

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Кафедра електроніки**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Перший проректор

\_\_\_\_\_ Височанський В.С.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013 р.

**НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ**  
**КІНЕТИЧНІ ЯВИЩА В МАТЕРІАЛАХ СЕНСОРНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ**  
галузі знань **0508 Електроніка**  
напряму підготовки **6.050801 Мікро- та наноелектроніка**  
факультету електроніки

Кредитно-модульна система  
організації навчального процесу

**Львів – 2013**

**Кінетичні явища в матеріалах сенсорної електроніки.** Навчальна програма дисципліни для студентів галузі знань **0508** Електроніка напряму підготовки **6.050801** Мікро- та наноелектроніка факультету електроніки. — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. — 5 с.

**Розробник:**

**Лис Р.М.**, асистент кафедри електроніки

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електроніки

Протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 р.

Завідувач кафедри електроніки

Павлик Б.В

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013 р

Схвалено методичною радою факультету електроніки

Протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 р.

Голова методичної ради \_\_\_\_\_

Шувар Р.Я.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013 р.

## I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Спецкурс **Кінетичні явища в матеріалах сенсорної електроніки** є нормативною дисципліною циклу дисциплін вільного вибору студентів.

**Мета:** Освоєння студентами основних кінетичних явищ, видів матеріалів для сенсорики та принципів їх дії, методів знаходження кінетичних коефіцієнтів, а також ознайомлення із сучасними методами знаходження основних параметрів матеріалів для сенсорики.

**Завдання:** Ознайомити студентів із основними кінетичними ефектами та матеріалами сенсорики (параметрами, властивостями) де вони спостерігаються.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен:

**знати** основні кінетичні явища та кінетичні коефіцієнти в матеріалах сенсорної електроніки, область застосування;

**вміти:** використовувати знання про природу кінетичних явищ в матеріалах сенсорної електроніки для експериментальних досліджень основних кінетичних коефіцієнтів.

**Місце в структурно-логічній схемі спеціальності.** Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких предметів: «Фізика твердого тіла», «Кристалографія», «Матеріали твердотільної електроніки».

Форма навчання	Семестр	Всього кредитів/годин	Розподіл навчального часу за видами занять <sup>1</sup>					Семестрова атестація
			Лекції	Практичні заняття	Семінарські заняття	Лабораторні роботи	СРС	
Денна	8	2/96	16	-	-	32	48	залік

## II. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

### Розділ 1. Класифікація кінетичних явищ.

#### Тема 1.1 Класифікація кінетичних явищ.

Предмет і завдання курсу. Класифікація кінетичних ефектів залежно від експериментальних умов та від комбінації полів. Нерівноважна функція розподілу, введення поняття «час релаксації квазіімпульсу».

#### Тема 1.2 Кінетичні коефіцієнти.

Стаціонарні явища перенесення заряду та енергії. Густина струму та потоку теплової енергії. Узагальнені тензори провідностей. Кінетичні коефіцієнти, їх зв'язок із градієнтами температури та полями. Узагальнені закони електро- та теплоперенесення.

### Розділ 2. Електро- та теплопровідність.

#### Тема 2.1 Питома електропровідність.

Механізми протікання струму в напівпровідниках, теплова та дрейфові швидкості руху носіїв заряду. Дрейфова рухливість, її залежність від температури. Дифузійний та дрейфовий струм, співвідношення Айнштайна. Електропровідність металів: моделі вільного електронного газу Друде та Фермі, рівняння Шредінгера.

#### Тема 2.2 Електронна теплопровідність.

Теплове розширення, теплопровідність твердих тіл. Граткова теплоємність. Електронна теплопровідність, число Лоренца. Фононна та повна теплопровідність. Складові теплопровідності власного та домішкового напівпровідника. Зв'язок між електро- та теплопровідністю.

### **Розділ 3. Кінетичні явища в матеріалах сенсорної електроніки.**

#### **Тема 3.1 Термоелектричні явища.**

Термо-ЕРС в матеріалах сенсорної електроніки, температурні залежності коефіцієнта термо-ЕРС. Контактна різниця потенціалів, ефект Зеебека, абсолютний та відносний коефіцієнт Зеебека. Металічні та напівпровідникові термопари. Ефект Пельтьє та Томсона. Співвідношення Томсона. Термоелектричне перетворення енергії.

#### **Тема 3.2 Гальваномагнітні явища.**

Умови виникнення гальваномагнітних ефектів. Магніторезистивний ефект, ефект Гаусса. Ефект Холла в напівпровідниках з носіями заряду декількох типів. Температурна залежність коефіцієнту Холла. Практичне застосування ефектів Холла та Гаусса, сенсори ЕРС Холла та магніторезистори.

#### **Тема 3.3 Термомагнітні явища.**

Класифікація та механізми виникнення термомагнітних ефектів. Ефект Рігі-Ледюка, Маджі-Рігі-Ледюка, Нернста-Еттінгсгаузена. Температурні залежності коефіцієнту Нернста-Еттінгсгаузена. Ефект Нернста.

#### **Тема 3.4 Електронні явища перенесення в тонких плівках.**

Кінетичне рівняння Больцмана та його граничні умови. Від'ємний магнітоопір в плівках. Явища перенесення в невідроджених напівпровідникових плівках.

## **ІІІ. ПРИБЛИЗНА ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ (СЕМІНАРСЬКИХ) ЗАНЯТЬ**

### **ІV. ПРИБЛИЗНИЙ ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

- 1.Рівняння Шредінгера.
- 2.Вимірювання електропровідності кремнію.
3. Вивчення термоелектричних явищ.
4. Вивчення гальваномагнітних явищ.
5. Вивчення термомагнітних явищ.

### **V. ІНДИВІДУАЛЬНІ СЕМЕСТРОВІ ЗАВДАННЯ**

Для засвоєння теоретичного матеріалу, підготовки до виконання практичних та лабораторних завдань студентам надається можливість користуватися бібліотеками Львівського національного університету імені Івана Франка, студентам старших курсів (починаючи з третього) – бібліотекою імені Стефаніка. Студенти мають змогу отримати консультації з питань дисципліни в лектора та викладачів, які проводять практичні та лабораторні заняття.

## **VI. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ**

При вивченні дисципліни **Кінетичні явища в матеріалах сенсорної електроніки** для поточного контролю знань студентів передбачається виконання модульної контрольної роботи по закінченню першого модуля.

## **VII. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

## **VIII. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ**

### **Основна література**

1. Савчин В.П., Шувар Р.Я. Електронне перенесення в напівпровідниках та напівпровідникових структурах. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка.- 2008.- 688 с.
2. Болеста І.М. Фізика твердого тіла. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка.- 2003.- 480 с.
3. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела.- М.: Наука.- 1978.- 792 с.
4. Рембеза С.И. Методы измерения параметров полупроводников. Учебн. Пособие.-Воронеж: Изд.-во ВГУ.- 1989.- 224 с.

### **Допоміжна література**

1. Бойчук В.І. Основи теорії твердого тіла. Дрогобич: Коло.- 2010.-260 с.
2. Бирман Дж. Пространственная симметрия и оптические свойства твердых тел. М.: Мир.- Т.1,2.- 1978.
3. Смит Р. Полупроводники. Пер. с англ.-М.: Мир.-1982.-560 с.
4. Електронна енциклопедія (<http://uk.wikipedia.org>).