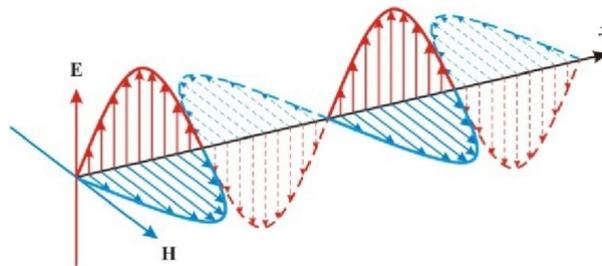




[RE-110] ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ПОШИРЕННЯ РАДІОХВИЛЬ (ELECTRODYNAMICS AND PROPAGATION OF RADIOWAVES)



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	17 - Електроніка та телекомунікації
Спеціальність	172 - Телекомунікації та радіотехніка
Освітня програма	172Б РТС - Радіотехнічні інформаційні технології (ЄДЕБО id: 6842)172Б РОС - Радіозв'язок і оброблення сигналів (ЄДЕБО id: 6364)172Б PCI - Радіосистемна інженерія (ЄДЕБО id: 7350)172Б ІТР - Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки (ЄДЕБО id: 49229)172Б ІТМР - Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки (ЄДЕБО id: 5627)172Б ІКР - Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія (ЄДЕБО id: 49228)172Б РКС - Радіотехнічні комп'ютеризовані системи (ЄДЕБО id: 49227)172Б ІТРЕТ+ - Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки (ЄДЕБО id: 57907)172Б ІКРІ+ - Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія (ЄДЕБО id: 57910)172Б РТКС+ - Радіотехнічні комп'ютеризовані системи (ЄДЕБО id: 57920)172Б ТРЕБ - Технології радіоелектронної боротьби (ЄДЕБО id: 63920)G5Б ТРЕБ - Технології радіоелектронної боротьби (ЄДЕБО id: 83615)G5Б ІТРЕТ - Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки (ЄДЕБО id: 83616)G5Б ІКРІ - Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія (ЄДЕБО id: 83618)G5Б РТКС - Радіотехнічні комп'ютеризовані системи (ЄДЕБО id: 83620)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	7 кред. (Лекц. 54 год, Практик. 36 год, Лаб. 36 год, СРС. 84 год)

Семестровий контроль/контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська / Англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: Пільтяй С. І. , Практ.: Пільтяй С. І. , Лаб.: Пільтяй С. І. , СРС.: Пільтяй С. І.
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=642

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна "**Електродинаміка та поширення радіохвиль**" присвячена вивченню основних властивостей електромагнітного поля, набуття студентами конкретних знань про поширення електромагнітних хвиль. Студенти навчаються визначати основні характеристики електромагнітних хвиль; формувати електромагнітні хвилі з різними видами поляризації; вимірювати поляризаційні діаграми і визначати за ними поляризацію хвиль; розв'язувати крайові задачі електродинаміки; розраховувати і вимірювати параметри ліній передачі і резонаторів; вимірювати розподіли полів у лініях передачі та резонаторах.

Після засвоєння навчальної дисципліни «Електродинаміка та поширення радіохвиль» студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

Знання:

- фундаментальних законів та основ теорії електромагнітного поля;
- методів розв'язку основних задач електродинаміки;
- структури і характеристик електромагнітних полів у вільному просторі, середовищах з втратами, лініях передачі та резонаторах;
- методів вимірювання розподілів полів у хвилеводах і резонаторах.

Уміння:

- розраховувати основні параметри плоских електромагнітних хвиль;
- визначати коефіцієнти відбиття і проходження на межі поділу середовищ;
- розв'язувати крайові задачі електродинаміки для хвилеводів, резонаторів;
- працювати з вимірювальною апаратурою діапазону надвисоких частот.

Досвід:

- формування електромагнітних хвиль із різними видами поляризації;
- вимірювання поляризаційних діаграм для хвиль різних поляризацій;
- проведення вимірювань характеристик хвилеводів і розподілу поля в них;
- експериментального дослідження резонаторів і визначення їх параметрів.

Програмні компетентності

Загальні компетентності

ЗК 02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК 04. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

ЗК 07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК 08. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Фахові компетентності

ФК 03. Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації;

ФК 06. Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

Програмні результати навчання

ПРН 01. Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов;

ПРН 02. Застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв'язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних і радіотехнічних системах;

ПРН 03. Визначати та застосовувати у професійній діяльності методики випробувань інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів;

ПРН 04. Пояснювати результати, отримані в результаті проведення вимірювань, в термінах їх значущості та пов'язувати їх з відповідною теорією;

ПРН 07. Грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки;

ПРН 08. Описувати принципи та процедури, що використовуються в телекомунікаційних системах, інформаційно-телекомунікаційних мережах та радіотехніці;

ПРН 13. Застосовування фундаментальних і прикладних наук для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах;

ПРН 18. Знаходити, оцінювати і використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для розв'язання професійних завдань, включаючи відтворення інформації через електронний пошук.

The academic course "**Electrodynamics and Propagation of Radiowaves**" is dedicated to study of the fundamental properties of electromagnetic field, and to students' acquisition of specific knowledge about the propagation of electromagnetic waves. Students learn to determine the basic characteristics of electromagnetic waves, to form electromagnetic waves with different types of polarization, to measure polarization diagrams and determine the polarization of waves based on them, to solve boundary problems of electrodynamics, to calculate and measure the parameters of transmission lines and resonators, to measure field distributions in transmission lines and resonators.

After having mastered the academic course "Electrodynamics and Propagation of Radiowaves", students must demonstrate the following learning outcomes:

Knowledge of:

- fundamental laws and foundations of electromagnetic field theory;
- methods for solving basic problems of electromagnetics;
- structure and characteristics of electromagnetic fields in free space, lossy media, transmission lines and resonators
- methods for measuring field distributions in waveguides and resonators.

Skills to:

- calculate the main parameters of plane electromagnetic waves;
- determine the reflection and transmission coefficients at the interface between media;
- solve boundary problems of electromagnetics for waveguides and resonators;
- operate with measuring equipment of the microwave frequency range.

Experience in:

- obtaining of electromagnetic waves with different types of polarization;
- measuring of polarization diagrams of electromagnetic waves with various polarizations;
- carrying out measurements of waveguide characteristics and field distribution in them;
- experimental study of resonators and determination of their parameters.

Programme competencies*General competencies*

GC 02. Ability to apply knowledge in practical situations;

GC 04. Knowledge and understanding of the subject area and understanding of professional activity;

GC 07. Ability to learn and master modern knowledge;

GC 08. Ability to identify, pose and solve problems.

Professional competencies

PC 03. Ability to use basic methods, methods and means of obtaining, transmitting, processing and storing information;

PC 06. Ability to carry out instrumental measurements in information and telecommunication networks, telecommunication and radio engineering systems.

Programme learning outcomes

PLO 01. Analyze, argue, make decisions when solving specialized tasks and practical problems of telecommunications and radio engineering, which are characterized by complexity and incomplete determination of conditions;

PLO 02. Apply the results of personal search and analysis of information to solve qualitative and quantitative problems of a similar nature in information and communication networks, telecommunications and radio engineering systems;

PLO 03. To determine and apply in professional activity the methods of testing information and telecommunication networks, telecommunication and radio technical systems for compliance with the requirements of domestic and international regulatory documents;

PLO 04. Explain the results obtained from measurements in terms of their significance and relate them to the relevant theory;

PLO 07. Competently apply the terminology of the field of telecommunications and radio engineering;

PLO 08. Describe the principles and procedures used in telecommunication systems, information and telecommunication networks and radio engineering;

PLO 13. Apply basic and applied sciences to analyze and develop processes occurring in telecommunications and radio engineering systems;

PLO 18. Find, evaluate and use information from various sources necessary for solving professional problems, including reproduction of information through electronic search.

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

Дисципліна **"Електродинаміка та поширення радіохвиль"** ґрунтується на знаннях, набутих студентами після вивчення дисциплін "Вища математика", "Загальна фізика", "Основи теорії кіл". Студенти повинні володіти основами векторного аналізу, електростатики, електродинаміки, теорії коливальних і хвильових процесів, теорією довгих ліній.

Отримані знання та навички після вивчення дисципліни "Електродинаміка та поширення радіохвиль" використовують надалі в дисциплінах "Пристрої надвисоких частот", "Автоматизоване проектування антен та пристроїв НВЧ", "Анени", "Анени систем раіоелектронної боротьби", "Електромагнітна сумісність", "Мікрохвильові прилади та антени", "Трансивери сучасних радіотехнічних систем", при виконанні курсових та дипломних робіт.

The academic course **"Electrodynamics and Propagation of Radiowaves"** is based on the knowledge acquired by students after studying the courses "Higher Mathematics", "General Physics", "Fundamentals of Circuit Theory". Students must possess the basic knowledge of vector analysis, electrostatics, electrodynamics, the theory of oscillations and wave processes, and the theory of transmission lines.

The knowledge and skills obtained after studying the course "Electrodynamics and Radiowaves Propagation" are used in the following courses, including "Microwave Devices", "Automated Design of Microwave Antennas and Devices", "Antennas", "Antennas of Electronic Warfare Systems", "Electromagnetic Compatibility", "Microwave Devices and Antennas", "Transceivers of Modern Radio Engineering Systems", when making course and diploma theses.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	У тому числі			
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	СРС
Розділ 1. Основи електродинаміки					
Тема 1. Об'єкт вивчення і області застосування електродинаміки	3	2			1
Тема 2. Векторний аналіз	7	2	4		1
Тема 3. Основні поняття електродинаміки. Рівняння Максвелла	6	2	2		2

Тема 4. Матеріальні рівняння. Класифікація середовищ	4	2			2
Тема 5. Граничні умови на межі поділу середовищ	3	2			1
Тема 6. Рівняння електродинаміки в комплексній формі	3	2			1
Тема 7. Енергетичні характеристики електромагнітного поля	3	2			1
Тема 8. Основні теореми і принципи електродинаміки	3	2			1
Тема 9. Аналітичні методи розв'язку задач електродинаміки	6	4			2
Тема 10. Статичні та стаціонарні електромагнітні поля	8	2	4		2
Разом за розділом 1	46	22	10		14
Розділ 2. Поширення, відбиття і заломлення плоских електромагнітних хвиль					
Тема 1. Плоскі електромагнітні хвилі	20	4	8	6	2
Тема 2. Відбиття і заломлення плоских електромагнітних хвиль	16	4	4	6	2
Тема 3. Електромагнітні хвилі в анізотропних середовищах	10	2		6	2
МКР 1	4				4
Розрахункова робота, ч. 1, 2	4				4
Разом за розділом 2	54	10	12	18	14
Розділ 3. Лінії передачі					
Тема 1. Електромагнітні хвилі у спрямовуючих системах	4	2			2
Тема 2. Хвилеводи	15	4	6	3	2
Тема 3. Лінії передачі з хвилями типу Т	11	2	4	3	2
Тема 4. Відкриті лінії передачі	4	2			2
МКР 2	2				2
Розрахункова робота, ч. 3, 4	2				2
Разом за розділом 3	38	10	10	6	12
Розділ 4. Резонатори					
Тема 1. Об'ємні резонатори	14	2	2	6	2
Тема 2. Резонатори відкритого типу	6	2			2
Тема 3. Способи збудження хвилеводів і резонаторів	7	2			2
Розрахункова робота, ч. 5	2				2
Разом за розділом 4	22	6	2	6	8
Розділ 5. Випромінювання та дифракція електромагнітних хвиль					
Тема 1. Основні параметри антен. Диполь Герца	8	2	1		2
Тема 2. Елементарні магнітні випромінювачі. Елемент Гюйгенса	8	2	1		2
Тема 3. Дифракція електромагнітних хвиль	12	2		6	2
Разом за розділом 5	20	6	2	6	6
Екзамен	30				30
Усього годин	210	54	36	36	84

Titles of sections and themes	Number of hours				
	Total	Including			
		Lectures	Practical classes	Laboratory works	Student's independent work
Section 1. Fundamentals of Electrodynamics					
<i>Theme 1. Object of study and areas of application of electrodynamics</i>	3	2			1
<i>Theme 2. Vector analysis</i>	7	2	4		1
<i>Theme 3. Basic concepts of electrodynamics. Maxwell's equations</i>	6	2	2		2
<i>Theme 4. Material equations. Classification of media</i>	4	2			2
<i>Theme 5. Boundary conditions at the interface of media</i>	3	2			1
<i>Theme 6. Electrodynamics equations in complex form</i>	3	2			1
<i>Theme 7. Energy characteristics of the electromagnetic field</i>	3	2			1
<i>Theme 8. Basic theorems and principles of electrodynamics</i>	3	2			1
<i>Theme 9. Analytical methods for solving electrodynamics problems</i>	6	4			2
<i>Theme 10. Static and stationary electromagnetic fields</i>	8	2	4		2
Total under section 1	46	22	10		14
Section 2. Propagation, reflection and refraction of plane electromagnetic waves					
<i>Theme 1. Plane electromagnetic waves</i>	20	4	8	6	2
<i>Theme 2. Reflection and refraction of plane electromagnetic waves</i>	16	4	4	6	2
<i>Theme 3. Electromagnetic waves in anisotropic media</i>	10	2		6	2
<i>Module test 1</i>	4				4
<i>Calculation work, parts 1, 2</i>	4				4
Total under section 2	54	10	12	18	14
Section 3. Transmission lines					
<i>Theme 1. Electromagnetic waves in guiding systems</i>	4	2			2
<i>Theme 2. Waveguides</i>	15	4	6	3	2
<i>Theme 3. Transmission lines with TEM-waves</i>	11	2	4	3	2
<i>Theme 4. Open transmission lines</i>	4	2			2
<i>Module test 2</i>	2				2
<i>Calculation work, parts 3, 4</i>	2				2
Total under section 3	38	10	10	6	12
Section 4. Resonators					
<i>Theme 1. Cavity resonators</i>	14	2	2	6	2
<i>Theme 2. Open-type resonators</i>	6	2			2
<i>Theme 3. Methods of excitation of waveguides and resonators</i>	7	2			2
<i>Calculation work, part 5</i>	2				2
Total under section 4	22	6	2	6	8
Section 5. Radiation and diffraction of electromagnetic waves					
<i>Theme 1. Main parameters of antennas. Hertz's dipole</i>	8	2	1		2
<i>Theme 2. Elementary magnetic emitters. Huygens element</i>	8	2	1		2

<i>Theme 3. Diffraction of electromagnetic waves</i>	12	2		6	2
Total under section 5	20	6	2	6	6
Examination	30				30
Total hours	210	54	36	36	84

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

1. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Конспект лекцій: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія», «Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки», «Радіотехнічні комп'ютеризовані системи» спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка / С. І. Пільтяй; Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. — 171 с.
2. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Ч. 1. Основи теорії електромагнітного поля: Підручник для студентів ВНЗ / За заг. ред. В. М. Шокало та В. І. Правди. — Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2009. — 286 с.
3. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Ч. 2. Випромінювання та поширення електромагнітних хвиль: Підручник для студентів ВНЗ / За заг. ред. В. М. Шокало та В. І. Правди. — Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2010. — 435 с.
4. D. M. Pozar. Microwave Engineering. — New Jersey: Wiley Press, 2012. — 732 p.
5. Технічна електродинаміка та поширення радіохвиль: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електронні системи мультимедіа та засоби Інтернету речей» спеціальності 171 Електроніка / В. В. Пілінський, В. Б. Швайченко; Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. — 343 с.
6. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Збірник задач: навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / С. І. Пільтяй; Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 88 с.
7. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Практикум: навчальний посібник для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / С. І. Пільтяй; Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 54 с.
8. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Рекомендації до виконання розрахункової роботи: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія», «Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки», «Радіотехнічні комп'ютеризовані системи», «Технології радіоелектронної боротьби» спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка / С. І. Пільтяй; Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. — 157 с.
9. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Лабораторний практикум: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія», «Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки», «Радіотехнічні комп'ютеризовані системи» спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка / О. М. Купрій, С. І. Пільтяй, В. І. Найдено; Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. — 93 с.
10. Прикладна електродинаміка інформаційних систем / А. С. Андрущак, З. Ю. Готра, О. С. Кушнір. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. — 304 с.
11. Захарія Й. А. Методи прикладної електродинаміки. — Львів: «Бескид Біт», 2003. — 352 с.

Recommended references

1. Electrodynamics and Propagation of Radiowaves. Lecture notes: a textbook for bachelor's degree applicants in the educational programs "Information and communication radio engineering", "Intelligent technologies of radio electronic engineering", "Radio engineering computerized systems" of specialty 172 Electronic communications and radio engineering / S. I. Piltyay; Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2023. — 171 p. (in Ukrainian).
2. Electrodynamics and Propagation of Radiowaves. Part 1. Fundamentals of electromagnetic field theory: Textbook for university students / Edited by V. M. Shokalo and V. I. Pravda. —

- Kharkiv: KhNURE; Collegium, 2009. — 286 p. (in Ukrainian).
3. Electrodynamics and Propagation of Radiowaves. Part 2. Radiation and propagation of electromagnetic waves: Textbook for university students / Edited by V. M. Shokalo and V. I. Pravda. — Kharkiv: KhNURE; Collegium, 2010. — 435 p. (in Ukrainian).
 4. D. M. Pozar. Microwave Engineering. — New Jersey: Wiley Press, 2012. — 732 p.
 5. Technical Electrodynamics and Propagation of Radiowaves: a textbook for bachelor's degree applicants in the educational program "Electronic multimedia systems and Internet of Things devices" specialty 171 Electronics / V. V. Pilinsky, V. B. Shvaichenko; Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2025. — 343 p. (in Ukrainian).
 6. Electrodynamics and Propagation of Radiowaves. Collection of problems: a textbook for students studying in specialty 172 "Telecommunications and radio engineering" / S. I. Piltyay; Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2022. — 88 p. (in Ukrainian).
 7. Electrodynamics and Propagation of Radiowaves. Practical course: a textbook for students of specialty 172 "Telecommunications and radio engineering" / S. I. Piltyay; Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2021. — 54 p. (in Ukrainian).
 8. Electrodynamics and Propagation of Radiowaves. Recommendations for performing calculation work: a textbook for bachelor's degree applicants in the educational programs "Information and communication radio engineering", "Intelligent technologies of radio electronic engineering", "Radio engineering computerized systems", "Technologies of radio electronic warfare" of specialty 172 Electronic communications and radio engineering / S. I. Piltyay; Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2024. — 157 p. (in Ukrainian).
 9. Electrodynamics and Propagation of Radiowaves. Laboratory works course: a textbook for bachelor's degree applicants in the educational programs "Information and communication radio engineering", "Intelligent technologies of radio electronic engineering", "Radio engineering computerized systems" of specialty 172 Electronic communications and radio engineering / O. M. Kupriy, S. I. Piltyay, V. I. Naidenko; Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2023. — 93 p. (in Ukrainian).
 10. Applied Electrodynamics of Information Systems / A. S. Andrushchak, Z. Yu. Gotra, O. S. Kushnir. — Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2012. — 304 p. (in Ukrainian).
 11. Zakharia Y. A. Methods of Applied Electrodynamics. — Lviv: "Beskyd Bit", 2003. — 352 p. (in Ukrainian).

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<u>Об'єкт вивчення і області застосування електродинаміки. Форми існування матерії. Властивості електромагнітного поля. Діапазон надвисоких частот. Особливості електромагнітних полів і хвиль у НВЧ діапазоні. Основні переваги НВЧ діапазону над іншими діапазонами частот. Галузі науки та техніки, де застосовують системи НВЧ діапазону. Література [1-5].</u> Завдання на СРС: <u>Ознайомитись із галузями застосування електродинаміки.</u>
2	<u>Векторний аналіз. Скалярні та векторні поля. Градієнт скалярного поля. Коефіцієнти Ламе. Дивергенція векторного поля. Ротор поля. Теорема Остроградського-Гаусса. Теорема Стокса. Оператор Гамільтона. Оператор Лапласа. Теореми Гріна. Вихрове поле. Потенціальне поле. Основні тотожності векторного аналізу. Література [1-5].</u> Завдання на СРС: <u>Довести основні тотожності векторного аналізу.</u>
3	<u>Основні поняття електродинаміки. Рівняння Максвелла. Поняття електричного заряду і струму, їх щільностей. Основні властивості та закони для електричних зарядів і струмів. Електричне і магнітне поля. Рівняння Максвелла в інтегральній і диференціальній формах. Фізичний зміст рівнянь Максвелла. Висновки з рівнянь Максвелла. Література [1-5].</u> Завдання на СРС: <u>Вивести рівняння Максвелла в диференціальній формі.</u>

4	<p><u>Матеріальні рівняння. Класифікація середовищ. Поляризованість речовини. Вектор електричної індукції. Намагніченість речовини. Магнітна індукція середовища. Закон Ома в диференціальній формі. Матеріальні рівняння. Поділ речовин на провідники, напівпровідники та діелектрики. Класифікація середовищ за їх параметрами. Література [1-5].</u></p> <p>Завдання на СРС: Вивести матеріальні рівняння для гіротропних середовищ.</p>
5	<p><u>Граничні умови на межі поділу середовищ. Граничні умови для нормальних складових електромагнітного поля. Граничні умови для тангенціальних складових електромагнітного поля. Граничні умови на межі поділу ідеальних діелектрика та провідника. Література [1-5].</u></p> <p>Завдання на СРС: Отримати граничні умови на провідних вістрях і ребрах.</p>
6	<p><u>Рівняння електродинаміки в комплексній формі. Особливості гармонічних електромагнітних коливань і хвиль. Метод комплексних амплітуд. Рівняння Максвелла в комплексній формі. Комплексні проникності. Матеріальні рівняння в комплексній формі. Тангенси кутів електричних і магнітних втрат середовищ. Література [1-5].</u></p> <p>Завдання на СРС: Записати і вивести співвідношення Крамерса-Кроніга.</p>
7	<p><u>Енергетичні характеристики електромагнітного поля. Рівняння балансу миттєвих значень потужності. Теорема Пойнтинга в диференціальній формі. Вектор Пойнтинга, його фізичний зміст. Теорема Пойнтинга в інтегральній формі. Енергетичні характеристики гармонічних електромагнітних полів. Теорема Пойнтинга в комплексній формі. Рівняння балансу комплексної потужності. Рівняння балансу активної і реактивної потужностей. Висновки з рівняння балансу комплексної потужності. Література [1-5].</u></p> <p>Завдання на СРС: Вивести рівняння балансу активної і реактивної потужностей.</p>
8	<p><u>Основні теореми і принципи електродинаміки. Класифікація задач електродинаміки. Задача Діріхле. Задача Неймана. Змішана крайова задача. Принцип суперпозиції. Теорема єдиності розв'язку внутрішньої задачі електродинаміки. Теорема єдиності розв'язку зовнішньої задачі електродинаміки. Умови Зоммерфельда. Лема Лоренца. Теорема взаємності. Принцип переставної двоїстості рівнянь Максвелла. Література [1-5].</u></p> <p>Завдання на СРС: Отримати умови випромінювання Зоммерфельда.</p>
9	<p><u>Аналітичні методи розв'язку задач електродинаміки. Хвильові рівняння для електричного і магнітного полів. Рівняння Гельмгольца для електричного і магнітного полів. Методи розв'язку рівнянь Гельмгольца. Література [1-5].</u></p> <p>Завдання на СРС: Рівняння Гельмгольца в основних системах координат.</p>
10	<p><u>Аналітичні методи розв'язку задач електродинаміки. Електродинамічні потенціали і вектори Герца. Рівняння Гельмгольца для потенціалів і векторів Герца. Вирази для розрахунку потенціалів. Література [1-5].</u></p> <p>Завдання на СРС: Вивести формулу для розрахунку векторного потенціалу.</p>
11	<p><u>Статичні та стаціонарні електромагнітні поля. Визначення статичних і стаціонарних полів. Рівняння Максвелла для електростатичних і магнітостатичних полів. Ємності тіл і конденсаторів. Рівняння Максвелла для стаціонарних полів. Індуктивності контурів зі струмом і котушок. Методи розрахунку ємностей та індуктивностей. Література [1-5].</u></p> <p>Завдання на СРС: Метод дзеркальних зображень. Взаємна індуктивність.</p>
12	<p><u>Плоскі електромагнітні хвилі. Визначення хвилі. Фронт хвилі. Типи хвиль. Однорідна плоска електромагнітна хвиля. Параметри хвилі. Довжина хвилі. Коефіцієнт фази. Коефіцієнт загасання. Глибина проникнення хвилі. Фазова швидкість. Дисперсія хвиль. Групова швидкість. Характеристичний опір середовища. Граничні умови Щукіна-Леонтовича. Література [1-5].</u></p> <p>Завдання на СРС: Отримати формули для коефіцієнтів загасання і фази.</p>
13	<p><u>Плоскі електромагнітні хвилі. Поляризація хвиль. Види поляризації. Поляризаційні базиси. Коефіцієнт еліптичності. Вектор Пойнтинга плоских електромагнітних хвиль. Швидкість поширення енергії. Література [1-5].</u></p> <p>Завдання на СРС: Коефіцієнт еліптичності в різних поляризаційних базисах.</p>

14	<p><u>Відбиття і заломлення плоских електромагнітних хвиль.</u> Нормальне падіння електромагнітної хвилі на межу поділу ідеальних діелектрика та провідника. Нормальне падіння електромагнітної хвилі на межу поділу двох ідеальних діелектриків. Коефіцієнти відбиття та проходження. Похиле падіння плоскої хвилі на межу поділу ідеальних діелектрика та провідника. Фазова швидкість і довжина хвилі за вибраним напрямком. Література [1-5]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції з використанням літератури.</p>
15	<p><u>Відбиття і заломлення плоских електромагнітних хвиль.</u> Похиле падіння плоскої електромагнітної хвилі на границю поділу. Площина падіння хвилі на поверхню. Паралельна і перпендикулярна поляризації. Закони Снелла. Коефіцієнт відбиття. Коефіцієнт проходження. Формули Френеля. Повне проходження хвилі. Кут Брюстера. Зміна поляризації хвилі. Повне внутрішнє відбиття хвилі. Діелектричний хвилевід. Література [1-5]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції за допомогою літератури.</p>
16	<p><u>Електромагнітні хвилі в анізотропних середовищах.</u> Анізотропні середовища. Фізичний механізм виникнення анізотропії феритів. Рівняння Максвелла в гіротропному середовищі. Поширення електромагнітних хвиль у гіротропному середовищі. Ефект Фарадея. Застосування ефекту Фарадея в техніці. Ефект Коттона-Мутона. Явище феромагнітного резонансу. Застосування феромагнітного резонансу. Література [1-5]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції з використанням літератури.</p>
17	<p><u>Електромагнітні хвилі у спрямовуючих системах.</u> Класифікація ліній передачі. Поширення електромагнітних хвиль між двома провідними площинами. Хвилі типу E і H. Скалярні рівняння Гельмгольца для ліній передачі та їх розв'язок. Загальні властивості хвиль у лініях передачі. Потужність і загасання хвиль у спрямовуючих системах. Ортогональність хвиль у лінії передачі. Література [1-4]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції за допомогою літератури.</p>
18	<p><u>Хвилеводи.</u> Визначення хвилеводу. Види хвилеводів. Типи хвиль у хвилеводах. Прямокутний хвилевід. Критичні частоти. Поля в прямокутному хвилеводі, структура поверхневих струмів на його стінках. Основна хвиля прямокутного хвилеводу, її параметри. Література [1-4]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції з використанням літератури.</p>
19	<p><u>Хвилеводи.</u> Круглий хвилевід. Критичні частоти. Поля в круглому хвилеводі. Основна хвиля круглого хвилеводу, її параметри. Література [1-4]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції за допомогою літератури.</p>
20	<p><u>Лінії передачі з хвилями типу T (TEM).</u> Визначення хвилі типу T, її особливості. Параметри хвилі типу T. Характеристичний опір. Рівняння Лапласа для хвилі типу T. Хвильовий опір. Двопровідна лінія передачі, її поля та параметри. Коаксіальна лінія передачі, її поля та параметри. Смушкові лінії передачі, їх поля та параметри. Література [1-4]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції з використанням літератури.</p>
21	<p><u>Відкриті лінії передачі.</u> Загальні властивості діелектричних хвилеводів. Плоский діелектричний хвилевід. Круглий діелектричний хвилевід. Структура і параметри діелектричних хвилеводів. Світловоди. Квaziоптичні лінії передачі. Література [1-4]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції за допомогою літератури.</p>
22	<p><u>Об'ємні резонатори.</u> Види об'ємних резонаторів. Властивості вільних коливань у резонаторі. Резонансна частота. Добротність. Квaziстаціонарні резонатори. Коаксіальний резонатор. Прямокутний резонатор. Циліндричний резонатор. Застосування резонаторів. Література [1-4]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції з використанням літератури.</p>
23	<p><u>Резонатори відкритого типу.</u> Відкриті діелектричні резонатори. Хвилевідні резонатори відкритого типу. Відкриті дзеркальні резонатори, їх конструкції та параметри. Застосування резонаторів відкритого типу. Література [1-4]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції за допомогою літератури.</p>
24	<p><u>Способи збудження хвилеводів і резонаторів.</u> Збудження хвиль у хвилеводах. Елементи збудження, їх конструкції та правила розміщення. Збудження коливань у об'ємних резонаторах. Література [1-4]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції з використанням літератури.</p>

25	Основні параметри антен. Диполь Герца. Діаграма спрямованості антени. Коефіцієнт спрямованої дії. Опір випромінювання антени. Диполь Герца. Особливості полів диполя Герца в зонах індукції та випромінювання. Електромагнітні характеристики диполя Герца. Література [1-5]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції за допомогою літератури.
26	Елементарні магнітні випромінювачі. Елемент Гюйгенса. Елементарний магнітний випромінювач, його характеристики. Рамковий випромінювач. Елементарний щілинний випромінювач, його характеристики. Елемент Гюйгенса. Характеристики елемента Гюйгенса. Література [1-5]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції з використанням літератури.
27	Дифракція електромагнітних хвиль. Суть явища дифракції. Критерій наявності дифракції. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Радіуси зон Френеля. Площі зон Френеля. Дифракція Френеля на круглому отворі та півплощині. Дифракція Фраунгофера на ідеально провідному циліндрі. Застосування явища дифракції в техніці. Література [1-5]. Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції за допомогою літератури.

Практичні заняття

Метою практичних занять є набуття вмінь розв'язання задач електродинаміки та навичок розрахунку основних параметрів ліній передачі, резонаторів і випромінювачів. Темі практичних занять вказано в таблиці.

№	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення та посилання на літературу)
1	Доведення основних тотожностей і теорем векторного аналізу. Література [6, 7].
2	Векторний аналіз. Потенціальні та соленоїдні поля. Література [6, 7].
3	Основні поняття електродинаміки. Рівняння Максвелла. Література [6, 7].
4	Статичні електромагнітні поля. Теорема Гаусса. Література [6, 7].
5	Стаціонарні поля. Розрахунок ємностей та індуктивностей. Література [6, 7].
6	Плоскі електромагнітні хвилі, розрахунок основних параметрів. Література [6-8].
7	Загасання плоских електромагнітних хвиль. Література [6-8].
8	Поляризація плоских електромагнітних хвиль. Література [6-8].
9	Зв'язок між лінійним і коловим поляризаційними базисами. Література [6-8].
10	Відбиття і заломлення плоских електромагнітних хвиль. Література [6-8].
11	Формули Френеля. Зміна поляризації електромагнітних хвиль. Література [6-8].
12	Прямокутні та круглі хвилеводи. Типи хвиль та їх параметри. Література [6-8].
13	Однохвильовий режим роботи хвилеводів. Критичні частоти. Література [6-8].
14	Розрахунок елементів збудження хвилеводів. Література [6-8].
15	Лінії передачі з хвилями типу Т. Параметри ліній передачі. Література [6-8].
16	Розрахунок хвильових опорів коаксіальних і смужкових ліній. Література [6-8].
17	Об'ємні резонатори. Резонансні частоти та добротності. Література [6-8].
18	Елементарні випромінювачі. Розрахунок основних параметрів. Література [6, 7].

Лабораторні роботи

Основною метою лабораторних робіт є поглиблене засвоєння теоретичного матеріалу і набуття студентами навичок експериментального дослідження властивостей електромагнітних коливань, хвиль і структур, у яких вони виникають. Лабораторні роботи забезпечені навчальним посібником [9]. Темі лабораторних робіт представлено в таблиці. Студенти виконують 6 лабораторних робіт із 7 відповідно до номеру бригади та графіку робіт.

№	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Дослідження поляризації електромагнітних хвиль	6
2	Дослідження явищ, що виникають при поширенні електромагнітних хвиль в анізотропних середовищах	6
3	Дослідження електромагнітних хвиль над провідною площиною	6

4	Дослідження дисперсних характеристик основних хвиль у прямокутному хвилеводі і коаксіальній лінії передачі	6
5	Дослідження структури поля в металевих хвилеводах і резонаторах	6
6	Дослідження дифракції електромагнітних хвиль	6
7	Дослідження випромінювання елементарних випромінювачів електромагнітних хвиль	6

6. Самостійна робота студента

№	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на рекомендовану навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	Об'єкт вивчення і області застосування електродинаміки. Література [1-5].	1
2	Векторний аналіз. Література [1-5].	1
3	Поняття електричного заряду і струму, їх щільностей. Основні властивості електричних зарядів і струмів. Література [1-5].	1
4	Електричне і магнітне поля. Рівняння Максвелла. Їх фізичний зміст. Література [1-5].	1
5	Матеріальні рівняння. Поляризованість і намагніченість середовищ. Література [1-5].	1
6	Електричні та магнітні властивості середовищ. Класифікація середовищ за їх електромагнітними властивостями. Література [1-5].	1
7	Граничні умови на провідних вістрях і ребрах. Література [1-5].	1
8	Співвідношення Крамерса-Кроніга. Література [1-5].	1
9	Рівняння балансу активної і реактивної потужностей. Література [1-5].	1
10	Умови випромінювання Зоммерфельда. Література [1-5].	1
11	Рівняння Гельмгольца в основних системах координат. Література [1-5].	1
12	Методи розрахунку скалярного і векторного потенціалів. Література [1-5].	1
13	Метод дзеркальних зображень. Література [1-5].	1
14	Взаємна індуктивність. Методи розрахунку індуктивності. Література [1-5].	1
15	Електромагнітні хвилі в провідних середовищах. Загасання хвиль. Глибина проникнення хвилі. Скін-ефект. Література [1-5].	1
16	Поляризація електромагнітних хвиль. Види поляризації, їх властивості. Коефіцієнт еліптичності в різних поляризаційних базисах. Література [1-5].	1
17	Закони Снелла. Повне внутрішнє відбиття електромагнітних хвиль, його застосування в техніці. Література [1-5].	1
18	Формули Френеля для коефіцієнтів відбиття та заломлення плоскої електромагнітної хвилі на межі середовищ. Література [1-5].	1
19	Ефект Фарадея. Застосування ефекту Фарадея в техніці. Ефект Коттона-Мутона. Література [1-5].	1
20	Явище феромагнітного резонансу. Застосування феромагнітного резонансу в техніці. Література [1-5].	1
21	Підготовка до МКР 1	4
22	Виконання частин 1, 2 розрахункової роботи. Література [8].	4
23	Лінії передачі, їх класифікація та застосування. Література [1-4].	1
24	Поширення електромагнітних хвиль між двома провідними площинами. Хвилі типу E і H. Література [1-4].	1
25	Параметри хвиль у хвилеводах, методи їх вимірювання. Література [1-4].	1
26	П- і Н-подібні хвилеводи, їх переваги та недоліки. Література [1-4].	1
27	Хвильовий опір ліній передачі. Методи його вимірювання. Література [1-4].	1

28	Копланарна лінія передачі. Її хвилі, поля та параметри. Література [1-4].	1
29	Одномодові та багатомодові оптоволоконні лінії передачі. Література [1-4].	1
30	Квазіоптичні лінії передачі, їх конструкції та параметри. Література [1-4].	1
31	Підготовка до МКР 2	2
32	Виконання частин 3, 4 розрахункової роботи. Література [8].	2
33	Квазістаціонарні резонатори: конструкції, розподіли полів і струмів, основні параметри, області застосування. Література [1-4].	0,5
34	Коаксіальний резонатор: конструкція, розподіли полів і струмів, основні параметри, області застосування. Література [1-4].	0,5
35	Прямокутний резонатор: конструкція, розподіли полів і струмів, основні параметри, області застосування. Література [1-4].	0,5
36	Циліндричний резонатор: конструкція, розподіли полів і струмів, основні параметри, області застосування. Література [1-4].	0,5
37	Відкриті діелектричні резонатори: конструкції, розподіли полів, основні параметри, області застосування. Література [1-4].	1
38	Відкриті хвилевідні резонатори: конструкції, розподіли полів, основні параметри, області застосування. Література [1-4].	0,5
39	Відкриті дзеркальні резонатори: конструкції, розподіли полів, основні параметри, області застосування. Література [1-4].	0,5
40	Збудження хвиль у хвилеводах. Елементи збудження, їх конструкції та правила розміщення. Розрахунок вимушених хвиль. Література [1-4].	1
41	Збудження коливань у об'ємних резонаторах. Елементи збудження. Розрахунок вимушених коливань. Література [1-4].	1
42	Виконання частини 5 розрахункової роботи. Література [8].	2
43	Основні параметри антен. Диполь Герца. Література [1-5].	2
44	Елементарні випромінювачі. Елемент Гюйгенса. Література [1-5].	2
45	Дифракція електромагнітних хвиль. Література [1-5].	2
46	Підготовка до екзамену	30
47	Усього годин	84

Індивідуальні завдання

Передбачено виконання студентами розрахункової роботи (РР). Метою її виконання є отримання вмінь розв'язувати задачі електродинаміки. РР містить 10 задач із основних розділів дисципліни. У задачах 1, 2 потрібно визначити параметри плоских електромагнітних хвиль. Задачі 3, 4 присвячено процесам відбиття і заломлення плоских електромагнітних хвиль. У задачах 5, 6 потрібно розрахувати основні параметри і зобразити компоненти поля в прямокутному та круглому хвилеводах, а в задачах 7, 8 — коаксіальній і мікросмужковій лініях передачі. Задачі 9, 10 присвячено визначенню основних параметрів електромагнітних коливань у прямокутному та круглому циліндричному об'ємних резонаторах.

Individual tasks

Students are required to complete a calculation work (CW). The purpose of its implementation is to obtain the skills to solve problems in electrodynamics. CW contains 10 problems from the main sections of the discipline. In problems 1, 2, it is necessary to determine the parameters of plane electromagnetic waves. Problems 3, 4 are devoted to the processes of reflection and refraction of plane electromagnetic waves. In problems 5, 6, it is necessary to calculate the main parameters and depict the field components in rectangular and circular waveguides, and in problems 7, 8 it is necessary to calculate parameters of coaxial and microstrip transmission lines. Problems 9, 10 are devoted to determining the main parameters of electromagnetic oscillations in rectangular and circular cylindrical volumetric resonators.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення освітнього компонента "Електродинаміка та поширення радіохвиль" складається із прослуховування лекційного курсу, участі у практичних заняттях, виконання лабораторних робіт, модульних контрольних робіт і розрахункової роботи. Таким чином, основною методичною вимогою є узгодження часу вивчення тем лекційного курсу з виконанням відповідних завдань інших видів навчання.

Усі матеріали, необхідні для вивчення кредитного модуля та підготовки до екзамену, є в дистанційному курсі "Електродинаміка та поширення радіохвиль", доступ до якого надається студентам. Дистанційний курс містить:

- конспект лекцій;
- лекції за темами із питаннями та задачами для самоперевірки;
- збірник задач і практикум для практичних занять;
- навчальний посібник для виконання лабораторних робіт;
- рекомендації до виконання розрахункової роботи;
- перелік запитань і задач до екзамену.

Доступ до дистанційного курсу надається студентам на початку семестру, що дає можливість планувати самостійну роботу.

Поточний контроль якості засвоєння навчального матеріалу освітнього компонента "Електродинаміка та поширення радіохвиль" відбувається відповідно до рейтингової системи оцінювання, складеної таким чином, що спонукає студентів ритмічно працювати протягом семестру.

Studying the educational component "Electrodynamics and Radio Wave Propagation" consists of listening to a lecture course, participating in practical classes, performing laboratory work, modular tests, and calculation work. Therefore, the main methodological requirement is to coordinate the time for studying the topics of the lecture course with the completion of relevant tasks of other types of training.

All materials necessary for studying the credit module and preparing for the exam are available in the distance learning course "Electrodynamics and Propagation of Radiowaves", access to which is provided to students. The distance learning course contains:

- lecture notes;
- lectures on themes with questions and tasks for self-testing;
- a collection of tasks and a workshop for practical classes;
- a study guide for performing laboratory work;
- recommendations for performing calculation work;
- a list of questions and problems for the examination.

Access to the distance learning course is provided to students at the beginning of the semester, which allows them to plan independent work.

Current quality control of mastering of the study material of the educational component "Electrodynamics and Radio Wave Propagation" takes place in accordance with the rating evaluation system, compiled in such a way as to encourage students to work rhythmically throughout the semester.

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

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з дисципліни (РД) є сумою балів поточної успішності навчання — стартового рейтингу (РС) та екзаменаційних балів (РЕ):

$$РД = РС + РЕ.$$

Розмір стартової шкали РС = 70 балів.

Розмір екзаменаційної шкали РЕ = 30 балів.

Розмір шкали рейтингу з дисципліни РД = 100 балів.

Система рейтингових балів РС та критерії оцінювання

РС складається з балів, одержаних за виконання таких робіт:

1. Готовність до кожної з 6 лабораторних робіт надає такі бали:

- відмінне знання теоретичного матеріалу за темою роботи	1
- задовільне знання теоретичного матеріалу за темою роботи	0,5
- незадовільне знання теоретичного матеріалу за темою роботи	0
Максимальна сума балів за готовність до 6 лабораторних робіт	6

2. Захист кожної з кожної з 6 лабораторних робіт надає такі бали:

- повна відповідь (не менше 80% потрібної інформації)	4
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації)	2
- незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації)	0
Максимальна сума балів за захист 6 лабораторних робіт	24

3. Виконання кожного тестового завдання на двох МКР дає такі рейтингові бали:

- правильна відповідь	1
- неправильна відповідь	0
Максимальна сума балів за виконання двох МКР	20

4. Виконання кожної з 10 задач РГР надає такі рейтингові бали:

- повний правильний розв'язок задачі та правильна відповідь	2
- частковий розв'язок задачі, наявні помилки	1
- незадовільне розв'язання задачі або несвоєчасне виконання	0
Максимальна сума балів за виконання РГР	20

Максимальний РС дорівнює: $РС = 6 + 24 + 20 + 20 = 70$ балів.

Умови допуску до екзамену:

1. Задача повністю виконаної розрахунково-графічної роботи;

2. Виконання всіх лабораторних робіт, оформлення і здача звітів по них;

3. Отримання не менше ніж 30 балів РС протягом семестру.

Протягом останнього тижня семестру студентам, які не набрали 30 балів, надається можливість підвищення РС шляхом перездачі МКР.

Система рейтингових балів РЕ та критерії оцінювання

На екзамені студентами виконується письмова контрольна робота. Кожен білет містить два теоретичних питання та одну задачу за основними розділами навчальної дисципліни. Кожне теоретичне питання оцінюється максимум у 10 балів. Задача оцінюється у 10 балів.

Відповідь на кожне теоретичне питання надає такі бали:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації)	10
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності)	7
- неповна відповідь (не менше 50% потрібної інформації та деякі помилки)	4
- незадовільна відповідь (менше 50% потрібної інформації)	0

Розв'язок задачі надає такі бали:

- повний правильний розв'язок задачі та правильна відповідь	10
- правильний хід рішення, наявність незначних помилок	7
- частковий розв'язок задачі, наявні значні помилки	4
- незадовільний або відсутній розв'язок задачі	0

Максимальний РЕ дорівнює: $PE = 10 + 10 + 10 = 30$ балів.

Система рейтингової оцінки успішності доводиться до відома студентів на першій лекції семестру. Хід одержання рейтингових балів повідомляється студентам викладачем, який виконує рейтингову оцінку успішності. Підсумовування рейтингових балів відбувається на останній 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

Лабораторні роботи за дисципліною «Електродинаміка та поширення радіохвиль» проводяться у двох лабораторіях радіотехнічного факультету: 320-17, 326-17. Лабораторії обладнано генераторами надвисокочастотних коливань, рупорними та дипольними антенами, резонаторами, вимірювальними лініями, опорно-поворотними пристроями, атенюаторами, фазозсувачами, вольтметрами, коаксіальними та хвилевідними лініями передачі. Загалом у лабораторіях міститься 7 макетів — по одному на кожну виконувану роботу. Лабораторні роботи виконуються за такими темами: 1) Дослідження випромінювання електричного і магнітного диполів; 2) Дослідження поляризації електромагнітних хвиль; 3) Дослідження

явищ, що виникають при поширенні електромагнітних хвиль в анізотропних середовища; 4) Дослідження електромагнітних хвиль над провідною площиною; 5) Дослідження дисперсних характеристик основних хвиль у прямокутному хвилеводі і коаксіальній лінії передачі; 6) Дослідження структури поля в металевих хвилеводах і резонаторах; 7) Дослідження дифракції електромагнітних хвиль.

Laboratory works on the course "Electrodynamics and Propagation of Radiowaves" are carried out in two laboratories of the Radio Engineering Faculty: 320-17, 326-17. The laboratories are equipped with generators of microwave range oscillations, horn and dipole antennas, resonators, measuring lines, rotary pillar devices, attenuators, phase shifters, voltmeters, coaxial and waveguide transmission lines. In total, the laboratories contain 7 modules (one for each work performed).

Laboratory works are carried out on the following themes: 1) Research on the radiation of electric and magnetic dipoles; 2) Research on the polarization of electromagnetic waves; 3) Research on the phenomena that arise during the propagation of electromagnetic waves in anisotropic media; 4) Research on electromagnetic waves above a conducting plane; 5) Study of the dispersion characteristics of fundamental waves in a rectangular waveguide and coaxial transmission line; 6) Study of the field structure in metallic waveguides and resonators; 7) Study of the diffraction of electromagnetic waves.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Пільтяй С. І.](#);

Ухвалено кафедрою РІ (протокол № 06/2025 від 17.06.2025)

Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06/2025 від 26.06.2025)