

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

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Перший проректор

\_\_\_\_\_ Височанський В. С.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2010 р.

**НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ**  
**МОДЕЛЮВАННЯ В ЕЛЕКТРОНІЦІ**

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

Кредитно-модульна система  
організації навчального процесу

**Львів – 2010**

**Моделювання в електроніці.** 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:**

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

Навчальна програма затверджена на засіданні кафедри електроніки

Протокол № \_\_\_ від. “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри електроніки

\_\_\_\_\_ (Павлик Б.В.)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р

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

Протокол № \_\_\_ від. “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

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

## I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

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

Збільшення швидкодії та покращення інших технічно-експлуатаційних параметрів інтегральних мікросхем і напівпровідникових приладів, а також пошук нових матеріалів для їх виготовлення, в даний час, не можливі без використання математичного моделювання фізичних процесів.

**Мета:** ознайомити студентів з багаторівневим підходом до моделювання інтегральних мікросхем та напівпровідникових приладів від технології їх створення до функціонування приладів і схем, сформулювати практичні навички опису відповідних математичних моделей, алгоритмів та програмного забезпечення.

**Завдання:** навчити студентів аналізувати фізичні процеси, що відбуваються у напівпровідникових структурах при введенні в них домішкових іонів, розуміти принципи побудови математичних моделей фізичних процесів.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

**знати** основні поняття предмету, викладені у програмі курсу.

**вміти:** самостійно, з використанням програмних засобів, розраховувати необхідні характеристики та параметри, що відповідають фізичним процесам в напівпровідникових структурах, аналізувати отримані результати.

Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких розділів математики, фізики та інформатики: вища математика, загальна фізика, твердотільна електроніка, основи програмування.

**Місце в структурно-логічній схемі спеціальності.** Для вивчення дисципліни необхідні знання з наступних курсів: «Вища математика», «Загальна фізика», «Твердотільна електроніка», «Персональні комп'ютери», «Програмування та алгоритмічні мови».

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	Всього кредитів/годин	Розподіл навчального часу за видами занять <sup>1</sup>					Семестрова атестація
			Лекції	Практичні заняття	Семінарські заняття	Лабораторні роботи	СРС	
Денна	7	4/119	18	-	-	36	65	залік

## **II. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ**

*Розділ 1. Моделювання фізичних процесів у напів-провідникових структурах.*

**Тема 1.1.** Загальні підходи до моделювання фізичних процесів.

**Тема 1.2.** Методи чисельного інтегрування та диференціювання.

**Тема 1.3.** Фізико-топологічні моделі напівпровідникових структур.

**Тема 1.4.** Чисельне моделювання напівпровідникових структур.

**Тема 1.5.** Моделі процесів генерації-рекомбінації.

*Розділ 2. Моделювання процесів виготовлення напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем.*

**Тема 2.1.** Особливості створення напівпровідникових структур.

**Тема 2.2.** Моделі процесів іонної імплантації.

**Тема 2.3.** Моделі процесів дифузії.

**Тема 2.4.** Моделі термічного окислення.

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

Практичні та семінарські заняття в курсі не передбачені

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

1. Побудова математичних моделей фізичних процесів.
2. Чисельний розрахунок визначених інтегралів методами поліномів (0, 1 і 2-го степеня) та методом Монте-Карло.
3. Чисельне визначення положення рівня Фермі та концентрації носіїв у власних напівпровідниках.
4. Моделі процесів рекомбінації – генерації носіїв заряду.
5. Моделювання процесів іонного легування.
6. Моделі процесів дифузії.
7. Моделювання процесів термічного окислення.
8. Моделі технологічних процесів виготовлення інтегральних схем.

## **V. ІНДИВІДУАЛЬНІ СЕМЕСТРОВІ ЗАВДАННЯ**

Для засвоєння теоретичного матеріалу та підготовки до виконання лабораторних робіт 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 “**Моделювання в електроніці**” для поточного контролю знань студентів передбачається виконання двох модульних контрольних робіт по закінченню першого і другого модулів.

## VII. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

1. *Бабич О.Й.* Моделювання процесів іонної імплантації у разі виготовлення напівпровідникових приладів та інтегральних схем. Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів фізичного факультету. Львів. Видав. центр ЛНУ, 2002, 35 с.
2. *Бабич О.Й., Бойко Я.В.* Моделювання дифузійних процесів у разі виготовлення напівпровідникових приладів та інтегральних схем. Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів факультету електроніки. Львів. Видав. центр ЛНУ, 2004, 31 с.
3. *Хвищун І.О.* Методи і алгоритми комп'ютерної обробки експериментальних результатів: Навчально-методичний посібник з курсу "Програмування і математичне моделювання" -Львів 1998. -43 с.

## VIII. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

### Рекомендована література

#### Базова

1. Хвищун І.О. Програмування і математичне моделювання. – К.: Видавничий Дім "Ін Юре", 2007. – 544 с.
2. Іван Хвищун Програмування мовою Pascal алгоритмів розв'язання фізичних і науково-технічних задач. Конспект лекцій Львів ЛНУ 2005 150 с.
3. Бубенников А.Н. Моделирование интегральных микротехнологий, приборов и схем. – М.: Высш.шк., 1989. – 320 с.
4. Мулярчук С.Г. Численное моделирование микроэлектронных структур. – Минск. Ун-ет. 1989. – 368 с.
5. Польский Б.С. Численное моделирование полупроводниковых приборов. – Рига: Зинатне, 1986. – 168 с.
6. Шкловский Б.И., Эфрос А.Л. Электронные свойства легированных полупроводников. – М.: Наука, 1979. – 416 с
7. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. – М.: Наука, 1978. – 592 с.

#### Допоміжна

1. Каханер Д., Моулер К., Неш С. Численные методы и программное обеспечение. Пер. с англ. - М.: Мир 1998. - 575 с.
2. Ковалюк Т.В. Основи програмування: Видавнича група ВНУ, 2005.- 384 с.
3. Бородич Ю.С., Вальвачев А.И., Кузьмич А.И. Паскаль для персональных компьютеров. М.: Высш. шк., 1991. - 365 с.
4. Сердюченко В.Я. Розробка алгоритмів та програмування мовою TURBO PASCAL. Х.: ВКП "ПАРІТЕТ" ЛТД, 1995. - 352 с.