

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ І СПОРТУ УКРАЇНИ  
Львівський національний університет імені Івана Франка  
**Факультет електроніки**  
**Кафедра електроніки**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Перший проректор

\_\_\_\_\_ Височанський В. С.

“ 31 ” \_\_\_\_\_ 08 \_\_\_\_\_ 2012 р.

**НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ**  
**ФІЗИЧНІ ОСНОВИ СЕНСОРИКИ**

галузі знань **0508 Електроніка**  
напряму підготовки **6.050801 Мікро- та наноелектроніка**  
факультету електроніки

Кредитно-модульна система  
організації навчального процесу

**Львів – 2012**

**Фізичні основи сенсорики.** Навчальна програма дисципліни для студентів галузі знань **0508** Електроніка напряму підготовки **6.050801** Мікро- та наноелектроніка факультету електроніки. — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2010. — 5 с.

**Розробник:**

*Павлик Б.В.*, докт. фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри електроніки

Навчальна програма затверджена на засіданні кафедри електроніки

Протокол №   6   від. “   05   ” \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 2012 р.

Завідувач кафедри електроніки

\_\_\_\_\_ (Павлик Б.В.)

“   05   ” \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 2012 р

Схвалено методичною комісією за напрямом підготовки **6.050801 Мікро- та наноелектроніка**

Протокол №   10   від. “   20   ” \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 2012 р.

“   20   ” \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 202 р. Голова \_\_\_\_\_ (Шувар Р. Я.)

## I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Загальний курс «**Фізичні основи сенсорики**» є нормативною дисципліною циклу професійно-орієнтованих дисциплін за програмою. Він читається для студентів груп ФеМ-41 та ФеМ-42, які спеціалізуються на кафедрах електроніки та фізичної і біомедичної електроніки.

Сучасний стан розвитку науки та техніки вимагає створення пристроїв для вимірювання, контролю та керування різноманітними процесами в промисловості, біотехнологіях та побуті. Надзвичайно актуальною є проблема сенсоризації, тобто заміни органів відчуття людини на об'єктивні вимірювальні перетворювачі (сенсори), особливо у сфері екології та медицини. Вивченню фізичних принципів роботи сенсорних перетворювачів, властивостей сенсорних матеріалів та технології їх виготовлення присвячений курс «Фізичні основи сенсорики».

**Мета:** ознайомити студентів з принципами роботи, основними характеристиками та параметрами сенсорів, що використовуються для вимірювання температури, складу газових середовищ, оптичних та радіаційних сенсорів для контролю оточуючого середовища та медико-біологічних застосувань.

**Завдання:** навчити студентів аналізувати можливості застосування відповідних фізичних явищ для оптимізації параметрів сенсорів.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен:

**знати** перспективи використання певного фізичного явища для створення сенсора потрібного фізико-технічного чи медико-біологічного призначення.

**вміти** самостійно підібрати тип сенсорного перетворювача з використанням елементної бази, виготовлення якої базується на мікро- та наноелектронних технологіях.

**Місце в структурно-логічній схемі спеціальності.** Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких предметів: «Оптика», «Електрика», «Фізика твердого тіла», «Фізична хімія».

Навчальна програма дисципліни складена на основі освітньо-професійної програми підготовки спеціаліста напряму підготовки «Мікро- та наноелектроніка», затвердженої наказом Міністерства освіти і науки № 485 від 26 травня 2010 року .

Форма навчання	Семестр	кредитів/годин Всього	Розподіл навчального часу за видами занять <sup>1</sup>					Семестрова атестація
			Лекції	заняття Практичні	заняття Семінарські	роботи.Лабораторні	СРС	
Денна	8	5/124	32	-	-	32	64	залік

<sup>1</sup>

## II. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

### *Розділ 1.*

- Тема 1.1. Сенсорне матеріалознавство. Основні поняття та величини в сенсоричі. Вступ до курсу. Джерела інформації. Вимірювальні перетворення, перетворювачі та сенсори. Статичні та динамічні характеристики.
- Тема 1.2. Елементи фізичної хімії матеріалів сенсорної електроніки. Діаграми стану. Залежність електрофізичних властивостей від вмісту компонент. Методи дослідження структури та фазового складу.
- Тема 1.3 Сенсори магнітного поля. Магнітні матеріали. Класифікація магнітних матеріалів. Параметри та характеристики магнітних полів. Методи досліджень магнітних полів.
- Тема 1.4 . Фізичні основи функціонування сенсорів магнітних полів. Ефект Холла. Гальваномагнітні ефекти в напівпровідникових кристалах. Магнітооптичні ефекти в н/п.
- Тема 1.5 Сенсори магнітного поля. **Магніторезистори. Магнітодіоди. Тонкоплівкові сенсори для візуалізації магнітного поля.**
- Тема 1.6. Фізичні основи сенсорів вологості і хімічного складу газу. Мікроелектронні сенсори вологості. Системи вимірювання вологості. Одиниці величин. Тонкоплівкові кулонометричні сенсори вологості.
- Тема 1.7. Сенсори вологості на основі пористих матеріалів. Сенсори вологості резистивного та ємнісного типу. Оптичні сенсори.
- Тема 1.8. Сенсори хімічного складу газу. Кондуктометричні газові сенсори. Вплив хемосорбції на провідність напівпровідників. Об'ємні і поверхневі ефекти. Матеріали та конструктивні особливості.
- Тема 1.9. Електролітична провідність твердих тіл. Точкові дефекти структури в кристалах. Роль домішок в йонній провідності кристалів. Температурні залежності електрофізичних характеристик твердих тіл.
- Тема 1.10. Газові сенсори на твердих електролітах. Особливості провідності твердих електролітів. Газові мембранні сенсори.

### *Розділ 2.*

- Тема 2.1. **Сенсори температури на металах та сплавах**  
Особливості залежності опору металів та сплавів від температури. Термоелектричний ефект. Типи терморезистивних перетворювачів та термопар.
- Тема 2.2. **Напівпровідникові терморезистори**  
Структура кристалів з ковалентним зв'язком та напівпровідникових сполук  $A^2B^6$ . Механізми провідності в матеріалах з від'ємним та додатнім температурним коефіцієнтом опору.
- Тема 2.3. **Діодні та транзисторні термоперетворювачі.**  
Сенсори температури на прямій та зворотній вітках вольтамперних характеристик. Однокристалні термосенсорні інтегральні схеми.
- Тема 2.4. **Акустичні явища в твердому тілі та сенсори на їх основі.**  
Види акустичних коливань та матеріали, що використовуються в акустоелектроніці. Електромеханічні та п'єзоелектричні пристрої.
- Тема 2.5. **Пристрої на об'ємних та поверхневих акустичних хвилях.**  
Перетворювачі поверхневих акустичних хвиль.
- Тема 2.6. **Сенсори сили, тиску, температури, концентрації газів та електричної напруги на поверхневих акустичних хвилях.**

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

Практичні та семінарські заняття в курсі не передбачені

### **IV. ПРИБЛИЗНИЙ ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

1. Сенсори температури на р-n переходах.
2. Дослідження характеристик термістора та позистора
3. Частотні залежності імпеданса.
4. Випромінювальна рекомбінація в р-n переходах.
5. Спектри поглинання та збудження люмінесценції.
6. Спектральні та часові характеристики фотоприймачів.
7. Температурні залежності часу загасання флуоресценції.

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

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

### **VI. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ**

При вивченні дисципліни “Фізичні основи сенсорики” для поточного контролю знань студентів передбачається виконання двох модульних контрольних робіт по закінченню першого і другого модулів.

### **VII. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

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

#### **Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Орнатский П.В. Теоретические основы информационно-измерительной техники. К: Вища школа, 1982.- 455 с.
2. Левшина Е.С., Новицкий П.О. Электрические измерения физических величин. -М.: Энергоатомиздат, 1983.- 320с.
3. Сенсоры в контрольно-измерительной технике. Под ред. П. Таланчука. -К.: Техніка, 1991.- 175 с.
4. Мікроелектронні сенсори фізичних величин. (в 3-х томах) за ред Готри З.Ю. Львів. “Ліга-Прес”. Т.1. 2002. 472 с., Т.2. 2003. 595 с., Т.3. 2007. 249 с.
5. І.Л.Большакова, М.Р.Гладун, Р.Л.Голяка, З.Ю.Готра та ін. Мікроелектронні сенсорні пристрої магнітного поля.- Л- 2001, “Львів.політехніка”, 410 с.
6. Ляпидевский В.К. Методы детектирования излучений. М.: Энергоатомиздат, 1987. -405 с.

7. Окуси Т., Окамото К. и др. Волоконно-оптические датчики. -М.: Энергоатомиздат, 1999.- 206 с.
8. В.С.Осадчук, О.В.Осадчук, Н.С.Кравчук. Мікроелектронні сенсори температури з частотним виходом. Вінниця, УНІВЕРСУМ, 2007, 15 с.
9. Мікроелектронні сенсори фізичних величин. (в 3-х томах) Львів. “Ліга-Прес”. Т.1. 2002. 475 с. (Т.2. 2003. 595 с., Т.3. 2007. 249 с)
10. Ляпидевский В.К. Методы детектирования излучений. М.: Энергоатомиздат, 1987. -405 с.