

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА  
ШЕВЧЕНКА**

**Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем**

**Кафедра математики та теоретичної радіофізики**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ Наталія ГОРБОВЦОВА

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ЕЛЕКТРОДИНАМІКА**

**для студентів**

галузь знань  
спеціальність  
освітній рівень  
освітня програма  
вид дисципліни

**12 “Інформаційні технології”  
123 “Комп’ютерна інженерія”  
перший (бакалавр)  
Інженерія комп’ютерних систем і мереж  
вибіркова**

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2023/2024</b>
Семестри	<b>5</b>
Кількість кредитів ETCS	<b>6</b>
Мова навчання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит</b>

**Викладачі:**

**Андрій НЕТРЕБА**, кандидат фіз.-мат. наук, доцент, кафедра математики та теоретичної радіофізики

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КИЇВ-2023**

**Розробник:**

**Андрій НЕТРЕБА**, кандидат фіз.-мат. наук, доцент, кафедра математики та теоретичної радіофізики

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**

Завідувач кафедри математики та теоретичної радіофізики

\_\_\_\_\_ **Володимир ВИСОЦЬКИЙ**

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Завідувач кафедри комп'ютерної інженерії

\_\_\_\_\_ **Юрій БОЙКО**

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ **Сергій РАДЧЕНКО**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

# ВСТУП

**1. Мета навчальної дисципліни «Електродинаміка»** — оволодіння основними теоретичними положеннями та математичними методами, що дозволить на сучасному рівні вивчати властивості електромагнітного поля та пов'язані з ним макроскопічні електричні і магнітні властивості середовищ, теорію поширення радіохвиль.

**2. Попередні вимоги для вивчення навчальної дисципліни:**

До вивчення дисципліни «Електродинаміка» необхідно успішне опанування наступних дисциплін: Вища математика, Основи апаратного та програмного забезпечення ЕОМ, Програмування, Фізика, Алгоритми та методи обчислень, Теорія ймовірності та математична статистика, Дискретна математика, Диференціальні рівняння, Комп'ютерна електроніка, Системи символічної математики, Теорія електричних та магнітних кіл, Комп'ютерна схемотехніка, Організація баз даних, Системне програмування.

**3. Анотація навчальної дисципліни:** «Електродинаміка» включає основні розділи електродинаміки вакууму та електродинаміки суцільного середовища та включає наступні основні змістовні модулі: спеціальна теорія відносності, рівняння електромагнітного поля, електромагнітні хвилі, електромагнітні поля в речовині (випромінювання), дифракція та інтерференція, взаємодія електромагнітних хвиль з речовиною, поширення радіохвиль. Викладені теми та методи широко використовуються при вивченні інших дисциплін у наступних семестрах бакалаврату та в магістратурі.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

- Надати студентам основні теоретичні відомості з навчальної дисципліни Електродинаміка.
- Розширити уявлення про структуру електромагнітних полів, особливості застосування математичного апарату, нові фізичні явища електромагнітної природи.
- Навчити застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвивати у студентів аналітичне мислення та науковий підхід.
- Навчити застосовувати отримані знання та уміння в моделюванні радіотехнічних (приймально-передаючі антени) і оптичних систем.

Дисципліна спрямована на формування наступних загальних компетентностей:

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Дисципліна спрямована на формування наступних фахових компетентностей:

ФК2. Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.

ФК3. Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.

ФК7. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.

ФК11. Здатність оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів.

**5. Результати навчання.** У результаті вивчення дисципліни «Електродинаміка» студент отримує підготовку, достатню для подальшого навчання за освітньою програмою, самостійного вивчення необхідної наукової літератури, вирішення типових задач, що потребують використання методів та знань у галузі електродинаміки теорії поширення радіохвиль.

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
<b>1</b>	<b>знати:</b>	лекційні заняття	тести, залік, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	до 50
1.1	Основи спеціальної теорії відносності	лекційні заняття	тести, залік, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.2	Основи теорії електромагнітного поля	лекційні заняття	тести, залік, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.3	Основи теорії випромінювання електромагнітних хвиль	лекційні заняття	тести, залік, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.4	Випромінювання антен. Дипольне випромінювання в ближній зоні.	лекційні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.5	Основні лінійні та нелінійні характеристики речовин (електричні і магнітні)	лекційні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.6	Основи теорії дифракції	лекційні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.7	Хвилеводи і резонатори	лекційні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
<b>2</b>	<b>вміти:</b>	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	до 30
2.1	Вирішувати типові задачі, що потребують використання методів електродинаміки	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	
2.2	Знаходити оптимальну методику, необхідну для розв'язання задачі електродинаміки, проблеми, технічного інженерного завдання	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	
<b>3</b>	<b>комунікація</b>			до 10

3.1	Розподіляти акценти при пошуку оптимальних методик розв'язання задачі	практичні заняття, самостійна робота	контрольні та самостійні роботи	
<b>4</b>	<b>автономність та відповідальність</b>			до 10
4.1	Оптимально планувати роботу при самостійному вивченні матеріалу	практичні заняття, самостійна робота	контрольні та самостійні роботи, іспит	

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання**

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання (назва)	Код										
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	3.1	4.1
ПРН3. Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.	+	+	+	+	+		+				
ПРН5. Мати знання основ економіки та управління проектами.								+	+	+	+
ПРН9. Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.	+		+		+	+	+				
ПРН10. Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати типове обладнання для спеціальності.		+		+		+					
ПРН18. Використовувати інформаційні технології та для ефективного спілкування на професійному та соціальному рівнях.								+	+		



## 7.2. Організація оцінювання

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min — 22	Max — 40
Активність на практичних заняттях	2	5
Виконання домашніх завдань	2	5
Модульна контрольна робота 1	6	10
Модульна контрольна робота 2	6	10
Модульна контрольна робота 3	6	10

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	вересень
Модульна контрольна робота 2	жовтень
Модульна контрольна робота 3	листопад
Добір балів/додаткова контрольна робота	листопад-грудень
Іспит	грудень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

Значення	Змістовні модулі	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	21	39	60
Максимум	40	60	100

## 4.3. Шкала відповідності оцінок

### Іспит

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100%
<b>Добре</b> / Good	75-89%
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74%
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59%

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

**Примітка:** Теми практичних та семінарських занять співпадають із темами відповідних лекцій.

№ теми	Назва лекції (тема практичного заняття)	Кількість годин		
		Лекції	Практ.	Сам. робота
<b>Змістовий модуль №1 «Спеціальна теорія відносності»</b>				
1.	Принцип відносності. Релятивістський принцип відносності. Перетворення Лоренца.	4	2	6
2.	Векторний аналіз. Диференціальні операції в тривимірному просторі.	4	1	5
3.	Релятивістська кінематика. Власний час. Власна довжина. Релятивістське додавання швидкостей.	2	2	4
4.	Релятивістська механіка. Геометрія 4-простору. Ко- та контра- варіантні величини. Коваріантне рівняння руху.	2	1	5
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>20</b>
<b>Змістовий модуль №2 «Рівняння електромагнітного поля»</b>				
5.	Загальні принципи побудови теорії поля. Заряд в електромагнітному полі. Елементарний заряд в класичній теорії поля. 4-потенціал електромагнітного поля. Рівняння руху зарядженої частинки в електромагнітному полі. Сила Лоренца. Напруженість електромагнітного поля.	4	2	6
6.	Калібрувальна інваріантність. Фізичний зміст скалярного і векторного потенціалів. Перетворення Лоренца для поля. Інваріанти електромагнітного поля.	4	2	6
7.	Рівняння електромагнітного поля в коваріантній формі. 4-вектор струму та рівняння неперервності. Дія системи, що складається із зарядів і електромагнітного поля. Рівняння Максвелла в коваріантній формі.	4	2	6
8.	Тривимірні форми рівнянь Максвелла. Диференціальна форма рівнянь Максвелла. Інтегральна форма рівнянь Максвелла та її зв'язок з експериментальними законами електромагнетизму. Межові умови для векторів електромагнітного поля. Закон збереження енергії електромагнітного поля. Рівняння для електромагнітних потенціалів.	4	2	6
9.	Стале електричне поле. Дипольний і квадрупольний моменти. Розклад поля за мультиполями. Система зарядів у зовнішньому електростатичному полі.	4	2	6
10.	Стале магнітне поле. Магнітний дипольний момент.	2	2	4
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>34</b>
<b>Змістовий модуль №3 «Електромагнітні хвилі»</b>				
11.	Хвильове рівняння та потенціали спізнення. Хвильове рівняння (рівняння д'Аламбера). Плоскі хвилі. 4-хвильовий вектор і ефект Доплера. Червоний зсув. Сферичні хвилі. Потенціали спізнення і випередження.	4	2	6
12.	Електромагнітне поле точкового заряду. Потенціали Льєнара-Віхерта. Вираз для потенціалів. Точне значення електричного та магнітного полів. Електромагнітне поле заряду, що рухається інерційно.	4	2	6



13.	Випромінювання електромагнітних хвиль точковим зарядом. Випромінювання точкового заряду, що рухається прямолінійно. Випромінювання нерелятивістських частинок. Хвильова зона. Потенціали електромагнітного поля в хвильовій зоні.	4	2	6
14.	Електродипольне випромінювання. Вібратор Герца. Діаграма направленості. Опір випромінювання. Квадрупольне та магнітодипольне випромінювання. Випромінювання лінійної антени.	6	2	8
15.	Хвилеводи і резонатори. Електромагнітні хвилі у прямокутному та циліндричному хвилеводах та резонаторах.	4	2	10
<b>ВСЬОГО</b>		<b>22</b>	<b>10</b>	<b>36</b>
<b>ВСЬОГО ЗА СЕМЕСТР</b>		<b>56</b>	<b>28</b>	<b>90</b>

### Самостійна робота студентів (СРС).

Додаткові методи розв'язування електро- і магніто-статичних задач.
Скалярний потенціал в дальній зоні.
Просторові характеристики випромінювання в ближній зоні.
Ефективний опір антен різних типів.
Структура полів у циліндричному хвилеводі і резонаторі.
Сферичний резонатор.

**Примітка:** всі питання СРС включаються до екзаменаційних білетів

Загальний обсяг	<b>180</b> год., у тому числі:
Лекції	<b>56</b> год.
Практичні	<b>28</b> год.
Консультації	<b>6</b> год.
Самостійна робота	<b>90</b> год.

## 1. Рекомендована література:

### Основні джерела:

- [1] О.О.Жмудський, Д.Д.Шека. Основи електродинаміки. Частина 1. К.:Вид-во КНУ, 2000
- [2] L.D.Landau, E.M.Lifshitz, The Classical Theory of Fields, Pergamon press. 1994.
- [3] V.V.Batygin; I.N.Toptygin , Problems in Electrodynamics, Academic press, 1978.
- [4] J. Jackson Classical Electrodynamics, Wiley, 1998.
- [5] В.Й. Сугаков. Електродинаміка. Київ, Вища школа, 1974.
- [6] А.М.Федорченко. Електродинаміка. Київ, Вища школа, 1974.
- [7] В.В.Пілінський. Технічна електродинаміка та поширення радіохвиль. КПІ, 2014 р.
- [8] В.А.Головацький. Електродинаміка. Чернівці, 2015 р.
- [9] Клубіс Я.Д., Шкатуляк Н.М. Основи електродинаміки. Одеса, 2020 р.
- [10] В.В. Обуховський. Збірник задач з електродинаміки. К. 2003.
- [11] С.І.Пільтяй. Технічна електродинаміка та поширення радіохвиль. Практикум, КПІ, 2021 р.
- [12] Теоретична електродинаміка : підручник / [О. В. Багацька, О. Ю. Бутрим, М. М. Колчигін та ін.] – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – 414 с.

### Додаткові джерела:

- [13] М.В.Дудик, Ю.В.Діхтяренко. Електродинаміка. Умань, 2015 р.
- [14] О.Т.Фіалковський, А.Г.Дочкін, Т.Т.Бондаренко. Технічна електродинаміка. Київ, 2018 р.