

Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки

ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
підготовки бакалаврів
напряму **6.050801 Мікро- і наноелектроніка**
факультету електроніки
(шифр за ОПП _____)

Львів 2013

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Львівським національним університетом імені Івана Франко

Розробники:

Болеста І.М., доктор фіз.-мат. наук, завідувач кафедри радіофізики та комп'ютерних технологій

Лучечко А.П., канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри електроніки

Обговорено та рекомендовано до затвердження Навчально-методичною радою факультету електроніки

“ _____ ” _____ 2013 року, протокол №__

Голова Навчально-методичної ради
факультету електроніки

Шувар Р.Я.

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни “Теорія електромагнітного поля” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів напряму 6.050801 Мікро- і наноелектроніка, затвердженої наказом Міністерства освіти і науки № 384 від 29 березня 2012 року .

Предметом курсу “Теорія електромагнітного поля ” є електромагнітні явища та хвильові процеси, які лежать в основі сучасної електроніки. Предмет “Теорія електромагнітного поля” займає центральне місце серед інших профільюючих курсів напряму підготовки ”Мікро- і наноелектроніка ”, він розвиває та суттєво доповнює знання студентів, отриманих при вивченні дисципліни ”Електротехніка та електроніка”.

Міждисциплінарні зв'язки: Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких дисциплін: загальна та теоретична фізика, вища математика, електротехніка та електроніка. Знання отримані під час вивчення дисципліни будуть використовуватися при вивченні наступних дисциплін: квантова електроніка, фізичні основи сенсорики, біоелектричні процеси, біомедичні сенсори, мікро- на нанотехнологій в сенсорній електроніці.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

Змістовий модуль 1. Предмет та математичний апарат теорії електромагнітного поля.

Змістовий модуль 2. Загальні властивості електромагнітного поля.

Змістовий модуль 3. Електромагнітні хвилі, хвилеводи та резонатори.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування в майбутнього спеціаліста з електроніки цілісної картини електромагнітних явищ, які лежать в основі сучасної електроніки, розуміння ними електричних та магнітних властивостей середовищ, корисних для практичного використання. Для її досягнення необхідно вивчити елементи математичного апарату теорії електромагнітного поля, рівняння Максвелла, як основу теорії поля, енергію електромагнітного поля. Детально розглянути електро- і магнітостатику, магнітне поле постійного струму, загальні властивості гармонічного поля. Особливу увагу слід приділити вивченню електромагнітних хвиль, явищ на межі між середовищами, напрямлювальних систем та резонаторів.

Завдання: навчити студентів самостійно виконувати розрахунки, необхідні для розв'язування практичних задач.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати:

1. Основи математичного апарату, який використовується для опису скалярних та векторних полів,
 1. Рівняння Максвелла як основні рівняння електромагнітного поля,
 2. Енергію електромагнітного поля,
 3. Загальні властивості електростатичного і магнітостатичного полів та стаціонарного електромагнітного поля,
 4. Електромагнітні хвилі, явища на плоских межах та дифракцію хвиль,
 5. Направлювальні електромагнітні хвилі і системи, об'ємні резонатори

вміти:

1. Використовувати елементи сучасного математичного апарату для обчислення простих задач теорії електромагнітного поля,
2. Пояснити емпіричні закони електромагнетизму на основі рівнянь Максвелла;
3. Обґрунтувати явища відбивання, заломлення та дифракції електромагнітних хвиль, виходячи з рівнянь Максвелла;
4. Визначати принципи дії та область застосування пристроїв для поширення електромагнітної енергії.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Предмет та математичний апарат теорії електромагнітного поля

Місце курсу у навчальному плані. Умова квазістаціонарності. Історичні аспекти розвитку вчення про електрику та магнетизм. Поняття про поле. Ключові моменти з історії практичного використання електромагнітних явищ. Скалярні і векторні поля та їх опис. Системи координат. Скалярні і векторні величини та функції. Аксіальні та полярні вектори. Поняття про змінні вектори та дії над ними. Похідна поля – градієнт. Оператор набла. Дивергенція та ротор вектора. Означення фізичного поля. Умови потенціальності та соленої дальності полів. Другі похідні векторних полів. Потік вектора через поверхню. Потік векторного поля. Теорема Остроградського-Гауса. Циркуляція векторного поля по замкнутому контуру. Теорема Стокса.

Змістовий модуль 2. Загальні властивості електромагнітного поля

Емпіричні закони електромагнетизму. Підходи до опису полів. Силкові лінії. Потенціальне та вихрове поля. Струми зміщення. Роторні рівняння Максвелла. Дивергенція векторів електричної та магнітної індукції. Макроскопічні параметри середовищ та їх типи. Лінійні та нелінійні, ізотропні та анізотропні, однорідні та неоднорідні середовища. Класифікація середовищ за величиною їх параметрів. Поляризація і намагніченість середовищ. Баланс енергії електромагнітного поля. Густина енергії електромагнітного поля. Локалізація та рух енергії. Електростатичний потенціал. Силкові лінії та екіпотенціальні поверхні. Поняття точкового заряду. Система точкових зарядів, диполь. Поле заряджених ниток. Провідники у електростатичному полі. Поля найпростіших за формою провідників. Електростатична енергія ізольованої зарядженої області. Енергія системи провідників. Власна і взаємна енергії. Магнітостатика. Порівняння магнітостатики з електростатикою. Розмагнічуючий фактор, магнітне екранування. Магнітне поле постійного струму. Векторний потенціал магнітного поля. Магнітне поле лінійного струму. Магнітне поле циліндра, труби, коаксіального кабеля, двопровідної лінії. Вираз для магнітної енергії. Магнітна енергія лінійних струмів. Комплексні проникності. Система рівнянь монохроматичного поля. Середній баланс енергії. Хвильовий характер електромагнітного поля

Змістовий модуль 3. Електромагнітні хвилі, хвилеводи та резонатори

Випромінювання електромагнітної енергії. Електродинамічні потенціали. Запізнюючі потенціали. Поле елементарного випромінювача та його аналіз. Хвилі у необмеженому середовищі. Загасання хвиль. Поляризація хвиль. Відбивання і заломлення хвиль. Поширення хвиль крізь оптично густе середовище. Дифракція електромагнітних хвиль. Напрямувальні властивості діелектричного шару. Класифікація спрямувальних систем. Рівняння Максвелла для спрямувальних хвиль. Магнітні та електричні хвилі. Поперечно-електромагнітні хвилі. Е-хвилі. Н-хвилі. Закон дисперсії. Групова швидкість і передача енергії. Прямокутний хвилевід: Е- і Н – хвилі. Круглий хвилевід: Е- і Н – хвилі. Подвійні зв'язані системи. ТЕМ – хвилі у подвійно зв'язаних системах. Коаксіальна лінія. Загальні властивості об'ємних резонаторів. Поле прямокутного резонатора. Поле циліндричного резонатора. Ефективна діелектрична функція гетерогенних систем. Топологія гетеросистем. Фрактальна структура гетеросистем. Поняття фракталу. Фрактальна розмірність та методи її визначення. Поняття фотонного кристала. Брегівський відбивач. Поверхневі електромагнітні хвилі на межі метала і діелектрика. Застосування поверхневих хвиль.

3. Рекомендована література

І. М. Болеста Теорія електромагнітного поля: навчальний посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 478 с.

Татур Т.А. Основы теории электромагнитного поля. Москва. Высшая школа, 1989.

Загальний курс фізики. У 3 ч. Ч.2. Електрика і магнетизм : навч. посіб. / І.М.Кучерук, І.Т.Горбачук, П.П.Луцик ; за заг. ред. І.Кучерука. – К. : Техніка, 2001. – 452 с.– ISBN 966-575-183-2.

Детлаф А.А. Курс фізики : учеб. пособие для вузов / А.А.Детлаф, Б.М.Яворский. – М.: Высш. шк., 1989. – ISBN 5-06-001432-0.

Ландау Л.Д., Лифшиц И.М. Теория поля. Москва, Наука 1973 .

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання

Підсумкову оцінку якості засвоєння навчальної програми з дисципліни “Теорія електромагнітного поля” визначають за результатами екзамену, порядок проведення якого встановлює робоча навчальна програма.

Рівень засвоєння навчального матеріалу дисципліни визначають, використовуючи рейтингову систему оцінювання. Положення про рейтингову систему оцінювання знань розробляють та затверджується на засіданні кафедри з урахуванням особливостей професійної підготовки та розподілу навчального часу за видами занять. Це положення входить до складу робочої навчальної програми.

5.Засоби діагностики успішності навчання

Оцінка якості засвоєння навчальної програми включає поточний контроль успішності, модульний контроль та складання екзамену.

Для поточного контролю засвоєння студентами навчального матеріалу передбачається написання ряду самостійних та двох підсумкових контрольних робіт по тематиці практичних занять, перелік яких наводиться в робочій навчальній програмі.

Для модульного контролю засвоєння студентами навчального матеріалу передбачається виконання двох модульних контрольних робіт по темах змістових модулів, порядок проведення наводяться в робочій навчальній програмі.

Для організації індивідуальної роботи студентів передбачається написання рефератів, перелік тем яких встановлює робоча навчальна програма.