

Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка

Радіофізичний факультет  
Кафедра електрофізики

Укладач:

к-т фіз.-мат. наук, доцент

Короновський В.Є.

## **МАГНІТОЕЛЕКТРИКА**

Робоча навчальна програма

для студентів спеціальності 8.070201 “Радіофізика та електроніка”

Затверджено  
на засіданні кафедри  
“\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 201 р.  
Протокол № \_\_\_\_\_  
Зав. кафедри  
\_\_\_\_\_ Савенков С.М.

Затверджено  
Вченою радою  
радіофізичного факультету  
“\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 201 р.  
Протокол № \_\_\_\_\_  
Декан факультету  
\_\_\_\_\_ Анісімов І.О.

Робоча навчальна програма з дисципліни “Магнітоелектрика”.

**Укладач:** кандидат фізико-математичних наук,

доцент Короновський В.Є.

**Лектор:** кандидат фізико-математичних наук,

доцент Короновський В.Є.

# МАГНІТОЕЛЕКТРИКА

## Загальні відомості про курс:

Курс лекцій за програмою підготовки магістрів радіофізичного факультету першого року навчання, 51 година лекцій, II-й семестр 2010/2011 н.р.

Курс передбачає лекції, розгляд ряду експериментальних та теоретичних робіт з поточної наукової літератури за тематикою курсу, самостійну роботу студентів.

**Викладач:** доцент, к.ф.-м.н. В.Є. Короновський

## Короткий зміст та мета курсу:

Фізика магнітоелектричних явищ становить один з самостійних розділів сучасної фізики. Методи досліджень, пов'язані з поведінкою твердих тіл в електричному та магнітному полях, впливом електричного поля на магнітні, оптичні, спектральні, механічні властивості твердих тіл дають потужний інструмент для з'ясування природи магнітоелектричної взаємодії, що визначає можливості їх застосування у різноманітних функціональних пристроях.

Запропонований курс включає в себе систематизоване викладення основ фізики магнітоелектричних явищ, її застосуванні для досліджень твердих тіл. Передбачено розгляд теоретичних, модельних основ магнітоелектричних явищ та детальний огляд експериментальних методик для їх досліджень. До курсу включені також питання практичного використання магнітоелектричних матеріалів у сучасній техніці.

## Зміст курсу:

**1. Вступ (2 г.).** Предмет курсу. Загальний огляд головних напрямків фізики магнітних, магнітоелектричних та електромагнітооптичних явищ. Релятивістська природа магнетизму. Магнітні властивості електронів та ядер. Локалізований електрон у магнітному полі. Орбітальний момент, спіні. Парамагнетизм. Діамагнетизм.

**2. Сучасні магнітоелектричні матеріали. (8 год).** Магнітні діелектрики (об'ємні монокристали, тонкі епітаксійні плівки). Магнітоелектричні антиферромагнетики. Мультиферойки. Однофазні магнітоелектричні матеріали. Композитні магнітоелектрики (синтез, фізичні властивості та перспективи практичного застосування). Шаруваті магнітоелектричні композити. Нанокompозитні магнітоелектричні структури (синтез, фізичні властивості та перспективи практичного застосування). Шаруваті магнітоелектричні нанокompозити.

**3. Магнітоелектрична взаємодія в кристалах. (10 год).** Феноменологічна теорія магнітоелектричної взаємодії в твердому тілі. Магнітне упорядкування у

відсутності поля (випадок феромагнетика та двоградкового антиферомагнетика). Необхідні умови для виникнення магнітного упорядкування. Магнітне упорядкування у зовнішньому магнітному полі. Намагніченість в кристалах тетрагональної та кубічної симетрії. Магнітна сприйнятливість. Магнітна сприйнятливість кубічного кристалу. Магнітоелектричні взаємодії в середовищах з кубічною магнітною анізотропією, магнітоелектричний ефект. Магнітоелектричні взаємодії в середовищах з однією магнітною анізотропією. Низькочастотний магнітоелектричний ефект. Резонансний магнітоелектричний ефект в феромагнетиках. Резонансний магнітоелектричний ефект в антиферомагнетиках.

**4. Магнітоелектричний ефект в композитних матеріалах. (4 год).** Оцінка магнітоелектричних параметрів композитів. Магнітоелектрична взаємодія в одношаркових композитах. Шаруваті магнітоелектричні композиційні матеріали, модель, основні рівняння. Магнітоелектричний ефект у вільних зразках композитів. Магнітоелектричний ефект у механічно зажатих зразках композитів. Магнітоелектричний ефект в об'ємних магнітоелектричних композитах.

**5. Експериментальні методи досліджень магнітоелектричних взаємодій в твердому тілі. (6 год).** Індукційні методи досліджень магнітоелектричних ефектів. Ємнісні методи досліджень магнітоелектричних ефектів. Методи спектрального аналізу для досліджень магнітоелектричних взаємодій в речовині. Модифікація методу оптичної поляриметрії для досліджень динамічного та статичного магнітоелектричних ефектів. Методи досліджень магнітоелектричного ефекту в НВЧ області. Метод поляризаційної мікроскопії при дослідженнях магнітоелектричних ефектів.

**6. Електромагнітооптичний ефект. (6 год).** Електромагнітооптичні явища в центросиметричних кубічних феро- та ферримагнетиках, феноменологічна теорія, модельні уявлення. Електромагнітооптичні явища в однієсних феро- та ферримагнетиках. Оптичне детектування вихревих утворень в доменних межах - вертикальних блохівських ліній, їх зародження та переміщення в наслідок локального оптичного впливу та в наслідок впливу електричного поля. Модифікація методу анізотропного темнопольного підсвічування для застосування до спостережень субмікронних магнітних неоднорідностей в доменних межах.

**7. Сучасні проблеми фізики магнітоелектричних явищ.(10 год).** Динамічні процеси в магнітоелектричних системах. Електромагнони. Проблеми експериментальних досліджень нових динамічних проявів у магнітоелектричних взаємодіях у твердому тілі.

**8. Застосування магнітоелектричних матеріалів у сучасній техніці. (5 год).** Багатофункціональні магнітоелектричні компоненти. Використання моделі композиційних матеріалів. Магнітоелектричні пристрої твердотільної електроніки. Ефекти електричного управління магнітними мікро- та нанорозмірними структурами. Магнітоелектричні датчики змінного та статичного магнітного поля, схема, принцип роботи. Композитний магнітоелектричний резонатор. Однорезонаторні та дворезонаторні магнітоелектричні фільтри з електричним управлінням на основі шаруватих ферит-п'єзоелектричних структур.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Ч. Киттель, "Введение в физику твердого тела", Москва, Наука, 1978 (гл. 7,8,12,16,17).
2. К.М.Херд, "Многообразии видов магнитного упорядочения", УФН, т.142,с.331,1984.
3. С.В.Вонсовский, "Магнетизм", Москва, Наука, 1971.
4. М.И. Бичурин, В.М. Петров, Д.А. Филиппов, Г. Сринивасан, С.В. Нан, "Магнитоэлектрические материалы", Москва, "Академия Естественных наук", 2006.
5. Астров Д.Н. Магнитоэлектрический эффект в окиси хрома. ЖЭТФ // 1961. Т. 40. С. 1035-1041.
6. M. Fiebig "Revival of the magnetoelectric effect", J. Phys. D: Appl. Phys., V. 38, P. R1–R30, 2005.
7. Г.А. Смоленский, И.Е. Чупис, "Сегнетомагнетики", УФН, Т.137, №3, с. 415-448, 1982.
8. Е.А. Туров, В.В. Николаев, "Новые физические явления в магнетиках, связанные с магнитоэлектрическим и антиферро-электрическим взаимодействиями", УФН, Т. 175, с. 457–473, 2005.

Викладач \_\_\_\_\_ Короновський В.Є.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Савенков С.М.