

Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
проректор з навчальної роботи
С.В. Шарин
« » 2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Термоелектричні явища у твердих тілах

Освітньо-наукова програма 104 «Фізика та астрономія»

Освітній рівень третій (освітньо-науковий)

Спеціальність 104 «Фізика та астрономія»

Галузь знань 10 «Природничі науки»

Робоча програма курсу «Термоелектричні явища у твердих тілах» для
аспірантів спеціальності 104 Фізика та астрономія

Розробник:

Горічок Ігор Володимирович, професор кафедри фізики і хімії твердого тіла,
доктор фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики і хімії твердого тіла

Протокол від 26 серпня 2021 року № 1

Завідувач кафедри

фізики і хімії твердого тіла _____ Прокопів В.В.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 10 «Природничі науки» Спеціальність 104 «Фізика та астрономія»	Вибіркова
Змістових модулів – 1	Освітня програма 104 «Фізика та астрономія»	Рік підготовки: 2-й
Кількість кредитів – 3		Семестр
Індивідуальне науково-дослідне завдання		1-й
Загальна кількість годин - 90		Лекції 20 год.
Тижневих годин для денної форми навчання:		Практичні, семінарські 10 год.
аудиторних – 2	Освітній рівень: третій (освітньо-науковий) PhD	Лабораторні 0 год.
самостійної роботи студента – 4		Самостійна робота 60 год.
		Індивідуальні завдання:
		Вид контролю: Екзамен

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: вивчення студентами основних термоелектричних явищ у твердих тілах, та способів їх використання з метою перетворення теплової енергії в електричну чи навпаки..

Завдання:

- аналіз фізичних процесів у твердих тілах при наявності градієнтів температур;
- вивчення ефектів Зеебека, Пельтьє, Томсона;
- встановлення факторів, що впливають на електронну систему термоелектричних матеріалів;
- динаміка кристалічної ґратки та її вплив на термоелектричну добротність матеріалів;
- способи використання термоелектричних явищ для генерації електричної енергії.

Компетентності:

ІК. Здатність розв'язувати складні комплексні спеціалізовані задачі та практичні проблеми дослідницько-інноваційної діяльності у галузі фізики, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії, проведення експериментальних і теоретичних досліджень, здійснення інновацій з метою переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та практик ЗК03. Здатність працювати у науковій групі, розуміючи відповідальність за результати роботи мотивувати інших у просуванні до спільної мети.

ЗК06. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ФК02. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень державною та англійською мовами, глибоке розуміння англійських наукових текстів за напрямом досліджень.

ФК06. Здатності у проектуванні експериментальних установок.

Результати навчання:

ПРН 06. Робити огляд та пошук інформації в спеціалізованій літературі, використовуючи різноманітні ресурси: журнали, бази даних, он-лайн ресурси.

ПРН 08. Розуміти загальні принципи та методи природничих наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних фізичних дослідженнях та у викладацькій практиці.

ПРН 12. Готувати та успішно захищати дисертаційну роботу на основі індивідуальних досліджень, а також використати (та визнати) результати інших членів наукової групи.

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Основні термоелектричні явища

Тема 2. Термоелектричні властивості металів і напівпровідників

Тема 3. Термоелектричні пристрої перетворення енергії

Тема 4. Енергетичний спектр носіїв струму в напівпровідниках

Тема 5. Кінетичні коефіцієнти носіїв струму (рухливість, коефіцієнт термо-ЕРС, коефіцієнт теплопровідності (електронна складова))

Тема 6. Граткова теплопровідність (коефіцієнт теплопровідності).

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма					заочна форма						
	усь ого	у тому числі					усь го	у тому числі				
л		п	ла б	ін д	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 1. Основні термоелектричні явища	12	2				10						

Тема 2. Термоелектричні властивості металів і напівпровідників	12	2				10						
Тема 3. Термоелектричні пристрої перетворення енергії	16	4	2			10						
Тема 4. Енергетичний спектр носіїв струму в напівпровідниках	16	4	2			10						
Тема 5. Кінетичні коефіцієнти носіїв струму (рухливість, коефіцієнт термо-ЕРС, коефіцієнт теплопровідності (електронна складова))	18	4	4			10						
Тема 6. Граткова теплопровідність (коефіцієнт теплопровідності)	16	4	2			10						
Усього годин	90	20	10			60						

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Коефіцієнт корисної дії термоелементів	2
2	Концентрація вільних носіїв заряду у кристалах	2
3	Методи розрахунку термоелектричних коефіцієнтів	4
4	Теплопровідність термоелектричних матеріалів	2
	Разом.	10

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Термоелектричні явища у напівпровідниках	10
2	Основні термоелектричні параметри деяких	10

	напівпровідників і металів	
3	Термоелектричні генератори та охолоджувачі для різних сфер застосування	10
4	Методи дослідження енергетичної структури напівпровідників	10
5	Термоелектричні коефіцієнти для неvirоджених та сильно virоджених напівпровідників	10
6	Динаміка кристалічної ґратки в наближенні Дебая та Айнштейна	10
	Разом	60

7. Методи навчання

Словесні (навчальна лекція, пояснення, розповідь, бесіда, навчальна дискусія, диспут). Проблемно-пошукові (розв'язання проблемних ситуацій і завдань, проблемне викладення).

8. Методи контролю

- 1) Поточна оцінка за практичні роботи, поточне опитування..
- 2) КСР.
- 3) Екзамен

9. Оцінювання

Під час навчання студенти можуть отримати такі бали: Назва контролю	Мах кількість балів
Практичні заняття	30
КСР	20
Екзамен	50
Разом:	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D		
50 – 59	E	задовільно	не зараховано з можливістю повторного складання
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	

0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
------	----------	--	---

10. Рекомендована література

1. Аскеров Б.М. Электронные явления переноса в полупроводниках– М.: Наука, 1985. –320 с..
2. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: Справочник. К.: Наукова думка, 1979. 676 с.
3. Гольцман Б.М., Дашевский З.М., Кайданов В.И., Коломоец Н.В.. Пленочные термоэлементы: физика и применение. М.: Наука, 1985. 232 с..
4. Равич Ю.Н., Ефимова В.А., Смирнова В.А.. Методы исследования полупроводников в применении к халькогенидам свинца PbTe, PbSe, PbS. М.: Наука, 1968. 384 с..
5. Kong H. Thermoelectric Property Studies on Lead Chalcogenides, Double-filled Cobalt Tri-Antimonide and Rare Earth-Ruthenium-Germanium. The University of Michigan 2008. 174 p...
6. Ащеулов А.А., Горобець М.В., Добровольський Ю.Г., Романюк І.С.. Термоелектричні модулі Пельтьє на основі кристалів твердих розчинів Bi-Te-Se-Sb. Чернівці: Прут. 2011. 168 с.
7. А.Г. Самойлович. Термоэлектрические и термомагнитные методы превращения энергии. Конспект лекций. М.: Издательство ЛКИ, 2007. 0 224 с.
8. Ежовский Ю.К., Денисова О.В. Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов: Учебное пособие. - СПб.: СЗТУ, 2005. - 80 с.
9. S. Skipidarov, M. Nikitin (eds.), Novel Thermoelectric Materials and Device Design Concepts,. Springer Nature Switzerland AG 2019.