

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

(назва інституту/факультету)

Кафедра **електроніки і енергетики**

(назва кафедри)

СИЛАБУС

навчальної дисципліни

Матеріалознавство тонкоплівкового виробництва

(вказіть назву навчальної дисципліни (іноземною, якщо дисципліна викладається іноземною мовою))

вибіркова

(вказати: обов'язкова)

Освітньо-професійна програма „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

(назва програми)

Спеціальність 141 „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

(вказати: код, назва)

Галузь знань 14 „Електрична інженерія”

(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

(вказати: перший (бакалаврський)/другий (магістерський)/третій (освітньо-науковий))

Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

(назва факультету/інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання українська

(вказати: на яких мовах читається дисципліна)

Розробники: *Мостовий Андрій Ігорович, асистент кафедри електроніки і енергетики, кандидат технічних наук*

(вказати авторів (викладач (ів)), їхні посади, наукові ступені, вчені звання)

Профайл викладача (-ів)

<http://ptcsi.chnu.edu.ua/teachers/%d0%bc%d0%be%d1%81%d1%82%d0%be%d0%b2%d0%b8%d0%b9-%d0%b0%d0%bd%d0%b4%d1%80%d1%96%d0%b9-%d1%96%d0%b3%d0%be%d1%80%d0%be%d0%b2%d0%b8%d1%87/>

Контактний тел.

0987702529

E-mail:

a.mostoviy@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=187>

Консультації

понеділок з 16.00 до 17.00

1. Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).

Програма курсу передбачає формування у студентів знань в області теорії, методів та принципів, будови, устаткування очищення та підготовки металів і напівпровідникових матеріалів та вирощування об'ємних напівпровідникових кристалів та тонких плівок.

2. Мета навчальної дисципліни: теоретична і практична підготовка студентів з курсу «Матеріалознавство та технологія матеріалів» а також розвиток у них навиків самостійної роботи при вирішенні задач матеріалознавства та технології матеріалів таких як очищення матеріалів, одержання об'ємних та плівкових напівпровідникових матеріалів.

3. Пререквізити: Фізика (Ч.1), Електротехнічні матеріали, Хімія.

4. Результати навчання

знати:

- Методи та принципи очистки та одержання напівпровідникових матеріалів;
- Будову устаткування для очистки та одержання об'ємних і плівкових напівпровідникових матеріалів.

вміти:

- Використовувати методи очистки напівпровідникових матеріалів;
- Використовувати методи одержання напівпровідникових матеріалів.

5. Опис навчальної дисципліни

5.1. Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин					Вид підсумкового контролю	
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота		індивідуальні завдання
Денна повна	2-й	4-й	4,5	135	15			15	99	6	залік
Денна скорочена	3-й	6-й	3,5	105	15			15	69	6	залік

5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Денна скорочена форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	Інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Хімічні зв'язки. Очистка матеріалів.												
Тема 1. Типи хімічного зв'язку. Групи напівпровідникових матеріалів. Ковалентний зв'язок. Йонний зв'язок. Водневий зв'язок. Металевий зв'язок. Молекулярний зв'язок.	15	2				13	15	2				13

Тема 2. Напівпровідники $A^N B^{8-N}$, $A^{IV} B^{VI}$. Сполуки. Тверді розчини $A^N B^{8-N}$. Напівпровідникові речовини $A^{IV} B^{VI}$. Напівпровідникові речовини $A^V_2 B^{VI}_3$. Потрійні напівпровідникові сполуки.	19	2		3		14	19	2		3		14
Тема 3. Одержання чистих напівпровідникових матеріалів. Кристалізаційні методи очистки. Коефіцієнт розподілу домішок. Методи очищення матеріалів	20	2		3	2	13	20	2		3	2	13
Разом за змістовим модулем 1	54	6		6	2	40	54	6		6	2	40
<i>Змістовий модуль 2. Фазові діаграми. Методи одержання напівпровідникових матеріалів</i>												
Тема 1. Фазові рівноваги в напівпровідникових системах Діаграми фазової рівноваги. Т-Х діаграми бінарних систем. Типи фазових діаграм з необмеженою розчинністю компонент.	14	2				12	14	2				12
Тема 2. Напівпровідникові системи з обмеженою розчинністю Діаграми стану з евтектичним перетворенням. Діаграми стану з перитектичним перетворенням. Діаграми стану з хімічними перетвореннями.	16	2			2	12	16	2			2	12
Тема 3. Методи одержання об'ємних	20	2		6		12	20	2		6		12

напівпровідникових матеріалів з рідкої фази Метод Бріджмена. Метод Чохральського.											
Тема 4. Методи одержання об'ємних напівпровідникових матеріалів з газоподібної фази Метод сублімації-конденсації. Метод хімічних реакцій. Метод хімічного транспорту (переносу).	11	1			12	11	1				12
Тема 5. Методи одержання тонких плівок напівпровідникових матеріалів Метод термічного випаровування. Метод електронно-променевого випаровування. Метод магнетронного розпилення. Епітаксія.	17	2	3	2	11	17	2	3	2		11
Разом за змістовим модулем 2	81	9	9	4	59	81	9	9	4		59
Разом за змістовними модулями 1 і 2	135	15	15	6	99	105	15	15	6		99
Усього годин	135	15	15	6	99	105	15	15	6		99

5.3. Теми лабораторних занять

№	Назва теми
1	Виготовлення та підготовка ампул для вирощування напівпровідникових кристалічних матеріалів
2	Розрахунок маси вихідних елементарних компонент напівпровідникових матеріалів та їх зважування
3	Очищення матеріалів методом зонної перекристалізації
4	Вирощування кристалів методом Бріджмена
5	Вирощування кристалів методом Чохральського

5.4. Зміст завдань для самостійної роботи

№	Назва теми
1	Типи хімічного зв'язку.

	Групи напівпровідникових матеріалів. Ковалентний зв'язок. Йонний зв'язок. Водневий зв'язок. Металевий зв'язок. Молекулярний зв'язок.
2	Напівпровідники $A^N B^{8-N}$, $A^{IV} B^{VI}$. Сполуки. Тверді розчини $A^N B^{8-N}$. Напівпровідникові речовини $A^{IV} B^{VI}$. Напівпровідникові речовини $A^V_2 B^{VI}_3$. Потрійні напівпровідникові сполуки.
3	Одержання чистих напівпровідникових матеріалів. Кристалізаційні методи очистки. Коефіцієнт розподілу домішок. Методи очищення матеріалів
4	Фазові рівноваги в напівпровідникових системах Діаграми фазової рівноваги. Т-Х діаграми бінарних систем. Типи фазових діаграм з необмеженою розчинністю компонент.
5	Напівпровідникові системи з обмеженою розчинністю Діаграми стану з евтектичним перетворенням. Діаграми стану з перитектичним перетворенням. Діаграми стану з хімічними перетвореннями.
6	Методи одержання об'ємних напівпровідникових матеріалів з рідкої фази Метод Бріджмена. Метод Чохральського.
7	Методи одержання об'ємних напівпровідникових матеріалів з газоподібної фази Метод сублімації-конденсації. Метод хімічних реакцій. Метод хімічного транспорту (переносу).
8	Методи одержання тонких плівок напівпровідникових матеріалів Метод термічного випаровування. Метод електронно-променевого випаровування. Метод магнетронного розпилення. Епітаксія.

6. Система контролю та оцінювання

Види та форми контролю

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

Формами підсумкового контролю є залік, екзамен, комплексний іспит.

Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання можуть бути:

- контрольні роботи;
- стандартизовані тести;
- проекти (наскрізні проекти; індивідуальні та командні проекти; дослідницько-творчі та ін.);
- аналітичні звіти;
- реферати;
- есе;
- розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- контрольні роботи;
- завдання на лабораторному обладнанні, тренажерах, реальних об'єктах тощо;
- інші види індивідуальних та групових завдань.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

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

0–13 балів. Студент виявляє слабе уявлення про теорію, методи та способи одержання напівпровідників та виготовлення напівпровідникових приладів та інтегральних схем.

14-19 балів. Студент має фрагментарні уявлення з предмета вивчення і може відтворити окремі його частини; знає основні методи та способи одержання напівпровідників та виготовлення напівпровідникових приладів та інтегральних схем, але не розуміє їх призначення і суть фізичних явищ, що лежать в основі цих методів.

20-27 балів. Студент знає окремі факти, що стосуються теорії методів та способів одержання напівпровідників та виготовлення напівпровідникових приладів та інтегральних схем; знає та розуміє основні закономірності предмету вивчення.

28-29 балів. Студент за допомогою викладача відтворює окремі частини начального теоретичного матеріалу, дає визначення основних понять і формулює окремі закони й закономірності, що розглядалися в курсі.

30-32 бала. Студент самостійно відтворює значну частину навчального матеріалу, формулює закони й закономірності, що розглядалися в курсі, але допускає несуттєві помилки; може пояснити теорію, методи та способи одержання напівпровідників та виготовлення напівпровідникових приладів та інтегральних схем.

33-35 балів. Студент самостійно відтворює фактичний і теоретичний навчальний матеріал, пояснює теорію, методи та способи одержання напівпровідників та виготовлення напівпровідникових приладів та інтегральних схем, узагальнює їх і надає кількісну характеристику з використанням математичного апарату, але допускає неточності.

36-40 балів. Студент вільно володіє засвоєними знаннями і використовує їх у нестандартних ситуаціях, самостійно оцінює суть теорії, методів та способів одержання напівпровідників та виготовлення напівпровідникових приладів та інтегральних схем, встановлює зв'язки між теоретичними викладками та практичними методами, 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

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

Підсумковий контроль: залік

Розподіл балів, які отримують студенти (екзамен)

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)		Сумарна
---	--	---------

Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2					Кількість балів (екзамен)	к-ть балів
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T4	T5	40	100
10	10	10	6	6	6	6	6		

T1, T2 ... T8 – теми змістових модулів.

7. Рекомендована література –основна

1. Бобыль А.Ф., Карманенко С.Ф. Физико-химические основы технологии полупроводников. Пучковые и плазменные процессы в планарной технологии: Учебное пособие. - СПб.: Изд. Политехн. ун-та, 2005. - 113 с.

8. Інформаційні ресурси

Статті по тематиці предмету представлені у різних міжнародних наукометричних базах даних: Scopus, Web of Science, Google Scholar.