

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізико-технічні основи термоелектричного матеріалознавства

Освітня програма магістра

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол №3 від 19 жовтня 2020 р.

м. Івано-Франківськ - 2020

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Фізико-технічні основи термоелектричного матеріалознавства
Викладач (-і)	Горічок Ігор Володимирович
Контактний телефон викладача	59-60-82
E-mail викладача	ihor.horichok@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очна
Обсяг дисципліни	6 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua/
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Анотація до курсу	
<p>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 «Фізико-технічні основи термоелектричного матеріалознавства», яка націлена на 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.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Метою викладання навчальної дисципліни “ Фізико-технічні основи термоелектричного матеріалознавства” 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.</p>	
4. Основні програмні результати	
<p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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. <p>вміти</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 	

<ul style="list-style-type: none"> – 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. Організація навчання курсу					
Обсяг курсу					
Вид заняття				Загальна кількість годин	
лекції				14	
семінарські заняття / практичні				20	
лабораторні				30	
самостійна робота (виконання індивідуальних завдань)				116	
Ознаки курсу					
Семестр		Спеціальність		Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
3		105 Прикладна фізика та наноматеріали		2	Обов'язкові дисципліни
Тематика курсу					
Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Тема 1. Етапи розвитку термоелектрики. Термоелектричні явища. Узагальнена теорія термоелектричного перетворення енергії.	Лекція (2 год.) практ. (2 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (12 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 2. Термодинамічна теорія термоелектрики Лабораторна робота 1.	Лекція (1 год.) практ. (2 год.) лаб.роб (5 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Провести дослідження, розрахувати на основі експерименту. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, (12 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 3. Статистичні закономірності у термоелектриці.	Лекція (2 год.) практ. (2 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (12 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 4. Класифікація термоелементів.	Лекція (1 год.)	Згідно списку	Опрацювати лекційні питання і	1-5 балів,	Згідно розкладу

Термопари. Анізотропні термоелементи Лабораторна робота 2.	практ. (2 год.) лаб.роб (5 год.)	літератури	питання самостійної роботи, виконати вправи. Провести дослідження, розрахувати на основі експерименту. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, (12 год.)		занять
Тема 5. Термоелементи в магнітному полі. Лабораторна робота 3.	Лекція (1 год.) практ. (2 год.) лаб.роб (5 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Провести дослідження, розрахувати на основі експерименту. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, (12 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 6. Термоелектричні системи охолодження у транспорті, електроніці та побуті. Плівкові термоелементи Лабораторна робота 4.	Лекція (1 год.) практ. (2 год.) лаб.роб (5 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Провести дослідження, розрахувати на основі експерименту. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, (12 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 7. Використання термоелектричного охолодження у медицині	Лекція (2 год.) практ. (2 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (12 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 8. Термоелектричні модулі для термогенераторів та їх конструкції. Лабораторна робота 5.	Лекція (1 год.) практ. (2 год.) лаб.роб (5 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Провести дослідження, розрахувати на основі	1-5 балів,	Згідно розкладу занять

			експерименту. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, (12 год.)		
Тема 9. Методи розрахунку та оптимізації термогенераторів	Лекція (2 год.) практ. (2 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 10. ТЕГ з джерелами тепла на ядерному паливі. Економічна ефективність використання ТЕГ. Лабораторна робота 6.	Лекція (1 год.) практ. (2 год.) лаб.роб (5 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Провести дослідження, розрахувати на основі експерименту. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять

6. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	Для перевірки знань, умінь і навичок студентів при вивченні навчальної дисципліни використовуються такі форми контролю: - поточний; - підсумковий (екзамен). Поточний контроль передбачає оцінювання лабораторних робіт студентів та результатів тестування. Підсумковий контроль здійснюється на основі накопичених балів протягом семестру в процесі поточного контролю.
Вимоги до письмової роботи	Звіт по лабораторних роботах включає зазначення мети та завдання лабораторної роботи, вихідні дані, основні розрахункові формули, оформлені у вигляді таблиць. Виконання звіту закінчується висновком, який є коротким підсумком лабораторної роботи.
Семінарські заняття	-
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю за наявності контрольних робіт, звітів до лабораторних робіт та виконанню всіх лабораторних робіт, а також результатів тестування по тематиці практичних занять.

7. Політика курсу

Жодні форми порушень академічної доброчесності не толеруються.
У випадку таких подій – реагування відповідно до Положення 1 Положення та Кодексу честі.

8. Рекомендована література

Базова

1. Анатичук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. – К.: Наукова думка, 1979. – 768 с.
2. Шперун В.М., Фреїк Д.М., Запхляк 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 полупроводників. – 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: Моклас, 1988. – 174 с.
13. Бараненко А.В. Холодильные машины: Учеб. Для студентов вузов 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“Термоэлектрика” 1993-2015 pp.
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.