

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Кафедра електроніки і енергетики

**СИЛАБУС
навчальної дисципліни**

Конструювання та проектування приладів геліоенергетики

вibіркова

Освітньо-професійна програма «Мікро- та наносистемна техніка»

Спеціальність 153 – Мікро- та наносистемна техніка

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Мова навчання українська мова

Розробники: Орлецький Іван Григорович, доцент кафедри електроніки і енергетики,
канд.фіз.-мат. наук, доцент

Профайл викладача (-ів) <http://ptcsi.chnu.edu.ua/teachers/орлецький>

Контактний тел. +0380502275012

E-mail: i.orletskyi@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=392>

Консультації Онлайн-консультації за попередньою домовленістю:
четвер з 16.00 до 17.00).

1. Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).

Основними завданнями вивчення дисципліни “Конструювання та проектування приладів геліоенергетики” є надання студентові знань:

- фізичних закономірностей і фізичних ефектів, які визначають взаємодію електромагнітного випромінювання з речовиною напівпровідника, параметрів фоточутливих матеріалів і перетворювачів сонячної енергії, виготовлених на їх основі;
- перспективні напрямки генерації електричної енергії за допомогою фотоefektів в твердому тілі, проектування, конструювання та експлуатація сучасних систем геліоконцентраторів;
- факторів, які впливають на ефективність роботи напівпровідникових фотоперетворюючих приладів, сонячних елементів: чистота й досконалість кристалічної структури напівпровідника, енергія фотонів та інтенсивність випромінювання, технології виготовлення приладів геліоенергетики;
- головні особливості проектування, конструювання та експлуатації сонячних батарей та модулів фотоперетворювачів.

Навчальна дисципліна призначена для отримання студентами знань про основи виготовлення сонячних елементів на основі гетероструктур, розуміння фізичних процесів на гетеропереходах та вміння аналізувати можливості їх застосування для конструювання фотоелектричних пристроїв.

2. Метою навчальної дисципліни “Конструювання та проектування приладів геліоенергетики” є формування у студентів знань конструктивних аспектів створення і технологічних основ виготовлення твердотільних електронних приладів, які призначаються для генерації електричної енергії за допомогою фотоелектричного перетворення прямої та концентрованої сонячної енергії.

3. Пререквізити. Напівпровідникові квантові структури і системи. Вбудовані мікроелектронні системи. Мікроелектронні системи прийому та передачі даних.

4. Результати навчання

Уміти формулювати і розв’язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.

Визначати напрями, розробляти і реалізовувати проекти модернізації виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

Уміти оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення.

Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та наноелектроніки, для розв’язування складних задач професійної діяльності.

Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері мікро- та наноелектроніки, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів.

Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування.

Розв’язувати задачі синтезу та аналізу приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

Забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки.

Забезпечувати професійний розвиток членів колективу з урахуванням світового досвіду і вимог до персоналу в сфері розробки та експлуатації мікро- та наноелектронних систем.

Досліджувати процеси у мікро- та наноелектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів.

Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп’ютерні моделі об’єктів та процесів мікро- та наноелектроніки.

Координувати роботу колективів виконавців для проведення наукових досліджень, проектування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування мікро- та наносистемної техніки.

5. Опис навчальної дисципліни

5.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни Конструювання та проектування приладів геліоенергетики													
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю	
			кредитів	годин	змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання		
Денна	5	10	6	180	3	30				15	135	-	екзамен
Заочна													

5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						заочна 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	
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 1. Сонячні елементи на основі гетеропереходів напівпровідникових сполук												
Тема 1. Вибір матеріалів для створення сонячних елементів на основі гетероструктур	10	2				8							
Тема 2. Матеріали фронтального шару сонячних елементів на основі гетеропереходу	10	2				8							
Тема 3. Особливості властивостей полікристалічних плівок для сонячних елементів	11	2				9							
Тема 4. Сонячні елементи на основі гетероструктур сполук GaAs. Концентраторні системи для фотоперетворювачів.	12	4				8							
Тема 5. Сонячні елементи на основі телуриду кадмію	12	4				8							
Тема 6. Сонячні елементи на основі сполук халькопідів	10	2				8							
Разом за ЗМ1	65	16				49							

Теми лекційних занять	Змістовий модуль 2. Модулі сонячних елементів											
Тема 1. Паралельне і послідовне з'єднання сонячних елементів	10	2				8						
Тема 2. Кремнієві модулі сонячних елементів	10	2				8						
Тема 3. Застосування шунтуючих діодів для підвищення надійності сонячних батарей	10	2				8						
Тема 4. Тонкоплівкові сонячні модулі на основі a-Si:H	10	2				8						
Тема 5. Сонячні модулі на основі тонких плівок CdTe	12	4				8						
Тема 6. Конструкція та технологія виготовлення модулів на основі тонких плівок CIGS	10	2				8						
Разом за ЗМ 2	62	14				48						
Теми лабораторних занять	Змістовий модуль 3. Лабораторний практикум											
Тема 1. Дослідження і розрахунок середньодобової інсоляції	10			4		6						
Тема 2. Дослідження властивостей фронтального шару фотоперетворювачів	8			2		6						
Тема 3. Дослідження впливу конфігурації контактної сітки на параметри фотоперетворювачів	10			2		8						
Тема 4. Відбір за параметрами фотоперетворювачів для сонячного модуля	8			2		6						
Тема 5. Застосування шунтуючих діодів для підвищення надійності модулів фотоперетворювачів	9			3		6						
Тема 6. Дослідження впливу концентрації випромінювання на параметри фотоперетворювачів.	8			2		6						
Разом за ЗМ 3	53			15		38						
Усього годин	180	30		15		135						

5.3. Зміст завдань для самостійної роботи

№	Назва теми
1	Основні стандарти наземної інсоляції, які використовуються в геліоенергетиці
2	Характеристика наземного сонячного випромінювання на території України, Європи, світу.
3	Переваги геліоенергетики над іншими способами видобутку електроенергії
4	Критерії вибору матеріалів для фотоелектричних перетворювачів енергії
5	Переваги тонкоплівкових фотоперетворювачів на основі гетеропереходу над кристалічними сонячними елементами
6	Прозорі провідні оксиди в геліоенергетиці та їх основні властивості
7	Методи виготовлення плівок прозорих провідних оксидів
8	Технологія виготовлення тонких плівок CdS для фронтального шару фотоперетворювачів
9	Конструкція сонячних елементів на основі GaAs
10	Підвищення ефективності сонячних елементів за допомогою варізонних напівпровідників
11	Концентраторні системи для фотоперетворювачів на основі GaAs
12	Технологія виготовлення сонячних елементів на основі GaAs
13	Конструкція сонячних елементів на основі CdTe
14	Технологія виготовлення тонкоплівкових сонячних елементів на основі CdTe
15	Приклади використання тонко плівкових модулів на основі CdTe у геліоенергетиці
16	Особливості використання сполук $A^I B^{III} C^{VI}_2$ для виготовлення сонячних елементів
17	Конструкція сонячних елементів на основі $Cu(In,Ga)Se_2$
18	Технологія виготовлення фотоперетворювачів на основі $Cu(In,Ga)Se_2$
19	Сонячні елементи на основі сполук кестеритів
20	Основні властивості плівок $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$
21	Конструкція фотоперетворювачів на основі сполук $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$
22	Технологія виготовлення тонких плівок сполук $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$
23	Застосування блокуючі діодів у фотоелектричних модулях
24	Аналіз впливу часткового затінення фотоелемента на параметри сонячної батареї
25	Основні правила розташування на земній поверхні геліоенергетичних установок
26	Орієнтація сонячних модулів у залежності від географічних широти і довготи місцевості.
27	Слідкуючі за сонцем пристрої з використанням двох вісей поворотання.
28	Азимутальні слідкуючі пристрої

6. Система контролю та оцінювання

Види та форми контролю

Усне опитування, тести, контрольні роботи, захист лабораторних робіт, екзамен.

Засоби оцінювання

Контрольні роботи, тести, завдання на лабораторному обладнанні

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

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

0-13 балів. Студент виявляє слабе уявлення про будову, конструктивні особливості способів виготовлення і методи вимірювання і контролю параметрів сонячних елементів.

14-19 балів. Студент може навести основні фрагментарні уявлення з предмету вивчення і може відтворити окремі його частини. Знає основні елементи конструкції, елементи етапів виготовлення і методи вимірювання і контролю параметрів фотоперетворювачів.

20-27 балів. Студент знає окремі етапи виготовлення фотоперетворювачів, може навести конструкцію сонячного елемента без детального аналізу, пояснення і аргументації використаних складових елементів конструкції фотоперетворювача, знати вигляд основних характеристик сонячного елемента, які отримуються у процесі вимірювання параметрів без їх аналізу і пояснення.

28-29 балів. Студент за допомогою викладача відтворює процеси виготовлення фотоперетворювачів, аналізує конструкцію сонячного елемента, пояснює і частково аргументує необхідність складових елементів конструкції фотоперетворювача, знає основні характеристики сонячного елемента, які отримуються у процесі вимірювання параметрів і вміє їх аналізувати.

30-32 бала. Студент самостійно відтворює процеси виготовлення фотоперетворювачів, аналізує конструкції фотоперетворювачів, пояснює призначення функціональних елементів конструкції фотоперетворювачів, знає основні характеристики сонячних елементів, які отримуються у процесі вимірювання параметрів і вміє їх аналізувати з деякими неточностями.

33-35 балів. Студент самостійно приводить процеси виготовлення фотоперетворювачів, аналізує конструкції фотоперетворювачів, пояснює їх призначення, знає досконало характеристики сонячних елементів, які отримуються у процесі вимірювання параметрів і вміє їх аналізувати з деякими неточностями.

36-40 балів. Студент вільно володіє засвоєними знаннями процесів виготовлення фотоперетворювачів, аналізує конструкції і роботу фотоперетворювачів, знає досконало характеристики сонячних елементів, які отримуються у процесі вимірювання параметрів і вміє їх грамотно аналізувати, має системні знання з предмета, аргументовано використовує їх; 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”
80-89	B	“добре”
70-79	C	“добре”
60-69	D	“задовільно”
50-59	E	“задовільно”
35-49	Fx	“незадовільно”, з можливістю повторного складання іспиту
1-34	F	“незадовільно” з обов’язковим повторним курсом

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)					Лабораторний практикум					Кількість балів (екзамен)	Сумарна к-ть балів				
Змістовий модуль №1					Змістовий модуль №2										
T1	T3	T4	T5	T6	T1	T3	T4	T6	T1	T2	T4	T5	T6	40	100
T2					T2	T5			T3						
4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	5	4	4	3		

T1, T2 ... T6 – теми змістових модулів.

5. Рекомендована література

1. Handbook of photovoltaic science and engineering / Edited by A.Luque and S. Hegedus. – 2nd ed. – John Wiley & Sons, Ltd., 2011. – 1132p.
2. O.P. Agnihotri, B.K. Gupta, Solar Selective Surfaces. – J.Wiley & Sons, New York, 1981.
3. Solar cells: materials, manufacture and operation / Edited by A.McEvoy, T. Markvart, L. Castaner. – 2nd ed. – Waltham, Mass.: Academic Press, 2013. – 461p.
4. Solar Cell Materials: Developing Technologies / Edited by Gavin J. Conibeer, A. Willoughby. – John Wiley & Sons, Ltd., 2014. – 325p.
5. I. M. Dharmadasa, Advances in thin-film solar cells. - CRC Press Taylor & Francis Group. – 2012.
6. Amorphous Silicon/Crystalline Silicon Heterojunction Solar Cells / Edited by W.R.Fahrner. – Chemical Industry Press, Beijing and Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2013. - 111p.
7. Гременок В.Ф., Тиванов М.С., Залесский В.Б. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов. – Минск. БГУ. 2007. – 222 с.
8. Solar Cells – Silicon Wafer-Based Technologies / Edited by L.A.Kosyachenko. – Rijeka, Croatia: InTech, 2011. – 364p.
9. Copper Zinc Tin Sulfide-Based Thin-Film Solar Cells / Edited by Kentaro Ito. – John Wiley & Sons, Ltd., 2015. – 452p.
10. Конструювання та технологія виготовлення сонячних елементів: Навчальний посібник/ І.Г. Орлецький – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2017. – 183 с.

6. Інформаційні ресурси

Статті та повідомлення в періодичних наукових та Інтернет виданнях з тематики фотовольтаїчного перетворення енергії.