



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Електродинаміка

### Шифр та назва спеціальності

105 – Прикладна фізика та наноматеріали

### Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

### Освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали для енергетики, медицини, радіоелектроніки та телекомунікацій

### Кафедра

Радіоелектроніки (164)

### Рівень освіти

Бакалавр

### Тип дисципліни

Вибіркова)

### Семестр

6

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Дзюбанов Дмитро Анатолійович

[dmytro.dziubanov@khi.edu.ua](mailto:dmytro.dziubanov@khi.edu.ua)

Кандидат фізико-математичних наук, Старший науковий співробітник, професор кафедри радіоелектроніки НТУ "ХПІ"

Автор та співавтор понад 70 наукових публікацій.

Курси: "Електродинаміка", "Статистична радіофізика", Теорія ймовірностей", "Радіофізика геокосмосу", "Спецкурс Радіофізика", "Основи електромагнетизму".

Детальніше про викладача

<https://web.kpi.kharkov.ua/re/uk/vykladachi/>

## Загальна інформація

### Анотація

Електродинаміка вивчає властивості такої частини матеріального світу, як змінні електричні та магнітні поля. Змінні поля завжди нерозривно пов'язані між собою, утворюючи електромагнітні хвилі. Без використання електромагнітних хвиль сучасні технології є неможливими.

Радіомовлення, телебачення, радіозв'язок, радіолокація, радіонавігація, використання радіохвиль в побуті, - все це різноманітні галузі застосування електромагнітних радіохвиль. Електродинаміка дає уявлення про ті досягнення, які зробив Дж. Максвелл, розвинувши відомі закони електрики та магнетизму, поширивши їх на змінні поля. Максвелл запровадив поняття струму зміщення, передбачив існування електромагнітного поля. Рівняння Максвелла дають можливість зрозуміти закони поширення радіохвиль в середовищах та системах.

### Мета та цілі дисципліни

Метою викладення дисципліни «Електродинаміка» є вивчення студентами основ теорії електромагнетизму, акцентуючи увагу на змінних електричних та магнітних полях, які знаходяться в нерозривній взаємодії. Спираючись на фундаментальні рівняння Максвелла,

опанувати закони поширення електромагнітних хвиль в середовищах та системах. Закласти підвалини випромінювання та прийому електромагнітних хвиль. Підготувати студента до засвоєння курсів з теорії антен та поширення радіохвиль в геокосмічній плазмі.

### **Формат занять**

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

### **Компетентності**

- ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК6. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. Програмні компетентності згідно освітньої програми.
- СК6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.
- СК7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

### **Результати навчання**

- Р01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики. Програмні результати навчання згідно освітньої програми.
- Р04. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.
- Р12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 24 год., лабораторні роботи – 24 год., самостійна робота – 72 год.

### **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

Для успішного засвоєння курсу "Електродинаміка" необхідно мати знання і практичні навички з дисциплін: "Фізика", "Вища математика",

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Лекції проводяться з використанням мультимедійних технологій. Викладання теоретичних положень супроводжуються комп'ютерними демонстраціями. Лабораторні роботи проводяться з використанням середовища LabVIEW.

### **Програма навчальної дисципліни**

#### **Теми лекційних занять**

##### **Тема 1. Перше рівняння Максвелла**

Закон повного струму. Закон Біо та Савара. Застосування тереми Стокса для пояснення ефектів, які створюються електричним струмом.

##### **Тема 2. Друге рівняння Максвелла.**

Електрорушійна сила, яка викликана змінним магнітним полем. Застосування тереми Стокса для пояснення ефектів, які створюються змінним у часі магнітним полем.

##### **Тема 3. Третє рівняння Максвелла.**

Властивості магнітного поля. Соленоїдалне поле. Застосування теорема Остроградського-Гауса.

##### **Тема 4. Четверте рівняння Максвелла.**

Вплив електричних зарядів на розподіл електричного поля. Поняття напруженості електричного поля і електричної індукції.

### Тема 5. Макроскопічні властивості матерії.

Одиниці та розмірності. Абсолютні електрична та магнітна проникності. Зв'язок між магнітною індукцією та напруженістю магнітного поля, а також між електричною індукцією та напруженістю електричного поля. Електрична та магнітна поляризації. Система одиниць СІ

### Тема 6. Граничні умови.

Розриви властивостей середовища на границі різних матеріалів. Зміни характеристик електричного та магнітного полів. Зміни нормальних компонент. Зміни тангенціальних компонент.

### Тема 7. Потік енергії.

Терма Пойнтінга. Об'ємна густина енергії, що обумовлена електричними та магнітними полями. Дисипативна складова в балансі енергії та потік електромагнітної енергії.

### Тема 8. Плоскі хвилі в необмеженому та ізотропному середовищі.

Поширення плоских хвиль. Рівняння одновимірного поля. Плоскі хвилі, що є гармонічними за часом. Плоскі хвилі, гармонічні у просторі. Фазова швидкість.

### Тема 9. Поляризація хвиль.

Розкладання руху вектора електричного поля за напрямками обертання. Поляризація за колом. Права та ліва поляризація.

### Тема 10. Імпеданс.

Поняття імпедансу як однієї з загальних характеристик матеріального світу. Зв'язок електричного та магнітного векторів. Хвильовий опір вільного простору.

### Тема 11. Дисперсія.

Дисперсія в діелектриках. Фізичний зміст залежностей властивостей матеріалів від частоти. Запис для комплексної діелектричної проникності. Поширення хвиль в іоносфері.

### Тема 12. Швидкості поширення радіохвиль.

Групова швидкість. Поширення модульованих хвиль та радіоімпульсів. Хвильовий фронт.

## Теми практичних занять

Практичні заняття не заплановано.

## Теми лабораторних робіт

### Лабораторна робота 1.

«Відбиття радіохвиль»

### Лабораторна робота 2

«Поширення радіохвиль в іоносфері».

### Лабораторна робота 3.

«Поширення радіохвиль у вільному просторі».

### Лабораторна робота 4.

«Поляризація радіохвиль».

### Лабораторна робота 5.

«Плоскі електромагнітні хвилі».

## Самостійна робота

Самостійна робота студентів полягає в такому:

- = Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних занять.
- = Підготовка до письмових і усних контрольних робіт.
- = Опрацювання окремих тематичних розділів з електродинаміки.
- = Виконання розрахункових індивідуальних завдань.
- = Розрахунок параметрів поширення радіохвиль

## Література та навчальні матеріали

1. Андрієшин В.О. Електродинаміка та поширення радіохвиль У 2 ч. / - О. : Одеська національна морська академія, 2005 . Ч. 1 : Теорія електромагнітного поля та техніка НВЧ. 2005. - 357 с.:

2. Крушевський Ю. В. Електродинаміка та поширення радіохвиль Вінниця : Вінницький національний технічний ун-т, 2004 . Ч. 1 : Основи електродинаміки. - - 128 с
3. Крушевський Ю. В., Кравцов Ю. І., Мізерний В. М.. Електродинаміка та поширення радіохвиль Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2004 .Ч. 2 : Хвилеводи та об'ємні резонатори / - 2009. - 124 с.
4. Крушевський Ю. В. Електродинаміка та поширення радіохвиль : збірник задач; Вінницький національний технічний ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2006. - 77 с.
5. Шокало В.М. та ін. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Частина 1. Основи теорії електромагнітного поля. — Х.: ХНУРЕ, Колегіум, 2009. — 286 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються так: 25% – результати оцінювання звітів з лабораторних робіт; 25% – результати оцінювання розрахункового завдання; 10% – результати оцінювання поточного опитування on-line; 40% – оцінка іспиту.

Іспит: 2 запитання з письмовими відповідями;  
1 задача; усна відповідь

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено



Завідувачка кафедри  
Наталія КУЗЬМЕНКО



Гарант ОП  
Сергій КОЗЛОВ