

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра теоретичної радіофізики

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**  
Перший проректор

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### **Теорія поля**

напряму підготовки \_\_\_\_\_ (шифр і назва навчальної дисципліни)  
0402, 0702 – Прикладна фізика  
для спеціальності \_\_\_\_\_ (шифр і назва напряму підготовки)  
7.090804 – «Фізична та біомедична електроніка»  
спеціалізації \_\_\_\_\_ (шифр і назва спеціальності (тей))  
факультету \_\_\_\_\_ (назва спеціалізації)  
радіофізичного (назва факультету)

Кредитно-модульна система  
організації навчального процесу

**Теорія поля.** \_\_\_\_\_ Робоча програма навчальної дисципліни для студентів  
(назва навчальної дисципліни)  
за напрямом підготовки 0402, 0702 – Прикладна фізика  
спеціальністю 7.090804 – «Фізична та біомедична електроніка».  
„25” квітня 2012.– 11 с.

Розробники: Бутрим Олександр Юрійович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, докторант кафедри теоретичної радіофізики радіофізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної радіофізики радіофізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Протокол № \_\_\_\_ від. “25” квітня 2012 р.

Завідувач кафедрою теоретичної радіофізики

\_\_\_\_\_ (Колчигін М. М.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012 р.

Схвалено методичною комісією

Протокол № \_\_\_\_ від. “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012 р.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012 р. Голова \_\_\_\_\_ ( Чорногор Л. Ф.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Декан радіофізичного факультету

\_\_\_\_\_ (Шульга С. М.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – <b>4,5</b>	Галузь знань <b><u>0402 ф.-м. науки</u></b> <small>(шифр і назва)</small>	<b>Нормативна</b>	
	Напрямок підготовки <b><u>0702 – Прикладна фізика</u></b> <small>(шифр і назва)</small>		
Модулів – <b>3</b>	Спеціальність (професійне спрямування): <b><u>7.090804 – «Фізична та біомедична електроніка»</u></b>	<b>Рік підготовки:</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		<b>2-й</b>	<b>-й</b>
Загальна кількість годин – <b>162</b>		<b>Семестр</b>	
		<b>4-й</b>	<b>-й</b>
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – <b>85</b> самостійної роботи студента - <b>77</b>	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <b>бакалавр</b>	<b>68</b> год.	год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		<b>17</b> год.	год.
		<b>Лабораторні</b>	
		<b>0</b> год.	год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		<b>77</b> год.	год.
		<b>ІНДЗ: 0 год.</b>	
		Вид контролю: <b>іспит</b>	

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання -

для заочної форми навчання -

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** цього курсу — дати теоретичні основи електродинаміки, ознайомити з головними поняттями електродинаміки, теорії електромагнітних хвиль, а також розглянути головні типи, застосування та методи розрахунку базових електродинамічних структур, таких як: резонатори, хвилеводи та антени.

**Завдання** дисципліни — вивчення теоретичних основ електродинаміки і набуття навичок застосування отриманих знань для розв'язання практичних задач, здобуття необхідного підґрунтя для вивчення подальших курсів радіофізичного спрямування.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

**знати:** основні поняття теорії хвильових процесів, фізичні принципи випромінювання та поширення електромагнітних полів та взаємодії їх з різними середовищами, головні методи розрахунку енергетичних характеристик електромагнітних полів, основні електродинамічні структури та їх функціональну роль у пристроях НВЧ.

**вміти:** використовувати отримані знання для аналізу хвильових процесів в електродинамічних структурах, розраховувати основні параметри цих структур, грамотно застосовувати їх у біомедичних експериментах та приладах.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1. Базові рівняння електродинаміки

#### Тема 1. Вступ

1.1. Предмет, ціль і задачі курсу. Основні поняття електродинаміки.

#### Тема 2. Система рівнянь електродинаміки

2.1. Рівняння Максвелла в інтегральній формі, їх фізичний смисл

2.2. Рівняння Максвелла у диференціальній формі. Дивергенція та ротор – їх фізичний смисл.

2.3. Матеріальні рівняння. Різні типи середовищ.

#### Тема 3. Граничні умови

3.1. Граничні умови для тангенціальних компонент полів

3.2. Граничні умови для нормальних компонент полів

#### Тема 4. Закони збереження

4.1. Збереження заряду. Енергія поля. Формула Умова-Пойнтинга.

4.2. Поглинання та випромінювання енергії електромагнітного поля.

## **Тема 5.** Статичні поля та токи

5.1. Електростатика. Постановка задачі електростатики. Основні методи розв'язання задач електростатики. Області застосування.

5.2. Магнітостатика. Постановка задачі магнітостатики. Розрахунок магнітних потоків. Основні методи розв'язання задач магнітостатики. Області застосування.

## **Тема 6.** Метод комплексних амплітуд

6.1. Частотні та часові методи розв'язання рівнянь Максвелла. Перетворення Фур'є.

6.2. Рівняння Максвелла для комплексних амплітуд. Граничні умови та теорема Умова-Пойнтінга.

## **Модуль 2. Електромагнітні хвилі.**

### **Тема 7.** Хвильові процеси

7.1. Хвильові рівняння. Гармонічна хвиля.

7.2. Поширення хвиль у вільному просторі. Потенціали Л'єнара-Віхерта.

### **Тема 8.** Дисперсія

8.1. Фізична природа дисперсії. Комплексні матеріальні параметри.

8.2. Типи дисперсії. Фазова та групова швидкості. Дебаєвське та Лоренцівське середовища.

### **Тема 9.** Хвилі на границі розділу середовищ

9.1. Закон Снеліуса. Поляризації падаючої хвилі.

9.2. Формули Френеля. Кут Брюстера.

9.3. Поверхневий ефект.

9.4. Хвилі у шаруватих середовищах, їх застосування.

### **Тема 10.** Регулярні хвилеведучі системи

10.1. ТЕ-, ТМ- та ТЕМ- хвилі.

10.2. Телеграфне рівняння. Стояча та бігуча хвиля.

### **Тема 11.** Інтерференційні та дифракційні явища

11.1. Поширення хвильових пучків.

11.2. Радіооптика. Голографія.

## **Модуль 3. Електродинамічні пристрої**

### **Тема 12.** Резонатори

12.1. Основні характеристики. Типи та застосування резонаторів.

12.2. Методи розрахунку.

**Тема 13. Хвилеводи**

13.1. Основні характеристики. Типи та застосування хвилеводів.

13.2. Методи розрахунку.

**Тема 14. Антени**

14.1. Основні принципи випромінювання електромагнітних полів.

14.2. Головні типи та області застосування антен. Радари.

14.3. Головні характеристики антен.

14.4. Методи розрахунку та вимірювання характеристик антен.

**4. Структура навчальної дисципліни**

Назви модулів і тем	Кількість годин												
	Денна форма						Заочна форма						
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі					
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>Модуль 1</b>													
Тема 1.	2	2											
Тема 2.	12	6	2			4							
Тема 3.	9	4	1			4							
Тема 4.	9	4	1			4							
Тема 5.	8	4	1			3							
Тема 6.	8	4	1			3							
Модульний контр.	6					6							
Разом за модулем 1	<b>54</b>	24	6			24							
<b>Модуль 2</b>													
Тема 7.	7	4	1			2							
Тема 8.	7	4	1			2							
Тема 9.	16	8	2			6							
Тема 10.	9	4	1			4							
Тема 11.	9	4	1			4							
Модульний контр.	6					6							
Разом за модулем 2	<b>54</b>	24	6			24							
<b>Модуль 3</b>													
Тема 12.	10	4	1			5							
Тема 13.	14	6	2			6							
Тема 14.	18	10	2			6							
Модульний контр.	6					6							
Разом за модулем 3	<b>48</b>	20	5			23							
<b>Іспит</b>	<b>6</b>					6							
<b>Усього годин</b>	<b>162</b>	<b>68</b>	<b>17</b>			<b>77</b>							

## 5. Теми семінарських занять

Не плануються.

## 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Векторний аналіз.	2
2	Представлення операторів векторного аналізу у криволінійних системах координат.	1
3	Закони збереження	1
4	Поля статичних зарядів та токів	1
5	Метод комплексних амплітуд. Енергія та щільність потоку енергії для комплексних амплітуд	1
6	Основні властивості гармонічних хвиль. Потенціали, що запізнюються.	1
7	Фазова та групова швидкості у дисперсних середовищах.	1
8	Розрахунок проходження хвиль крізь шарувате середовище. Скін-ефект.	2
9	Розрахунок КСВН та хвильового опору. Використання діаграми Сміта.	1
10	Радіооптика. Дифракційне розходження хвильових пучків.	1
11	Розрахунок характеристик резонаторів.	1
12	Розрахунок розподілу полів та щільності потоку енергії у хвилеводі.	2
13	Розрахунок діаграм спрямованості простих систем. Енергетичні характеристики антен.	2
14	<b>Разом:</b>	<b>17</b>

## 7. Теми лабораторних занять

Не плануються.

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Матеріальні рівняння для різних типів середовищ	4
	Використання електромагнітних полів для впливу на біологічні об'єкти	4
	Поглинання електромагнітної енергії в біологічних тканинах	4
	Використання електростатичних та магнітних полів у медицині та біології	3
	Спектр електромагнітних хвиль. Властивості та області застосування хвиль різних діапазонів.	3
	Підготовка до <i>модульного контролю</i> та його проведення	6
	Принцип Кірхгофа	2
	Дисперсія у біологічних тканинах	2
	Методи розрахунку проходження хвиль крізь шарувате середовище. Застосування таких структур.	6
	Типи хвилеведучих систем, що використовуються для передачі сигналів та енергії	4
	Використання голографічних методів у медицині	4
	Підготовка до <i>модульного контролю</i> та його проведення	6
	Використання резонаторів у медицині для вимірювання параметрів тканин	5
	Використання хвилеводної комірки для НВЧ опромінювання біологічних об'єктів	6
	Використання антен та радарів у медицині	6
	Підготовка до <i>модульного контролю</i> та його проведення	6
	Підготовка до <i>іспиту</i> та його проведення	6
	<b>Разом:</b>	<b>77</b>

## 9. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

Не планується.

## 10. Методи навчання

Лекції, практична робота, самостійна робота студентів.

## 11. Методи контролю

Модульний контроль, іспит.



## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота													Підсумковий семестровий контроль (екзамен)	Сума	
Модуль 1					Модуль 2					Модуль 3					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14		
2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	6	7	7		
20					20					20			40	100	

T1, T2 ... T9 – теми модулів

Форми контролю навчальних здобутків студентів – модульні письмові роботи, що містять теоретичні питання, які потребують розгорнутої відповіді, а також практичні задачі, що необхідно розв’язати. Модуль 1 складається із завдань по темам 1-6, які оцінюються по 2-4 бали у відповідності до таблиці; модуль 2 складається із завдань по 5 темах, кожне з яких оцінюється у 4 бали, 3 модульне завдання складається з теоретичних питань по темам 12-14, що оцінюються по 3 бали, та практичних задач, що оцінюються по 3 бали для T12 та по 4 бали для тем 13-14.

Мінімальна кількість балів, яку повинен набрати студент для зарахування модуля, складає 50% від можливої.

Умови допуску студента до підсумкового семестрового контролю – зарахування модульних робіт.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
80-89	<b>B</b>	добре	
70-79	<b>C</b>		
60-69	<b>D</b>		
50-59	<b>E</b>	задовільно	не зараховано
1-49	<b>FX</b>	незадовільно	

### 13. Методичне забезпечення

1. *Електродинаміка*. Теорія поля. Шульга С. Н., Колчигін Н. Н., Бутрим А.Ю., Багацька О. В., Третьяков О. А. Учебное пособие, Харьков: ХНУ имени В.Н. Каразина. – 2008. – 136 с. (Гриф МОН України. Лист №14/18-Г-1271 від 23.07.07)
2. *Електродинаміка*. Теорія поля. Шульга С. М., Колчигін М. М., Бутрим О.Ю., Багацька О. В., Третьяков О. О. Навчальний посібник, Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна – 2008. – 132 с. (Гриф МОН України. Лист №14/18-Г-1271 від 23.07.07)
3. *Сборник задач по классической электродинамике*, А.И. Алексеев, учебное пособие, ГФМЛИ «Наука», 1977.
4. *Галицкий В.М., Ермаченко В.М.* Макроскопическая электродинамика: Учебное пособие для студентов физ. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1988. – 159 с.
5. *Гильденбург В.Б.* Сборник задач по электродинамике: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по физическим направлениям и специальностям/ Дж. Миллер. – 2-е изд., дополненное. – М.: Физматлит, 2001. – 168 с.
6. *Бредов М.М., Румянцев В.В., Топтыгин И.Н.* Классическая электродинамика: Учебное пособие/ Под. ред. И.Н. Топтыгина. – М.: Наука. ГРФМЛ, 1985. – 400 с.

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. *Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.* Теория поля. – М.: Наука. – 1967.
2. *Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.* Электродинамика сплошных сред. – М.: ГИТТЛ. – 1957.
3. *Дж. Джексон.* Классическая электродинамика. – М.: Мир. – 1965.
4. *В. Пановский, М. Филлипс.* Классическая электродинамика. – М.: ГИТТЛ. – 1963.
5. *Никольский В.В., Никольская Т.И.* Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Наука. – 1989. – 544 с.
6. *Л.М. Бреховских, О.А. Годин.* Акустика слоистых сред. – М.: Наука. – 1989.
7. *Тамм И.Е.* Основы теории электричества. – М.: Наука. – 1986.
8. *Батыгин В.В., Топтыгин И.Н.* Сборник задач по электродинамике. – М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002, 640 с.

#### Допоміжна

1. *М.-А. Тонелла.* Основы электромагнетизма и теории относительности. – М.: ГИФМЛ. – 1963.
2. *Б.З. Каценелленбаум.* Высокочастотная электродинамика. – М.: Наука. – 1976.
3. *Н.А. Семенов.* Техническая электродинамика. – М.: «Связь» – 1973.
4. *С.И. Баскаков.* Основы электродинамики. – М.: «Сов. радио». – 1973.
5. *Г.Т. Марков, А.Ф. Чаплин.* Возбуждение электромагнитных волн. – М.-Л.: «Энергия». – 1967.

6. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике: В 9 т. – М.: Мир. – 1976. – Т. 5, 6.
7. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: Наука. – 1976. – 926 с.
8. Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич О. Ф. и др. Сборник задач по теоретической физике. – М.: Высшая школа. – 1972.
9. Григорьев А.Д., Янкевич В.Б. Резонаторы и резонаторные замедляющие системы СВЧ: Численные методы расчета и проектирования. – М.: Радио и связь, 1984. – 248 с.
10. Мешков И.Н., Чириков Б.В. Электромагнитное поле. Часть 1. Электричество и магнетизм. – Новосибирск: Наука, 1987.
11. Мешков И.Н., Чириков Б.В. Электромагнитное поле. Часть 2. Электромагнитные волны и оптика. – Новосибирск: Наука, 1987.

### 15. Інформаційні ресурси

- <http://www.bem.fi/book/> — Web-version of the book: Jaakko Malmivuo & Robert Plonsey: *Bioelectromagnetism - Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields*, Oxford University Press, New York, 1995.
- <http://www.evicab.eu/> — European Virtual Campus for Biomedical Engineering