування (всі ОПП);

(ФК 16) здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні вузлів телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв і систем (ОПП ІТ);

Програмні результати навчання:

(ПРН 05) навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації і даних (ОПП ІТ та ІК);

(ПРН 12 (ОПП ІК), ПРН 13 (ОПП ІТ та РК) застосовувати фундаментальні і прикладні науки для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах;

(ПРН 23) обирати і застосовувати технічні рішення та проводити необхідні розрахунки для реалізації методів цифрового та аналогового оброблення сигналів (ОПП ІТ);

(ПРН 24) використовувати методи та способи розробки аналогових та цифрових радіопристроїв, систем і вузлів з урахуванням вимог до якості, надійності, характеристик і параметрів функціонування (ОПП РК).

За результатами засвоєння матеріалу дисципліни студенти отримають теоретичні знання в області основ акустики, практичні знання моделювання та проектування акустичних трактів; набудуть уміння застосовувати здобуті знання при розробці нових акустичних елементів, структур та систем.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни студент має володіти знаннями з дисциплін «Фізика», «Вища математика», "Інформатика. Частина 1, Основи програмування та алгоритми", «Основи теорії кіл».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 5 розділів:

- 1 Акустичні хвилі та їхні властивості
- 2 Математичні моделі хвилі та акустичного середовища
- 3 Акустичні сигнали та їхні спектри. Акустичне узгодження
- 4 Фізіологічна акустика
- 5 Основи проектування високоякісних акустичних систем

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Грінченко В.Т., Вовк І.В., Маципура В.Т. Основи акустики. Навчальний посібник. – К.: Наукова думка, 2007. – 640 с.
2. Everest F. A., Pohlmann K. C. Master handbook of acoustics, 7 th ed. – NJ: McGraw-Hill TAB, 2021. – 565 p.
3. Kinsler L. E., Frey A. R., Coppens A. B., Sanders J. V. Fundamentals of acoustics, 4 th ed. – NJ: John Wiley&Sons, 2000. – 560 p.

Допоміжні джерела

1. Self D., Brice R., Duncan B., Hood J. L., Sinclair I., Singmin A., Davis D., Patronis E., Watkinson J. Audio Engineering. Amsterdam: Elsevier, 2009. – 907 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття. Перелік основних питань

1 Акустичні хвилі та їхні властивості

- 1.1 Хвилі. Акустичні хвилі
- 1.2 Поздовжня, поперечна та поверхнева акустичні хвилі
- 1.3 Галузі акустики
- 1.4 Частотні діапазони акустичних хвиль
- 1.5 Частотні фільтри на основі акустичних хвиль в мобільних телефонах
- 1.6 Швидкість, довжина акустичної хвилі та акустичний імпеданс

2 Математичні моделі хвилі та акустичного середовища

- 2.1 Гармонійна хвиля в одновимірному просторі
- 2.2 Стояча хвиля
- 2.3 Хвильовий імпеданс. Акустичний хвильовий імпеданс
- 2.4 Відбиття хвилі
- 2.5 Інтерференція падаючої та відбитої хвиль
- 2.6 Модель лінії передачі
- 2.7 Властивості відрізка довгої лінії
- 2.8 Резонатор Фабрі-Перо

3 Акустичні сигнали та їхні спектри. Акустичне узгодження

- 3.1 Багатопроменева інтерференція хвиль

3.2 Перетворення Фур'є

3.3 Спектри типових акустичних сигналів

3.4 Акустичне узгодження чвертьхвильовим шаром

3.5 Акустичне узгодження плавним змінюванням імпедансу. Експонентний рупор

4 Фізіологічна акустика

4.1 Частотний спектр шумів

4.2 Частотний спектр музичних звуків

4.3 Гучність звуку

4.4 Залежність гучності від частоти

4.5 Область сприйняття звуку. Области мовлення та музики

4.6 Виробничий шум

5 Основи проектування високоякісних акустичних систем

5.1 Акустична система

5.2 Спотворення акустичних сигналів. Амплітудно-частотні спотворення

5.3 Фазочастотні спотворення

5.4 Розділові фільтри акустичних систем

5.5 Типові характеристики фільтрів всепропускного типу

5.6 Конструкція динамічної головки

5.7 Особливості функціонування динамічної головки

5.8 Параметри динамічної головки. Механічні параметри

5.9 Параметри динамічної головки. Електричні та акустичні параметри

5.10 Типи акустичного оформлення

5.11 Відкрите акустичне оформлення

5.12 Закритий ящик

5.13 Фазоінвертор

5.14 Трансмісійна лінія

5.15 Акустичні системи Devialet

Тематики практичних занять. Завдання виконуються комп'ютерним моделюванням в комп'ютерному класі.

1 Розрахунок характеристик відбиття акустичних хвиль від межі середовищ з різними акустичними властивостями

2 Дослідження акустичних властивостей структури, утвореної двома стінками і проміжком

між ними (вікно, приміщення або спеціальна конструкція)

3 Розрахунок характеристик акустичного узгодження матеріалів чвертьхвильовим шаром у діапазоні узгодження з заданою середньою частотою

4 Розрахунок розділових фільтрів кросовера акустичної системи

6. Самостійна робота студента

З метою підвищення якості засвоєння навчального матеріалу передбачені модульна контрольна робота та домашня контрольна робота за тематикою дисципліни.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги, які ставляться перед студентом:

відвідування лекційних та практичних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;

☐ на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; використовує програму Zoom для викладання матеріалу поточної лекції, проведення практичного заняття, додаткової інформації, завдань домашньої контрольної роботи (ДКР), модульної контрольної роботи (МКР) та інше; для інформування студентів, організації зворотного зв'язку використовується група в програмі Telegram.

☐ питання на лекції дозволено задавати впродовж лекції;

☐ для захисту ДКР необхідно виконати передбачені в ній завдання та зробити аналітичні висновки;

☐ заохочувальні бали нараховуються за активну роботу на лекції та практичному занятті, самостійне вирішення завдань на практичних заняттях та дострокове виконання завдань ДКР.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента складається з балів за такі складові.

1. Робота на лекціях та практичних заняттях.
2. Виконання завдань ДКР та МКР.
3. Відповіді на заліку.
4. Заохочувальні бали.

Сумарний ваговий бал за роботу на лекціях та практичних заняттях, виконання завдань ДКР протягом семестру складає $R_s = 100$ балів при таких критеріях оцінювання.

Робота на лекціях — 1 бал, усього $9 \cdot 1 = 9$ балів.

Робота на практичних заняттях — 1 бал, усього $18 \cdot 1 = 18$ балів.

Виконання завдання ДКР — 13 (14 для завдання 4) балів, усього $13 \cdot 3 + 14 = 53$ бали.

Критерії оцінювання завдань ДКР (у дужках за завдання 4):

9 балів — задовільне виконання;

11 балів — добре виконання;

13 (14) балів — відмінне виконання.

виконання завдання МКР — 4 бали, усього $5 \cdot 4 = 20$ балів.

Заохочувальні бали:

за активну роботу на лекції та практичному занятті (зокрема, 2..3 бали за вирішення задачі, за складну задачу — 5 балів);

за дострокове виконання практичного завдання (за 1 день до встановленої дати — 2 бали.

Рейтингова шкала з дисципліни $RD = 100$ балів і формується з сумарного балу за роботу в семестрі (стартовий рейтинг) RC та залікової складової $RЗ$:

$$RD = RC + RЗ.$$

Згідно з викладеним попередньо

$$RC = R_{\text{л}} + R_{\text{пр}} + R_{\text{ДКР}} + R_{\text{МКР}} + R_{\text{з}},$$

де $R_{\text{л}}$ — бали за роботу на лекціях; $R_{\text{пр}}$ — бали за за роботу практичних заняттях; $R_{\text{ДКР}}$ — бали за ДКР; $R_{\text{МКР}}$ — бали за МКР;
 $R_{\text{з}}$ — заохочувальні бали.

Мінімальне значення $RC=56$; максимальне значення (без $R_{\text{з}}$) $RC=100$.

Залікова складова становить 44% рейтингової шкали і дорівнює $RЗ = 44$ бали. Система оцінювання знань на заліку:

- ☐ відповіді на всі завдання білета відсутні або містять грубі помилки й не задовольняють мінімальному необхідному рівню засвоєння матеріалу — 0 – 8 балів;
- ☐ загалом правильні відповіді не менше, ніж на 25% завдань білета — 9 – 17 балів;
- ☐ загалом правильні відповіді не менше, ніж на 50% завдань білета — 18 – 26 балів;
- ☐ правильні відповіді не менше, ніж на 75% завдань білета — 27 – 35 балів;
- ☐ вичерпні аргументовані відповіді на всі завдання білета — 36 – 44 бали.

Умови допуску до заліку: студент допускається до заліку, якщо ☐ має стартовий рейтинг $RC > 0,56R_{\text{з}}$, тобто $RC \geq 56$ балів, та має зараховані ДКР та МКР.

Сума набраних балів RD переводиться до оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
-----------------	--------

100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконано умов допуску	Не допущено

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

...

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Лабораторний комп'ютерний практикум спрямований на самостіне виконання типових розрахунків акустичних елементів та моделювання акустичних трактів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Нелін Є. А.](#);

Ухвалено кафедрою ПРЕ (протокол № 06/2025 від 24.06.2025)

Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06/2025 від 25.06.2025)