

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра фізики металів



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Надпровідність та фізика високотемпературних надпровідних керамік
для студентів

галузь знань 10 Природничі науки
спеціальність 104 Фізика та астрономія
освітній ступінь Бакалавр
освітня програма "Фізичне матеріалознавство/неметалічне матеріалознавство"
вид дисципліни Вибіркова *БІ 6 2 1*

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	восьмий
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: професор Семенко Михайло Петрович

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__р.
(місяць, рік, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__р.
(місяць, рік, дата)

КИЇВ – 2022

Розробник: Семенко Михайло Петрович, д.ф.-м.н., професор, професор кафедри фізики металів,

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізики металів


(підпис)


(Курілюк В.В.)
(прізвище та ініціали)

Протокол від « 20 » травня 2022 р. за № 8

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол від «10» червня 2022 року за № 11

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

(Оліх.О.Я.)
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – вивчення явища надпровідності, як одного з найбільш цікавих явищ у фізиці, та формування уявлень про основні сучасні напрямки розвитку теоретичних та експериментальних досліджень про явище надпровідності.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основні закони та поняття з курсів загальної фізики, квантової механіки та статистичної фізики, фізики конденсованого стану, електродинаміки, курсів вищої математики,.
2. Вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів загальної фізики, квантової механіки та статистичної фізики, фізики конденсованого стану, математики для розв'язку практичних задач з курсу.
3. Володіти елементарними навичками пошуку та опрацювання спеціалізованої літератури, розв'язку алгебраїчних і диференціальних рівнянь, побудови та аналізу графічних залежностей.

3. Анотація навчальної дисципліни: Вибіркова навчальна дисципліна “Надпровідність та фізика високотемпературних надпровідних керамік” є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр”. Розглянуті в курсі поняття широко використовуються в ряді важливих дисциплін, які є складовими таких розділів фізики як фізика та теорія твердого тіла. Результатом навчання є оволодіння знаннями про специфічні властивості надпровідного стану, фізичні механізми таких властивостей та області застосування явища надпровідності. Крім цього, будуть розглянуті основні типи надпровідників та основні теорії, що використовуються для опису явища надпровідності у різних матеріалах. Отримані знання при вивченні цієї дисципліни тісно зв'язані з дисциплінами: “Фізика твердого тіла”, “Квантова теорія твердого тіла”, “Основи магнетизму”, тощо. Крім того, система знань, отримана при вивченні “Надпровідність та фізика високотемпературних надпровідних керамік”, є необхідною для вільного ознайомлення з науковою літературою та подальшої підготовки спеціалістів різних кваліфікаційних рівнів. Методи викладання: лекції, лабораторні роботи, консультації. Методи оцінювання: контрольні роботи, звіти по лабораторних роботах, підготовка рефератів, залік.

4. Завдання (навчальні цілі) – ознайомлення студентів з основними властивостями надпровідників, параметрами, що характеризують надпровідний стан, основними теоріями, для опису явища надпровідності. Одним із завдань дисципліни є ознайомлення з різними підходами до опису та аналізу явища надпровідності: термодинамічного, електродинамічного, квантово-механічного, статистичного, які досить широко застосовуються до опису явищ у фізиці, зокрема у фізиці твердого тіла.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти (шостий рівень НРК України), галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП “Фізичне матеріалознавство/неметалічне матеріалознавство” дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних *компетентностей*:

інтегральної:

- Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальних:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. (ЗК1).
- Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, їх місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми

рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя. (ЗК15).

фахових:

- Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії. (ФК1).
- Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів. (ФК2).
- Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи. (ФК8).
- Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей. (ФК10).
- Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту. (ФК14).

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати основні поняття, що характеризують надпровідний стан, їх фізичний зміст та основні типи надпровідників.	лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота, усне опитування, захист завдань для самостійного опрацювання, залік	35
1.2	Знати основні підходи (термодинамічний, електродинамічний) та теорії для опису явища надпровідності.	лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота, усне опитування, захист завдань для самостійного опрацювання, залік	35
2.1	Вміти визначати основні параметри надпровідного стану та описувати надпровідний стан з використанням різних підходів.	лабораторні роботи, реферати	Захист лабораторних робіт, захист завдань для самостійного опрацювання	30

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибірових дисциплін)

Результати навчання дисципліни			
Програмні результати навчання	1.1	1.2	2.1
ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні	+	+	+

* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії.			
ПРН4. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання: (max/min)

1. Контрольна робота 1 за темами 1-4: РН 1.1 – 10 балів / 7 балів
2. Контрольна робота 2 за темами 5-8: РН 1.2 – 10 балів / 6 балів
3. Усне опитування та захист завдань для самостійного опрацювання – 4 бали / 2 бали
3. Лабораторні роботи (6 робіт) : РН 2.1 – 12 балів / 7 балів
4. Підготовка рефератів: РН 2.1 – 4 бали / 2 бали

- підсумкове оцінювання у формі заліку.

Залік проводиться в письмовій формі. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом за складання заліку дорівнює 60. Для отримання заліку оцінка за залік не може бути меншою 36 балів. Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше ніж 24 бали. Студент допускається до заліку за умови виконання всіх передбачених планом лабораторних робіт та написання відповідної якості рефератів.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 - 2 проводяться по завершенні тематичних лекцій.

Захист звітів лабораторних робіт та доповіді по рефератам проводиться упродовж семестру.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	лабораторні	С/Р
Змістовий модуль 1 Надпровідність та її феноменологічні моделі				
1	Вступ. Надпровідність, історія її відкриття та розвиток уявлень.	1		
2	Тема 1. Надпровідність – особливий стан речовини. Основні характеристики надпровідного стану. Надпровідник та ідеальний провідник. Магнітні властивості надпровідників. Проміжний стан.			2
3	Тема 2. Термодинаміка надпровідників. Енергія надпровідників. Критичне магнітне поле. Ентропія. Теплоємність. Основні наслідки.	2		4
4	Тема 3. Електродинаміка надпровідників. Перше рівняння Лондонів. Друге рівняння Лондонів. Глибина проникнення магнітного поля. Квантування магнітного потоку. Розподіл поля та струму в найпростіших конфігураціях надпровідників. Пластинки в магнітному полі. Пластинка зі струмом. Пластинка з струмом в магнітному полі. Плівка над екраном..	2		4
5	Тема 4. Теорія Гінзбурга-Ландау. Основні положення теорії фазових переходів Гінзбурга-Ландау. Рівняння теорії Гінзбурга-Ландау. Довжина когерентності та глибина проникнення. Енергія поверхні розділу між нормальною та надпровідною фазами. Критичне поле тонкої плівки. Критичний струм тонкої плівки.	3		6
6	Модульна контрольна робота 1			
Змістовий модуль 2 Використання теорії Гінзбурга-Ландау та мікроскопічна теорія надпровідності.				
7	Тема 5. Надпровідники II роду. Магнітні властивості надпровідників II роду. Поле одичного вихору. Проміжний стан та друге критичне поле. Оборонний магнітний момент надпровідника II-роду. Поверхнева надпровідність. Поверхневий бар'єр. Перегрів Мейснерівського стану. Критичний струм в надпровідниках II-роду. Пінінг. Термоактивувальний крип. Критичний стан.	3		6
8	Тема 6. Ефект Джозефсона. Фазова когерентність і типи слабких зв'язків. Стаціонарний та нестационарний ефект Джозефсона. Відгук Джозефсоновського переходу на зовнішнє магнітне поле. Рівняння Фаррела-Прейнджа. Проникнення магнітного поля в перехід. Слабке та проміжне поле. Сильне магнітне поле. Надпровідні квантові інтерферометри. Одноконтактний та двоконтактний сквід. Використання слабкої надпровідності.	3		6
9	Тема 7. Мікроскопічна теорія надпровідності. Ізотопічний ефект. Електрон-фононна взаємодія. Спектр елементарних збуджень надпровідника. Теорія БКШ та її основні результати.	3		6
10	Тема 8. Високотемпературна надпровідність. Типи високотемпературних надпровідників. Кристалічна структура основних ВТНП керамік. Термодинамічні властивості. Електронні властивості. Основні теорії для опису.	3		6
11	Модульна контрольна робота 2			
Перелік лабораторних робіт				
12	Робота 1. Визначення структурних особливостей високо-		4	6

	температурних керамік методами дифракції			
13	Робота 2. Дослідження температурної залежності електроопору надпровідників		4	5
14	Робота 3. Дослідження температурної залежності магнітної сприйнятливості надпровідного стану		3	5
15	Робота 4. Дослідження контрольованих змін кисню в ітрієвій кераміці з використанням вагової головки магнетометра Фарадея		3	5
	ВСЬОГО	15	14	61

Загальний обсяг **90 год.**¹, в тому числі:

Лекцій –**15 год.**

Лабораторні – **14 год.**

Самостійна робота - **61 год.**

¹ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна:

1. В.В.Шмидт „Введение в физику сверхпроводников” - М., «Наука», 1982, 238с.
2. Д.Р.Тили, Дж.Тили „Свертекучесть и сверхпроводимость” – М. „Мир”, 1977, 304 с.
3. Д. Сан-Жам, Г. Сарма, Е. Томас. Сверхпроводимость второго рода. М.Мир, 1970, 366с.
4. П. Де Жен. Сверхпроводимость металлов и сплавов. М.Мир. 1968. 281с.
5. N. Plakida. High-Temperature Cuprate Superconductors. Experiment, Theory, and Applications. // Springer Series in solid-state sciences, 166, Springer, 2010, - 570 p.

Додаткова:

1. А.Гуревич, Р.Г. Минц, А.Л. Рахманова ”Фізика композитних сверхпроводников” - ., «Наука», 1987, 240с.
2. Л.С.Давыдов «Высокотемпературная сверхпроводимость» - .К., Наукова думка, 1990, 176с.
3. С.І.Сидоренко, С.М. Волошко „Матеріалознавство високотемпературних надпровідників” – К. „Вища школа”, 1995, 208 с.