

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Кафедра електроніки і енергетики

СИЛАБУС
навчальної дисципліни

Основи твердотільної електроніка

обов'язкова

Освітньо-професійна програма “Мікро- та наносистемна техніка”,

Спеціальність 153-Мікро- та наносистемна техніка

Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Мова навчання українська

Розробники: Солован Михайло Миколайович, доцент кафедри електроніки і енергетики, доктор фізико-математичних наук, доцент

Профайл викладача (-ів) <http://ptcsi.chnu.edu.ua/teachers/солован-михайло-миколайович-2/>

Контактний тел. 0968219243

E-mail: m.solovan@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=1022>

Консультації Онлайн-консультації за попередньою домовленістю:
середа з 14:40 до 16.00).

1. Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).

Дати студентам знання про фізичні процеси контактних явищ у напівпровідниках, гетеропереходах, контактах метал – напівпровідник.

2. Мета навчальної дисципліни: теоретична підготовка студентів з цього курсу, а також формування у студентів основ знань про фізичні процеси контактних явищ у напівпровідниках, гетеропереходах, контактах метал – напівпровідник.

3. Пререквізити: енергетична електроніка, основи метрології та електричних вимірювань, електронні системи, основи охорони праці.

4. Результати навчання

знати:

- фізичні процеси контактних явищ у напівпровідниках;
- які бувають напівпровідникові прилади, їх вольт-амперні характеристики та енергетичні діаграми;
- що таке напівпровідниковий діод, біполярний і польовий транзистор, тиристор;
- відмінність зонної структури в різних напівпровідникових приладах;
- що таке гетеропереходи та сонячні елементи;

вміти:

- пояснити фізичні принципи роботи, наведені властивості та характеристики напівпровідникових діодів, біполярних і польових транзисторів, тиристорів;
- розрізняти за зонною структурою різні напівпровідникові прилади;
- графічно зображувати вольт-амперні характеристики та енергетичні діаграми і на їх основі пояснювати принцип роботи напівпровідникових приладів.

Програмні результати навчання

Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації.

Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.

Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

Досліджувати характеристики і параметри мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки з урахуванням цілей дослідження, вимог та специфіки вибраних технічних засобів.

Проектувати пристрої мікро- та наносистемної техніки у відповідності до вимог замовника і наявних ресурсних обмежень.

Розробляти технічні засоби діагностування технічного стану мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки.

Організовувати та проводити планові та позапланові технічні обслуговування, налагодження технологічного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва.

Застосовувати результати досліджень фізичних явищ в тонкоплівкових і мікро- та нанорозмірних напівпровідникових об'єктах для побудови елементів мікро- та наносистемної техніки.

5. Опис навчальної дисципліни

5.1. Загальна інформація

<u>Основи твердотільної електроніка</u>												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин					Вид Підсумкового контролю	
			кредитів	годин	Змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота		індивідуальні завдання
Денна, дистанційна	3	5	6	180	3	30	15		15	120		Залік

5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
<u>Змістовий модуль 1. Напівпровідникові прилади на основі електронно-діркових та гетеропереходів.</u>						
Тема 1. Збіднені, інверсні та збагачені поверхневі шари. Поверхнева рекомбінація. Провідність каналу поверхневої електропровідності.	8	2				6
Тема 2. Електронно-дірковий перехід. Енергетична діаграма електронно-діркового переходу. Висота потенціального бар'єру та контактна різниця потенціалів. Струми через електронно-дірковий перехід.	10	2				8
Тема 3. Концентрація неосновних носіїв заряду біля межі електронно-діркового переходу. Методи формування та класифікація електронно-діркових переходів. Розподіл напруженості електричного поля та потенціалу в електронно-дірковому переході.	12	3				9
Тема 4. Основні відомості про гетеропереходи. Властивості та параметри омичних переходів.	9	2				7
Тема 5. Різкі ізотипні гетеропереходи. Плавні гетеропереходи.	8	2				6
Тема 6. Вольт-амперна характеристика діода при інжекції й екстракції носіїв заряду. Генерація та рекомбінація носіїв заряду в електронно-діркових переходах.	9	2				7
Тема 7. Пробій у напівпровідникових діодах.	8	2				6
Тема 8. Вплив поверхневих станів на вольт-амперну характеристику діодів. Вольт-амперна характеристика діодів в напівлогарифмічних	7	2				5

координатах.					
Тема 9. Діоди Шотткі.	8	2			6
Тема 10. Стабілітрони. Стабістори.	8	2			6
Тема 11. Тунельні діоди. Варикапи.	8	2			6
Тема 12. Біполярні транзистори	8	2			6
Тема 13. Тиристори	8	2			6
Тема 14. Польові транзистори та прилади із зарядовим зв'язком	9	3			6
Разом за змістовим модулем 1	120	30			90
<u>Змістовий модуль 2. Практичні заняття</u>					
Тема 1. Утворення р-п переходу.	7		3		4
Тема 2. Контактна різниця потенціалів.	8		4		4
Тема 3. Ширина переходу.	8		4		4
Тема 4. Вольт-амперна характеристика ідеального р-п переходу.	9		4		5
Разом за змістовим модулем 2	32		15		17
<u>Змістовий модуль 3. Лабораторні роботи</u>					
Лабораторні роботи	28			15	13
Разом за змістовним модулем 3	28			15	13
Усього годин	120		15	15	120

5.3. Темі практичних занять

№	Назва теми	К-сть годин
1	Утворення р-п переходу	7
2	Контактна різниця потенціалів	8
3	Ширина переходу	8
4	Вольт-амперна характеристика ідеального р-п переходу	9

5.4. Темі лабораторних занять

№	Назва теми	К-сть годин
1	Дослідження напівпровідникових діодів	2
2	Дослідження вольт-амперних характеристик стабілітронів і стабісторів	2
3	Дослідження варикапів	2
4	Дослідження температурних залежностей ВАХ тунельного діода	3
5	Дослідження статичних характеристик біполярного транзистора	2
6	Дослідження статичних характеристик польових транзисторів із керуючим р-п - переходом	3
7	Дослідження статичних характеристик МНД-транзисторів	1
8	Дослідження статичних характеристик тиристорів	1

5.5. Самостійна робота

№	Назва теми	К-сть годин
1	Поверхнева рекомбінація.	6
2	Електронно-дірковий перехід.	8
3	Розподіл напруженості електричного поля та потенціалу в електронно-дірковому переході.	9
4	Властивості та параметри омічних переходів.	7
5	Анізотипні гетеропереходи.	6
6	Генерація та рекомбінація носіїв заряду в електронно діркових переходах.	7
7	Пробій у напівпровідникових діодах.	6
8	Вольт-амперна характеристика діодів в напівлогарифмічних координатах.	5
9	Діоди Шотткі.	6
10	Стабілітрони. Стабістори.	6
11	Тунельні діоди. Варикапи.	6
12	Біполярні транзистори	6
13	Тиристори	6
14	Польові транзистори та прилади із зарядовим зв'язком	6

6. Система контролю та оцінювання

Види та форми контролю

Формами поточного контролю є усна чи письмова (тестування лабораторна робота) відповідь студента та ін.

Формами підсумкового контролю є залік.

Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання можуть бути:

- контрольні роботи;
- стандартизовані тести;
- розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи;
- контрольні роботи;
- завдання на лабораторному обладнанні, тренажерах, реальних об'єктах тощо;
- інші види індивідуальних та групових завдань.

Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів на іспиті з дисципліни «Основи вердотільної електроніки»

Знання студентів на іспиті оцінюється як з теоретичної, так і з практичної підготовки.

Результати іспиту оцінюються відповідно до прийнятої уніфікованої університетської шкали: 40 балів від загальної 100-бальної, при цьому:

0–13 балів. Студент виявляє слабке уявлення про фізичні процеси, що мають місце в приладах твердотільної електроніки.

14–19 балів. Студент має фрагментарні уявлення з предмету вивчення і може відтворити окремі його частини. Знає основні елементи зонних схем напівпровідникових приладів, але не розуміє фізичних процесів.

20–27 балів. Студент знає властивості напівпровідникових матеріалів та методи створення напівпровідникових приладів, а також їх конструкцію та принцип роботи.

28-29 балів. Студент за допомогою викладача відтворює окремі частини начального теоретичного матеріалу, може розкрити суть деяких фізичних процесів, що відбуваються в приладах твердотільної електроніки.

30-32 бала. Студент самостійно відтворює значну частину навчального матеріалу, буде зонні схеми різних напівпровідникових приладів, що розглядалися в курсі, але допускає несуттєві помилки.

33-35 балів. Студент самостійно відтворює практичний і теоретичний навчальний матеріал, порівнює і класифікує зонні схеми напівпровідникових приладів; розуміє суть фізичних процесів, що проходять у цих приладах, але допускає неточності.

36-40 балів. Студент вільно володіє засвоєними знаннями і використовує їх у нестандартних ситуаціях, самостійно пояснює фізичні процеси у напівпровідникових приладах, має системні знання з предмета, аргументовано використовує їх, у тому числі в проблемних ситуаціях; самостійно знаходить і використовує інформацію згідно з поставленим завданням; аналізує додаткову інформацію.

У відомість обліку успішності та залікову книжку (індивідуальний навчальний план) студента заноситься сумарна кількість балів поточного (0-60 балів) та підсумкового контролю (іспит; 0-40 балів) згідно такої таблиці:

Університетська 100-бальна шкала	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	“відмінно”
82-89	B	“добре”
75-81	C	“добре”
69-74	D	“задовільно”
50-68	E	“задовільно”
35-49	FX	“незадовільно”, з можливістю повторного складання іспиту
1-34	F	“незадовільно” з обов’язковим повторним курсом

Підсумковий контроль: залік

**Розподіл балів, які отримують студенти
(екзамен)**

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)								Кількість балів (залік)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2				Змістовий модуль 3		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	40	100
7	7	6	5	5	5	5	20		

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

7. Рекомендована література–основна

1. Пасынков В.В. Материалы электронной техники / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. – М.: Выс. шк., 1986. – 368с.
2. Пасынков В.В. Полупроводниковые приборы / Пасынков В.В., Чиркин Л.К., Шинков А.Д. – М.: Выс. шк., 1981. – 431 с.
3. Шарма Б.Л. Пурухит Р.К. Полупроводниковые гетеропереходы. – М.:Сов.радио, 1979. – 232 с.
4. Зи. С. Физика полупроводниковых приборов ч 1. – М.:Мир, 1984. – 456 с.
5. Зи. С. Физика полупроводниковых приборов ч 2. – М.:Мир, 1984. – 456 с.
6. Ференрух А. Бьюб Р. Солнечные элементы: Теория и эксперимент. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 280 с.
7. Шалимова К.В. Физики полупроводников. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 392 с.
8. Прилади твердотільної електроніки (Навчальний посібник)/ Укл.: П.Д. Мар'янчук, М.М. Солован — Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2018. – 220 с.

8. Інформаційні ресурси

1. Дистанційне навчання
2. Література по курсу
3. Інтернет