

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

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

Проректор _____
" 15 " 09 20 16 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Термоелектричні прилади

(шифр і назва навчальної дисципліни)

галузь знань _____ 10 природничі науки _____

(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність _____ 105 прикладна фізика та наноматеріали _____

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____ _____

(назва спеціалізації)

факультет _____ фізико-технічний _____

(назва інституту, факультету)

Робоча програма

“Термoeлектричні прилади”

(назва навчальної дисципліни)

для студентів за спеціальністю _____ 105 прикладна фізика та наноматеріали „ _____ ” _____, 20__ р. – __ с.

Розробники: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Никируй Любомир Іванович, доцент кафедри фізики і хімії твердого тіла, кандидат фізико - математичних наук, доцент.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики і хімії твердого тіла

Протокол від “ _____ ” _____ 2016 р. № _____

Завідувач кафедри фізики і хімії твердого тіла

“ _____ ” _____ 2016 р. _____ (Прокопів В.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною комісією факультету, інституту.

Протокол від “ _____ ” _____ 2016 р. № _____

“ _____ ” _____ 2016 р.

Голова _____ (Яцура М.М.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

О Никируй Л.І., 2016 рік
О ДВНЗ «Прикарпатський
національний університет імені
Василя Стефаника», 2016 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3,0	Галузь знань: <u>10 природничі науки</u> (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
Модулів – 2	Спеціальність: <u>105 Прикладна фізика та наноматеріали</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		2-й	____-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання		Семестр	
Загальна кількість годин - 90		3-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: <u>3</u> аудиторних – <u>3</u> самостійної роботи студента – <u>6</u>	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>магістр</u>	Лекції	
		<u>10</u> год.	____ год.
		Практичні, семінарські	
		20 год.	____ год.
		Лабораторні	
		____ год.	____ год.
		Самостійна робота	
		<u>60</u> год.	____ год.
		Індивідуальні завдання: ____ год.	
		Вид контролю: <u>екзамен</u>	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 0,5

для заочної форми навчання –

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета курсу: Альтернативна енергетика сьогодні стає пріоритетом для кожної держави. Термоелектрична енергія, як один із найбільш перспективних напрямків розвитку альтернативних джерел енергії займає чільне місце як у сучасних наукових дослідженнях, так і для світових виробників нових джерел енергії. Відповідно, зростає потреба у фахівцях, які б могли обслуговувати такі системи перетворення енергії, а також конструювати нові, враховуючи особливості кожного конкретного практичного використання. У зв'язку із цим для студентів фізичних спеціальностей вводиться окремий курс „Термоелектричні прилади”.

Метою викладання навчальної дисципліни “Термоелектричні прилади” є формування знань у студентів, які формують загальні підходи щодо розвитку термоелектрики, її перспектив і впливу на науково-технічний прогрес; знань про узагальнену теорію термоелектричного перетворення енергії та елементну базу термоелектрики, перспективи розвитку термоелектрики.

Курс дозволяє розширити світогляд студента та виробити навички для самостійної роботи.

Завдання курсу:

Основними завданнями вивчення дисципліни “Термоелектричні прилади” є засвоєння підходів щодо розвитку та перспектив термоелектрики, розуміння студентами єдності електричних, теплових та термоелектричних процесів, освоєння вміння керувати термоелектричними струмами, вибирати термоелектричний матеріал для конкретного практичного застосування, а також типи термоелементів на основі використання закону термоелектричної індукції, вміння використовувати знання, які стосуються властивостей термоелементів для їх використання у створенні термоелектричної апаратури.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати

- організацію і виконання наукового дослідження певної проблеми;
- основні фізичні процеси в напівпровідниках і властивості термоелектричних перетворювачів енергії;
- використання узагальненої теорії перетворення енергії;
- фізичні ефекти, що є основою роботи та принципу дії сучасних пристроїв термоелектричного перетворення енергії;
- розробку термоелектричних перетворювачів енергії;
- застосування фізичних ефектів в термоелектричних генераторах;
- принцип дії, основні характеристики і параметри термоелектричних систем охолодження;
- шляхи розвитку і сучасні проблеми розвитку прикладної термоелектрики.

вміти

- вміти визначати точність вимірювання фізичної величини;
- вміти підготувати до проведення експерименту досліджувану фізичну систему(об'єкт, зразок);
- вміти виконувати вимірювання фізичних величин;
- вміти відібрати необхідні знання і виконати словесно-змістовний опис фізичної системи;

- розрахувати основні параметри термоелектричних матеріалів;
- вміти обґрунтовувати граничні параметри та характеристики термоелектричних вимірювальних приладів і систем;
- вміти аналізувати особливості теплових процесів у різних термоелектричних пристроях і їх вплив на параметри і характеристики;
- вміти розраховувати та визначати експериментально ефективність термоелектричних перетворювачів енергії;
- використовувати сучасні методи розробки термоелектричних перетворювачів енергії для систем енергозабезпечення, охолодження та опалення, метрологічної та вимірювальної апаратури;
- володіти методами оптимізації систем охолодження, використовуючи специфіку термоелектричних явищ;
- проводити дослідження фізичних процесів у напівпровідниках і напівпровідникових приладах;
- проводити математичний аналіз роботи напівпровідникових приладів і пояснити фізичні явища;
- пояснити фізичні ефекти, що є основою роботи та принципу дії сучасних термоелектричних перетворювачів.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Теорія термоелектричного перетворення енергії.

- | | |
|----------------|--|
| Тема 1. | Етапи розвитку термоелектрики. Термоелектричні явища. |
| Тема 2. | Узагальнена теорія термоелектричного перетворення енергії. |
| Тема 3. | Термодинамічна теорія термоелектрики. |
| Тема 4. | Статистичні закономірності у термоелектриці. |

Змістовний модуль 2. Елементна база термоелектрики.

- | | |
|----------------|---------------------------------------|
| Тема 5. | Класифікація термоелементів. |
| Тема 6. | Термопари. Анізотропні термоелементи. |
| Тема 7. | Термоелементи в магнітному полі. |
| Тема 8. | Плівкові термоелементи. |

Змістовний модуль 3. Прикладне застосування термоелектричного перетворення енергії.

- | | |
|-----------------|--|
| Тема 9. | Термоелектричні системи охолодження у транспорті, електроніці та побуті. |
| Тема 10. | Використання термоелектричного охолодження у медицині. |
| Тема 11. | Термоелектричні модулі для термогенераторів та їх конструкції. |
| Тема 12. | Методи розрахунку та оптимізації термогенераторів. |
| Тема 13. | ТЕГ з джерелами тепла на ядерному паливі. |
| Тема 14. | Економічна ефективність використання ТЕГ. |

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьо-го	у тому числі					усьо-го	у тому числі				
		л	п	лаб	ін д	с. р		л	п	лаб	ін д	с. р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Теорія термоелектричного перетворення енергії												
Тема 1. Етапи розвитку термоелектрики. Термоелектричні явища	5	1				4						
Тема 2. Узагальнена теорія термоелектричного перетворення енергії	7	1				6						
Тема 3. Термодинамічна теорія термоелектрики	7	1	2			4						
Тема 4. Статистичні закономірності у термоелектриці	7	1	2			4						
Разом за змістовим модулем 1	26	4	4			18						
Змістовий модуль 2. Елементна база термоелектрики												
Тема 5. Класифікація термоелементів	5	1				4						
Тема 6. Термопари. Анізотропні термоелементи	8	1	1			6						
Тема 7. Термоелементи в магнітному полі	4		2			2						
Тема 8. Плівкові термоелементи	6		2			4						
Разом за змістовим модулем 3	23	2	5			16						
Змістовий модуль 3. Прикладне застосування термоелектричного перетворення енергії												
Тема 9. Термоелектричні системи охолодження у транспорті, електроніці та побуті	6	1	1			4						
Тема 10. Використання термоелектричного охолодження у медицині	9	1	2			6						
Тема 11. Термоелектричні	9	1	2			6						

модулі для термогенераторів та їх конструкції												
Тема 12. Методи розрахунку та оптимізації термогенераторів	5	1	2			2						
Тема 13. ТЕГ з джерелами тепла на ядерному паливі	6		2			4						
Тема 14. Економічна ефективність використання ТЕГ	6		2			4						
Разом за змістовим модулем 4	41	4	11			26						
Усього годин	90	10	20			60						

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Термодинамічна теорія термоелектрики	2
2	Статистичні закономірності у термоелектриці	2
3	Термопари. Анізотропні термоелементи	1
4	Термоелементи в магнітному полі	2
5	Плівкові термоелементи	2
6	Термоелектричні системи охолодження у транспорті, електроніці та побуті	1
7	Використання термоелектричного охолодження у медицині	2
8	Термоелектричні модулі для термогенераторів та їх конструкції	2
9	Методи розрахунку та оптимізації термогенераторів	2
10	ТЕГ з джерелами тепла на ядерному паливі	2
11	Економічна ефективність використання ТЕГ	2
	Усього годин	20

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Етапи розвитку термоелектрики. Термоелектричні явища: ефекти Пельтьє, Томсона, Зеебека	4
2.	Узагальнена теорія термоелектричного перетворення енергії	6
3.	Термодинамічна теорія термоелектрики	4
4.	Статистичні закономірності у термоелектриці	4
5.	Класифікація термоелементів	4

6.	Термопари. Анізотропні термоелементи	6
7.	Термоелементи в магнітному полі	2
8.	Плівкові термоелементи	4
9.	Термоелектричні системи охолодження у транспорті, електроніці та побуті	4
10.	Використання термоелектричного охолодження у медицині	6
11.	Термоелектричні модулі для термогенераторів та їх конструкції	6
12.	Методи розрахунку та оптимізації термогенераторів	2
13.	ТЕГ з джерелами тепла на ядерному паливі	4
14.	Економічна ефективність використання ТEG	4
	Разом	60

7. Методи навчання

Лекції, лабораторні заняття. На лекційних заняттях заплановано використання мультимедійної техніки.

8. Методи контролю

Навчальна дисципліна „Термоелектричні прилади” оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою.

Іспит відбувається в усно-письмовій формі. Екзаменаційний білет містить три запитання, за відповідь на перше та друге з них студент може максимально одержати по 20 балів, за відповідь на третє – 10 балів. В сумі – 50 балів.

У межах I і II змістовних модулів передбачається теоретичний розгляд питань розглядуваних тем.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота			Поточний контроль	Екзамен	Сума
Змістовий модуль №1	Змістовий модуль № 2	Змістовий модуль №3	Т1-Т14	50	100
Т1-Т4	Т5-Т8	Т9-Т14			
10	10	30	50		

Т1, Т2 ... Т14 – теми змістових модулів.

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	задовільно	

50 – 59	Е		
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано 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

Базова

1. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. – К.: Наукова думка, 1979. – 768 с.
2. Шперун В.М., Фреїк Д.М., Запукляк Р.І. Термоелектрика телуриду свинцю та його аналогів. – Івано-Франківськ: Плай, 2000. – 250 с.
3. Иорданишвили Е.К. Термоэлектрические источники питания. –М.: Совет. Радио, 1968. – 184 с.
4. Иоффе А.Ф. Полупроводниковые термоэлементы. - М.-Х.: изд-во АН СССР, 1960. - 346 с.
5. Баранский П.И., Буда И.С., Даховский И.В. Теория термоэлектрических и термомагнитных явлений в анизотропных полупроводниках. – Киев: Наукова думка, 1987. – 271 с.
6. Зеегер К. Физика полупроводников. – М.: Наука, 1977. – 615 с.
7. В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников. Фізика полупроводников. – 682 с.
8. В.И. Зиненко, Б.П. Сорокин, П.П. Турчин. Основы физики твердого тела. – 333 с.
9. Аскеров Б.М. Кинетические эффекты в полупроводниках.–Л.: Наука, 1970. – 112 с.
10. Баранский П.И., Буда И.С., Даховский И.В. Теория термоэлектрических и термомагнитных явлений в анизотропных полупроводниках. – Киев: Наукова думка, 1987. – 271 с.
11. Могилевский В.М., Чудновский А.Ф. Теплопроводность полупроводников. – М.: Наука, 1972. – 536 с.
12. Кроткус А., Добровольскис З. Электропроводность узкощелевых полупроводников. – Вильнюс: Мокслас, 1988. – 174 с.
13. Бараненко А.В. Холодильные машины: Учеб. Для студентов втузов специальности «Техника и физика низких температур» / Под общ. Редакцией Л.С.Тимофеевского. –СПб.: Политехника. 1997.- 992 с.
14. Лукишкер Э.М., Вайнер А.Л., Сомкин М.Н., Водолагин В.Ю. Термоэлектрические охладители– М.: Радио и связь.- 1983.- 176 с.
15. Буряк А.А., Карпова Н.Б. Очерки развития термоэлектричества. – Киев: Наукова думка, 1988. –208 с.
16. Расчет и конструирование термоэлектрических генераторов и тепловых насосов. Справочник/ Г.К. Котырло, Ю.Н. Лобунец. – Киев: Наукова думка, 1980. –315 с.
17. Лобунец Ю.Н. Методы расчета и проектирования термоэлектрических преобразователей энергии.– Киев: Наукова думка, 1980.-327с.
18. Дашевський

Допоміжна

1. Булат Л.П. Термоэлектрическое охлаждение: состояние и перспективы // Холодильная техника.-1999.- №7.-С.12-14
2. Thermoelectric materials – New Directions and Approaches // MRS, Pittsburgh, 1998.-V.478.- 348 p
3. Булат Л.П., Бузин Е.В. Термоэлектрические охлаждающие устройства– С.-Петербург: СПбГУНиПТ.- 2001.- 44с.

4. Журнали "Термоелектрика" 1993-2015 рр.
5. Фреїк Д.М., Криницький О.С., Матківський О.М. Композитні термоелектричні матеріали з нановключеннями: сучасний стан і перспективи (огляд) // Матеріали для сенсорів – 2014. – Т. 10, № 4. – С. 60-80.
6. Криницький О.С. Термоелектричні композитні матеріали на основі легованого плюмбуму телуриду (огляд) // Фізика і хімія твердого тіла – 2014. – Т. 15, №1. – С. 7-19.
7. Фреїк Д.М., Лоп'янко М.А. Наноструктуровані термоелектричні матеріали: проблеми, технології, властивості (огляд) // Фізика і хімія твердого тіла – 2013. – Т. 14, №2. – С. 280-299.
8. Фреїк Д.М., Галушак М.О., Криницький О.С., Матківський О.М. Нові термоелектричні нанокompозитні матеріали (огляд) // Фізика і хімія твердого тіла – 2013. – Т. 14, №2. – С. 300-316.
9. Галушак М.О., Ральченко В.Г., Ткачук А.І., Фреїк Д.М. Методи вимірювання теплопровідності масивних твердих тіл і тонких плівок (огляд) // Фізика і хімія твердого тіла – 2013. – Т. 14, №2. – С. 317-345.
10. Фреїк Д.М., Никируй Л.І., Криницький О.С. Досягнення і проблеми термоелектрики 1. Історичні аспекти (Огляд) // Фізика і хімія твердого тіла – 2012. – Т. 13, №2. – С. 297-318.
11. Фреїк Д.М., Никируй Л.І., Галушак М.О., Матеїк Г.Д. Досягнення і проблеми термоелектрики. II. Основні положення теорії термоелектричних явищ (Огляд) // Фізика і хімія твердого тіла – 2012. – Т. 13, №3. – С. 574-585.

11. Інформаційні ресурси

1. <http://lib.pu.if.ua/> – наукова бібліотека Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
2. <http://www.nbuv.gov.ua/> – Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського.
3. <http://www.springer.com/?SGWID=5-102-0-0-0> - Доступ до колекції журналів Springer Journal Collection.
4. <http://www.sciencedirect.com> - Інформаційні продукти Elsevier sciencedirect
5. <http://www.scopus.com/home.url> - Scopus. Наукометрична реферативна база даних 38 млн. записів про публікації світового репертуару
6. <http://search.epnet.com/> - Бази даних Academic Search Premier; Inspec; Library, Information Science & Technology Abstracts; MEDLINE; Newspaper Source
7. Зібрання журналів американських наукових товариств
 American Chemical Society: <http://pubs.acs.org/about.html>
 American Institute of Physics: <http://journals.aip.org/>
 American Physical Society: <http://publish.aps.org/>
 American Society of Mechanical Engineers: <http://www.asmedl.org/journals/doc/ASMEDL-home/jrnls/>

Примітки:

1. Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролю.
2. Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри, у методичній комісії факультету, інституту, підписується завідувачем кафедри, головою методичної комісії і затверджується проректором з науково-педагогічної роботи.