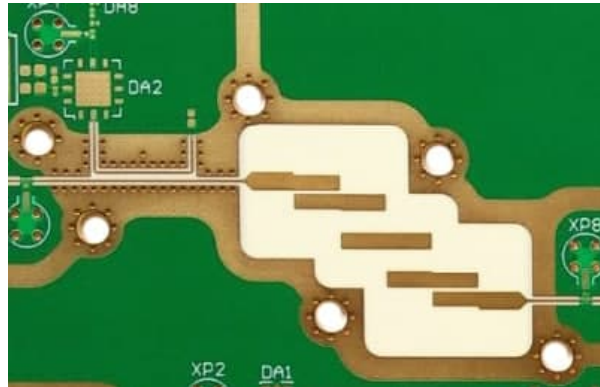




[RE-15] ПРИСТРОЇ НАДВИСОКИХ ЧАСТОТ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	17 - Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 - Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	172Б РОС - Радіозв'язок і оброблення сигналів (ЄДЕБО id: 6364)172Б PCI - Радіосистемна інженерія (ЄДЕБО id: 7350)172Б ІКР - Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія (ЄДЕБО id: 49228)172Б ІКР+ - Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія (ЄДЕБО id: 57910)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	3.5 кред. (Лекц. 36 год, Практи. 18 год, Лаб. 36 год, СРС. 33 год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська / Англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: Василенко Д. О. , Практ.: Василенко Д. О. , Лаб.: Василенко Д. О. , СРС.: Василенко Д. О.
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=764

Програма навчальної дисципліни

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

Сучасні системи (автомобілі, безпілотні апарати, літаки, ...) мають в своєму складі до 10-20 різноманітних антен із відповідними трактами передачі. Кожен тракт передачі вимагає вибору

лінії передачі, побудови необхідних компонентів на основі обраної лінії передачі. Кожна антена вимагає пристроїв узгодження.

Наприклад, радіоінженери, що розробляють НВЧ частину сучасних вбудованих систем оперують такими поняттями: ефективність антени, коефіцієнт підсилення антени, ширина діаграми спрямованості, загальна потужність випромінювання (TRP), ефективність схеми узгодження, мікросмужкова і копланарна лінія передачі. Все це розглядається у даній дисципліні.

Засвоєння навчальної дисципліни ПРИСТРОЇ НВЧ дає студентам

знання

- принципів побудови, конструкцій, принципів дії пристроїв надвисоких частот (НВЧ) і антен та фізичних процесів, що в них відбуваються;
- основних властивостей пристроїв НВЧ та антен;
- методів розрахунків параметрів пристроїв НВЧ та антен;
- методики експериментального дослідження характеристик функціональних елементів антенно-фідерного тракту.

уміння:

- розраховувати параметри пристроїв НВЧ та антен;
- вибрати найбільш ефективні антени та пристрої НВЧ для радіотехнічних систем, які працюють в різних частотних діапазонах;
- провести інженерні розрахунки основних характеристик пристроїв НВЧ і антен;
- провести експериментальне дослідження характеристик і параметрів пристроїв НВЧ і антен.

досвід:

- виконання розрахунків вузькосмугових та широкосмугових узгоджуючи пристроїв коаксіального, мікросмужкового і хвилеводного виконання;
- експериментального дослідження характеристик пристроїв НВЧ (подільників потужності, напрямлених відгалужувачів, прохідних резонаторів);
- роботи з апаратурою НВЧ діапазону.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні компетентності та результати навчання за освітньою програмою (див. на сайті https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/opfiles/172_oppb_ikri_2023.pdf):

Загальні компетентності

- | | |
|------|--|
| ЗК 2 | Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. |
| ЗК 4 | Здатність розуміти предметну область та професійну діяльність. |
| ЗК 7 | Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. |
| ЗК 8 | Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми. |

Фахові компетентності

ФК 4 Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.

ФК 6 Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

ФК 16 Здатність розраховувати основні параметри різних типів антен та пристроїв НВЧ, обирати найбільш ефективні антени та пристроїв НВЧ для радіотехнічних систем із заданими режимами роботи і заданими функціональними характеристиками, експериментально досліджувати характеристики та пристроїв НВЧ антен різних конструкцій і діапазонів частот

ФК 17 Здатність застосовувати сучасні САПР для проектування, конструктивного синтезу та високоефективної багатопараметричної оптимізації антен, активних та пасивних пристроїв НВЧ

ФК 21 Здатність проектувати радіочастотні друковані плати та конструкції НВЧ модулів

Програмні результати навчання

ПРН 1 Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов

ПРН 7 Грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки;

ПРН 14 Застосовування розуміння основних властивостей компонентної бази для забезпечення якості та надійності функціонування телекомунікаційних, радіотехнічних систем і пристроїв;

ПРН 15 Застосування розуміння засбів автоматизації проектування і технічної експлуатації систем телекомунікацій та радіотехніки у професійній діяльності;

ПРН 24 Виконувати розрахунок, чисельну оптимізацію та проектування антен та мікрохвильових пристроїв, активних приймальних систем НВЧ, використовуючи сучасні САПР

ПРН 30 Вимірювати базові параметри антен, мікрохвильових пристроїв та активних приймальних систем НВЧ

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

Вивчення навчальної дисципліни ПРИСТРОЇ НВЧ ґрунтується на компетенціях, набутих під час вивчення наступних навчальних дисциплін: «Вища математика», «Загальна фізика» (розділ «Електрика та магнетизм»), «Основи метрології», "Електродинаміка та поширення радіохвиль", "Схемотехніка", "Основи теорії кіл"

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни ПРИСТРОЇ НВЧ використовується в подальшому під час вивчення спеціальних навчальних дисциплін: "Автоматизоване проектування антен та пристроїв НВЧ", "Антени", "Електромагнітна сумісність"

3. Зміст навчальної дисципліни

ТЕМАТИКА ЛЕКЦІЙ

Розділ 1. Вступна частина.

Тема 1.1. Пристрої надвисоких частот: основні визначення, класифікація, характеристики та параметри, області застосування. Основні інженерні підходи до проектування пристроїв НВЧ. Коротка характеристика програм для чисельного розрахунку елементів антенно-фідерного тракту (АФТ).

Розділ 2. Лінії передачі в радіосистемах і пристроях НВЧ.

Тема 2.1 Основні характеристики та параметри ліній передачі при проектуванні пристроїв НВЧ.

Тема 2.2. Основні типи ліній передачі та їх характеристики: двопровідні, багатопровідні, коаксіальні, хвилевідні, смужкові та мікросмужкові, діелектричні, волоконно-оптичні.

Тема 2.3. Математична модель регулярної лінії передачі. Вплив режиму хвиль в лінії передачі на коефіцієнт корисної дії та потужність передачі. Трансформація опорів в лініях передачі.

Розділ 3. Елементи антенно-фідерних трактів (АФТ).

Тема 3.1. Елементи АФТ: функціональне призначення, принципи роботи, характеристики.

Тема 3.2. Неоднорідності в лініях передачі та їх еквівалентні схеми.

Розділ 4. Багатополюсники НВЧ та їх характеристики

Тема 4.1. Хвильові матриці розсіювання та передачі, матриці опорів та провідностей . Фізичний зміст їх елементів.

Тема 4.2. Взаємні, недисипативні, реактивні, симетричні багатополюсники, їх властивості.

Тема 4.3. Робочі параметри неузгодженого чотиріполюсника.

Тема 4.4. Метод синфазного та протифазного збудження та його застосування при визначенні елементів матриць розсіювання симетричних восьмиполюсників.

Розділ 5. Широкозмугове узгодження.

Тема 5.1. Синтез ступінчастих переходів з Чебишевською та максимально плоскою характеристиками робочого загасання.

Розділ 6. Складні багатополюсні пристрої.

Тема 6.1. Направлені відгалужувачі (НВ): принципи дії, загальні характеристики.

Тема 6.2. Хвилевідні НВ зі зв'язком через отвори в широкій та вузькій стінках хвилевода прямокутного поперечного перерізу.

Тема 6.3 Хвилевідно-щілинний міст.

Тема 6.4. Смужкові НВ: шлейфний НВ; кільцевий направлений відгалужувач довжиною $3/2 \lambda$; направлені відгалужувачі на зв'язаних лініях; НВ-Ланге. Їх топології і характеристики.

Тема 6.5. Шестиполюсний, узгоджений подільник на два (резистивний) – топологія, характеристики.

Розділ 7. Фільтри НВЧ.

Тема 7.1. Класифікація фільтрів та приклади виконання.

Тема 7.2. Апроксимація характеристик фільтрів. Синтез фільтрів НВЧ. Особливості синтезу смуго-пропускаючих фільтрів. Методи Кона та Маттея при проектуванні фільтрів. Синтез ФНЧ на мікросмужковій лінії із ступінчатою зміною опору.

Розділ 8. Управляючі пристрої НВЧ діапазону.

Тема 8.1. Класифікація, визначення, принципи побудови, характеристики. Ферит та P-i-n діод, як керовані елементи пристроїв НВЧ та їх характеристики.

Тема 8.2. Керовані пристрої на ефекті Фарадея (обертачі площини поляризації, вентиль, циркулятор).

Тема 8.3. Керовані пристрої з поперечним підмагніченням (вентилі, циркулятори)

Тема 8.4. Феритові фазозсувачі аналогового та дискретного типу. Напівпровідникові фазозсувачі відбивного та прохідного типів.

Тема 8.5. Напівпровідникові атенюатори.

Розділ 9. Сучасні тенденції розвитку НВЧ пристроїв

Тема 9.1. Сучасні тенденції розвитку НВЧ пристроїв

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Метою практичних занять є оволодіння методами розв'язання основних завдань узгодження елементів антенно-фідерних трактів між собою. Практичні заняття передбачаються за такими темами:

- характеристики та параметри ліній передачі, трансформація опорів в лініях передачі;
- кругова діаграма повних опорів та її застосування для розв'язання задач узгодження та знаходження невідомого опору навантаження в лінії.
- вузькосмугове узгодження за допомогою дискретних елементів і за допомогою відрізків лінії передачі;
- широкосмугове узгодження коаксіальних, мікросмужкових, хвилеводних ліній передачі з різним характеристичним опором

РЕКОМЕНДОВАНИЙ ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Основною метою лабораторних робіт є набуття студентами досвіду та навиків практичної роботи з апаратурою СВЧ діапазону, вміння провести експериментальні дослідження характеристик та параметрів антен і пристроїв НВЧ. Провести оброблення результатів досліджень та зробити висновки. Крім того, лабораторні роботи дозволяють викладачу здійснити контроль самостійної роботи студентів впродовж семестру.

Навчальні дослідження передбачаються за такими темами:

1. Дослідження фазозсувачів надвисоких частот.
2. Узгодження ліній передачі.
3. Дослідження смугопропускаючого фільтра на основі прохідного резонатора в хвилевідному виконанні.
4. Дослідження багатоотвірного хвилевідного направлено-відгалужувача.
5. Дослідження невзаємних феритових пристроїв.
6. Дослідження подвійного хвилевідного трійника.
7. Дослідження хвилевідно-щільного направлено-відгалужувача.

8. Дослідження мікросмужкового подільника потужності.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Василенко, Д. О. Пристрої надвисоких частот. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія» за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / Д. О. Василенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,67 МБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 182 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57059>
2. Василенко, Д. О. Пристрої надвисоких частот. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія» за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / Д. О. Василенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,37 МБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 51 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57060>
3. David M. Pozar. Microwave Engineering / David M. Pozar. – USA: John Wiley & Sons, 2005. – 700 р.
4. Пристрої надвисоких частот. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. С. Вунтесмері, О. М. Купрій, А. Ф. Левіна, С. Є. Мартинюк, Ф. М. Репа. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,03 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 88 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/52763>
5. Василенко, Д. О. Пристрої надвисоких частот: Курсова робота (Частина 1. Вузкосмугове узгодження комплексних навантажень) [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / Д. О. Василенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,76 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 79 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45719>
6. Василенко, Д. О. Пристрої надвисоких частот. Курсова робота (Частина 2. Широкопсмугове узгодження навантажень) [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / Д. О. Василенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,18 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 63 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/50549>
7. Сучасні методи аналізу, синтезу і оптимізації пристроїв надвисоких частот та антен: методичні рекомендації для студентів на пряму підготовки 6.050901 «Радіотехніка» [Електронний ресурс] / Д. О. Василенко. – К.: НТУУ «КПІ», РТФ, 2015. – 58 с. формату А4. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/16419>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Лекція 1. Тема 1.1. Пристрої надвисоких частот: основні визначення, класифікація, характеристики та параметри, області застосування. Основні інженерні підходи до проектування пристроїв НВЧ. Коротка характеристика програм для чисельного розрахунку елементів антенно-фідерного тракту (АФТ).

2	<p>Лекція 2. Тема 2.1. Найбільш суттєві характеристики та параметри ліній передачі при проектуванні пристроїв НВЧ. Тема 2.2. Основні типи ліній передачі та їх характеристики: двопровідні, багатопровідні, коаксіальні. Завдання на СРС: Розрахувати параметри кабелю РК75-4-11.</p>
3	<p>Лекція 3. Тема 2.2. Основні типи ліній передачі та їх характеристики: хвилевідні, смужкові та мікросмужкові, щілинні. Завдання на СРС: . Розрахувати параметри мікросмужкової лінії при $\epsilon_{ps}=9.8$, $h=0.5$, $Z=50$ Ом, $f=2.5$ ГГц. Розрахувати параметри прямокутного хвилеводу при $a \times b=23 \times 10$ мм, $f=10$ ГГц, тип хвилі Н10. Розрахувати параметри круглого хвилеводу для $2a=20$ мм, тип хвилі Н11, $f=10$ ГГц.</p>
4	<p>Лекція 4. Тема 2.2. Основні типи ліній передачі та їх характеристики: діелектричні, волоконно-оптичні. Тема 2.3. Математична модель регулярної лінії передачі. Вплив режиму хвиль в лінії передачі на коефіцієнт корисної дії та потужність передачі. Трансформація опорів в лініях передачі.</p>
5	<p>Лекція 5. Тема 2.4. Вузькосмугове узгодження в лініях передачі. Кругова діаграма повних опорів і її застосування для розв'язання задач узгодження та знаходження невідомого опору навантаження в лінії. Тема 3.1. Елементи АФТ: функціональне призначення, принципи роботи, характеристики. Узгоджені навантаження, реактивні навантаження.</p>
6	<p>Лекція 6. Тема 3.1. Елементи АФТ: ізолятори, роз'єми, обертальні з'єднання, переходи між лініями передачі, перетворення типів хвиль, повороти ліній передачі. Тема 3.2. Неоднорідності в лініях передачі та їх еквівалентні схеми.</p>
7	<p>Лекція 7. Тема 3.2. Неоднорідності в лініях передачі та їх еквівалентні схеми Тема 4.1. Хвильові матриці розсіювання та передачі, матриці опорів та провідностей . Фізичний зміст їх елементів.</p>
8	<p>Лекція 8. Тема 4.2. Взаємні, недисипативні, реактивні, симетричні багатополіусники, їх властивості. Завдання на СРС: Записати матрицю розсіювання для відрізка лінії передачі, опору, ввімкненого послідовно і паралельно в лінію. Вивести формулу переходу від матриці Z і Y до матриці S.</p>
9	<p>Лекція 9. Тема 4.3. Робочі параметри неузгодженого чотиріполіусника.</p>
10	<p>Лекція 10. Тема 4.4. Метод синфазного та протифазного збудження та його застосування при визначенні елементів матриць розсіювання симетричних восьмиполіусників. Завдання на СРС: Записати S-параметри і вивчити роботу подвійного хвилевідного трійника.</p>
11	<p>Лекція 11. Тема 5.1. Синтез ступінчастих переходів з Чебишевською характеристиками робочого загасання.</p>
12	<p>Лекція 12. Тема 5.1. Синтез ступінчастих переходів з максимально плоскою характеристикою робочого загасання.</p>
13	<p>Лекція 13. Тема 6.1. Направлені відгалужувачі (НВ): принципи дії, загальні характеристики. Тема 6.2. Хвилевідні НВ зі зв'язком через отвори в широкій та вузькій стінках хвилевода прямокутного поперечного перерізу. Тема 6.3 Хвилевідно-щілинний міст.</p>

14	Лекція 14. Тема 6.4. Смушкові НВ: шлейфний НВ; кільцевий направлений відгалужувач довжиною $3/2\lambda$; направлені відгалужувачі на зв'язаних лініях; НВ-Ланге. Їх топології і характеристики. Тема 6.5. Шестиполісний, узгоджений подільник на два (резистивний) – топологія, характеристики.
15	Лекція 15. Тема 7.1. Класифікація фільтрів та приклади виконання. Тема 7.2. Апроксимація характеристик фільтрів. Синтез фільтрів НВЧ. Особливості синтезу смуго-пропускаючих фільтрів.
16	Лекція 16. Тема 7.2. Синтез фільтрів НВЧ. Методи Кона та Маттея при проектуванні фільтрів. Синтез ППФ на основі планарної металевої структури в Е-площині прямокутного хвилеводу.
17	Лекція 17. Тема 8.1. Класифікація, визначення, принципи побудови, характеристики керованих пристроїв НВЧ. Ферит та Р-і-п діод, як управляючі елементи пристроїв НВЧ та їх характеристики. Тема 8.2. Управляючі пристрої на ефекті Фарадея (обертачі площини поляризації, вентиль, циркулятор).
18	Лекція 18. Тема 8.3. Управляючі пристрої з поперечним підмагніченням (вентилі, циркулятор) Тема 8.4. Феритові фазозсувачі аналогового та дискретного типу. Напівпровідникові фазозсувачі відбивного та прохідного типів. Тема 8.5. Напівпровідникові атенюатори. Розділ 9. Сучасні тенденції розвитку НВЧ пристроїв

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Метою практичних занять є оволодіння методами розв'язання основних завдань узгодження елементів антенно-фідерних трактів між собою.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Математична модель ліній передачі, характеристики і параметри ліній передачі та їх розрахунків, трансформація опорів в лініях передачі
2	Кругова діаграма повних опорів та її застосування для розв'язання задач узгодження та знаходження невідомого опору навантаження в лінії.
3	Вузькосмугове узгодження за допомогою дискретних елементів. Видача завдання на виконання 1 розділу розрахунково-графічної роботи
4	Вузькосмугове узгодження за допомогою за допомогою відрізків лінії передачі. Узгодження за допомогою шлейфа.
5	Вузькосмугове узгодження за допомогою за допомогою відрізків лінії передачі. Узгодження за допомогою чвертьхвильового трансформатора.
6	Широкосмугове узгодження коаксіальних, мікросмушкових, хвилеводних ліній передачі з різним характеристичним опором. Видача завдання на виконання 2 розділу розрахунково-графічної роботи. Класичний метод.
7	Широкосмугове узгодження коаксіальних, мікросмушкових, хвилеводних ліній передачі з різним характеристичним опором. Видача завдання на виконання 2 розділу розрахунково-графічної роботи. Класичний метод.
8	Широкосмугове узгодження коаксіальних, мікросмушкових, хвилеводних ліній передачі з різним характеристичним опором. Видача завдання на виконання 2 розділу розрахунково-графічної роботи. Теорія малого коефіцієнта відбиття.

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

Основною метою лабораторних робіт є набуття студентами досвіду та навиків практичної роботи з апаратурою СВЧ діапазону, вміння провести експериментальні дослідження характеристик та параметрів пристроїв НВЧ. Провести оброблення результатів досліджень та зробити висновки. Крім того, лабораторні роботи дозволяють викладачу здійснити контроль самостійної роботи студентів впродовж семестру. З метою вдосконалення навичок роботи з вимірювальними приладами НВЧ можливе проведення 6 з 8 лабораторних робіт, із самостійним вивченням студентами теоретичного матеріалу до двох інших.

№ з/п	Назва лабораторної роботи
1	Дослідження фазозсувачів надвисоких частот. Ознайомлення з принципами побудови, конструкціями фазозсувачів надвисоких частот та експериментальне дослідження фазових характеристик поляризаційного та феритового фазозсувачів.
2	Узгодження ліній передачі. Ознайомлення з методами вузько- та ширококутового узгодження пристроїв та ліній передачі. Експериментальне дослідження узгодження різних навантажень лінії передачі за допомогою діелектричного трансформатора.
3	Дослідження характеристик прохідного резонатора на основі двох реактивних неоднорідностей Ознайомлення з принципами побудови, роботи, конструкціями прохідних резонаторів та хвильовими процесами, що проходять в них. Експериментальне дослідження характеристик прохідного резонатора у хвилевідному виконанні.
4	Дослідження багатоотвірного хвилевідного направленої відгалужувача Ознайомлення з принципами роботи та побудови, конструкціями, характеристиками багатоотвірних хвилевідних направлених відгалужувачів (НВ) та методами їх розрахунку. Експериментальне дослідження характеристик та параметрів НВ.
5	Дослідження невзаємних феритових пристроїв. Ознайомлення із застосуванням, конструкціями і принципом дії невзаємних хвилевідних феритових пристроїв НВЧ діапазону. Експериментальне дослідження основних характеристик феритового вентиля і феритового циркулятора.
6	Дослідження подвійного хвилевідного трійника. Вимірювання значення елементів матриці розсіювання подвійного хвилевідного трійника
7	Дослідження хвилевідно-щілинного направленої відгалужувача. Ознайомлення з принципом дії, конструкцією, характеристиками та параметрами хвилевідно-щілинного направленої відгалужувача (ХЩНВ). Вимірювання елементів матриці розсіювання узгодженого направленої відгалужувача (НВ).
8	Дослідження мікросмужкового подільника потужності. Вимірювання частотних характеристик коефіцієнтів передачі та відбиття. мікросмужкового резистивного подільника потужності.

Лабораторні роботи методично забезпечені методичними вказівками [2].

6. Самостійна робота студента

Студент повинен завчасно готуватись до лекцій та лабораторних занять. Перед лекціями необхідно повторити теоретичний матеріал, що був наданий у попередніх лекціях, або заданий наперед.

Домашні завдання до практичних та лабораторних занять необхідно виконувати до наступного заняття.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекційних, практичних та лабораторних занять - згідно «Положенню про організацію освітнього процесу КПІ ім. Ігоря Сікорського.» . Мінімум раз на тиждень викладач проводить консультації з різних питань кредитного модулю. На консультаціях викладач може надавати допомогу з вивчення матеріалу занять, які були з тих чи інших причин пропущені студентами і мають опанувати їх самостійно.

У будь-якому випадку студентам рекомендується відвідувати усі види занять, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання домашніх завдань, контрольних та розрахункових робіт.

Пропущені контрольні заходи

Результат для студента, який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. При пропуску контрольного заходу з поважної причини студенту надається можливість виконати його (написати МКР, відпрацювати лабораторну роботу) в присутності викладача. Якщо пропуск стався без поважної причини, особливо що стосується лабораторної роботи, то питання її відпрацювання вирішується з викладачем при погодженні з керівництвом кафедри. Пропущений іспит не зараховується незалежно від причин пропуску; у такому випадку студент отримує запис у відомості «не з'явився» ,якщо має право допуску до екзамену , та повинен скласти іспит на додатковій сесії.

Оголошення результатів контрольних заходів

Результати виконання МКР оголошуються кожному студенту окремо . При спілкуванні наживо, за бажанням студента, він може отримати пояснення, в яких можна побачити свою оцінку за певними критеріями оцінювання.

Захист виконаного розділу РГР проходить у формі співбесіди з викладачем. Під час захисту студент зобов'язаний вміти пояснити отримані результати та відповісти на головні теоретичні питання за темами розділів. Результати захисту оголошуються студенту у його присутності або в дистанційній формі спілкування та супроводжуються певними коментарями та зауваженнями стосовно помилок. (Дистанційна форма спілкування в системі Zoom , Telegram, Skype, Google Meets з відео та звуком).

Результати за виконану лабораторну роботу виставляються по закінченню її виконання та захисту.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 «Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 «Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення та/або оцінювання контрольних заходів, та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши, з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

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

PC складається з балів, одержаних за виконання таких робіт:

В таблиці наведені максимальні значення балів за відповідне завдання.

Студентом отримується кількість балів, пропорційна оцінці:

100% максимальної кількості балів відповідає оцінці відмінно,

60% максимальної кількості балів відповідає оцінці достатньо

1. Оформлення і захист кожної з 6 звітів про виконання лабораторних робіт (ЛР) надають такі рейтингові бали:

Виконання домашньої роботи до лабораторної роботи, відповідь на питання по методиці проведення вимірювань і основам роботи пристрою, що вимірюється, проведення вимірювань, оформлення звіту відповідно до вимог з висновками по отриманим результатам, відповідь на захисті роботи	10
Максимальна сума балів за 6 ЛР	60

2. Модульні контрольні роботи (МКР-1 та МКР-2) надають по 20рейтингових балів максимум.

Кожна модульна контрольна робота складається з 2 тестів, максимальна оцінка за який 10 балів.

Тематика тестів:

- лінії передачі
- багатополюсники НВЧ, S-матриці
- подільники потужності
- елементи АФТ
- направлені відгалуджувачі
- ріп діоди, фільтри НВЧ

Сумарно за 2 МКР: 40 балів.

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент має одержати не менше ніж 20балів.

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент має одержати не менше ніж 40 балів.

Система рейтингової оцінки успішності доводиться до відома студентів на першій лекції семестру. Хід одержання рейтингових балів повідомляється студенту викладачем, що виконує рейтингову оцінку успішності.

Підсумовування оцінок відбувається під час останньої лекції семестру.

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

На практичних заняттях отримуються основи з використання програми AWR Design Environment.

На лабораторних роботах по пристроям НВЧ досліджуються компоненти професійних НВЧ систем: фазозсувач, смугопропускаючий фільтр на основі прохідного резонатора в хвилевідному виконанні, багатоотвірний хвилевідний направлений відгалужувач, невзаємний феритовий пристрій, подвійний хвилевідний трійник, хвилевідно-щільний направлений відгалужувач, мікросмужковий подільник потужності. Також перевіряються набуті на практичних заняттях знання з узгодження ліній передачі.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Василенко Д. О.](#);

Ухвалено кафедрою PI (протокол № 06/2023 від 23.06.2023)

Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06-2023 від 29.06.2023)