

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова

Кафедра теоретичної фізики та астрономії



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

О.В.Запорожченко

2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФІЗИКА НАДПРОВІДНОСТІ

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти перший (освітньо-науковий) рівень – бакалавр

Галузь знань 10 – природничі науки
(шифр і назва)

Спеціальність 104 - фізика та астрономія
(шифр і назва)

Освітня програма фізика та астрономія

Вид дисципліни вибіркова

Факультет Математики, Фізики та Інформаційних Технологій
(назва факультету)

2020 / 2021 навчальний рік

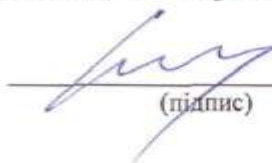
Програму рекомендовано до затвердження Вченою Радою факультету математики, фізики та інформаційних технологій «3» вересня 2020 року, Протокол №1

Розробники програми:

доктор фізико-математичних наук, професор Кулінський В.Л.

Навчальна програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної фізики та астрономії Протокол № 1 від “31” серпня 2020 року

Завідувач кафедри


(підпис)

Адамян В.М.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ:

Протокол № 1 від “ 3 ” вересня 2020 року

Голова НМК


(підпис)

Ніцук Ю.А.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Фізика надпровідності» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки першого (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (бакалавр). Галузь знань: 10 – «Природничі науки». Спеціальність: 104 – «Фізика та астрономія». Освітньо-наукова програма: «Фізика та астрономія».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є:

вивчення майбутнім бакалаврами з фізики та астрономії основ теорії низькотемпературної надпровідності. Показаний розвиток ідей у історичній перспективі. Акцент зроблено на прогресі теорії завдяки відкриттю нових експериментальних фактів (ефект Мейснера-Оксенфельда, поведінка термодинамічних характеристик таких як ентропія та теплоємність, явище квантування магнітного потоку, ізотопічний ефект та інш.), починаючи з електродинамічної теорії Лондонів та термодинамічної теорії Гінзбурга-Ландау. Наприкінці курсу розглядаються основи мікроскопічного підходу (теорія Бардіна-Купера-Шріфера). Курс побудовано таким чином, щоб показати як основні закони відомі з курсів електродинаміки, термодинаміки та квантової механіки працюють у реальному феномені надпровідності.

Засвоєння фундаментальних фізичних складових, отримання практичних навичок, що здобуваються в межах дисципліни «Фізика надпровідності» є умовою для подальшого ефективного вивчення дисциплін за вибором з циклу професійної підготовки, успішного виконання дипломної роботи.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

засвоєння бакалаврами фізичних концепцій які лежать в основі розуміння явища низькотемпературної надпровідності.

Інтегральна компетентність (ІК) - здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні компетентності:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (K01),
- Здатність управління інформацією (пошук, оброблення та аналіз інформації з різних джерел) (K02),
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (K03),
- Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків (K09),

Фахові компетентності:

- Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики конденсованого стану. (K16)
- Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів. (K17)
- Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту. (K22)
- Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації. (K24)
- Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук. (K28)

1.3. Кількість кредитів 7

1.4. Загальна кількість годин 210

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна/за вибором
Денна форма навчання
Рік підготовки
3,4-й
Лекції
20 год.
Практичні/семінарські
16
Лабораторні
-
Самостійна робота
99 год.
У тому числі індивідуальні завдання
60 год

1.6. Заплановані результати навчання:

Згідно з освітньо-науковою програмою «Фізика та астрономія»

спеціальності 104 – «Фізика та астрономія» бакалаври можуть досягти наступних результатів навчання:

- Оволодіти основними методами квантової та статистичної теорії які задіяні у теорії надпровідності;
- Знати актуальні напрями наукових досліджень з фізики надпровідності та аналізувати історію розвитку в порівнянні з сучасною проблематикою науки;

2. Тематичний план навчальної дисципліни

4 рік

Змістовий модуль 1. Основи квантової механіки

Тема 1. Історичні Електродинаміка Надпровідників. Ефект Мейснера у надпровідниках. Мейснерівський струм. Основи теорії Лондона. Рівняння Ф. Лондона. Зв'язок між струмом та векторним потенціалом. Явище квантування магнітного потоку.

Тема 3. Проміжний стан НП. Залежність від геометрії образця. Фактор намагніченості.

Тема 2. Термодинаміка переходу надпровідник-нормальний метал. Діаграма стану у змінних магнітне поле -- температура.

Тема 3. Лондонівські і Піппардовські НП. Довжина кореляції.

Тема 4. Основи теорії Гінзбурга-Ландау. Основні рівняння теорії. Границі застосування теорії.

Тема 5. Поверхнева енергія на границі розподілу НП-НМ у теорії Гінзбурга-Ландау.

Тема 6. НП 1-го і 2-го роду. Абрикосівські вихори.

Тема 7. Основи мікроскопічної теорії низькотемпературної НП. Спектр елементарних збуджень. Нестійкість фермі-сфери. Енергетична щілина. Уявлення про куперовські пари, механізм утворення куперовських пар.

Тема 8. Одночастковий тунельний струм на границі НП-НМ и НП-НП. Вольт-амперні характеристики контактів.

Тема 9. Ефекти Джозефсона (на постійном та змінному струмах). SQUID.

Тема 10. Застосування надпровідників

3. Структура навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин					
	Усього	Лек.	Пр.	Лаб.	Інд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Основи квантової механіки						
1	10	2	0			0
2	10	2	2			11
3	6	2	2			11
4	10	2	2			11
5	8	2	2			11
6	8	2	2			11
7	12	2	2			11
8	8	2	0			11
9	8	2	2			11
10	14	2	2			11
	135	20	16			99

4. Теми практичних занять

1. Розв'язання задач з магнітостатики надпровідників. Фактор намагніченості
2. Матеріальні рівняння теорії Лондонів. Розподіл тока і магнітного поля у НП пластині товщиною d . Поле паралельно площині пластини.
3. Вивід рівнянь Лондонів з виразу для квантовомеханічного струму
4. Термодинамічний характер переходу НП-НМ. Застосування рівняння Клаузіуса-Клайперона. Стрибок теплоємності при нульовому полі.
5. Ефект Мейснера як наслідок термодинамічної стійкості НП.
6. Функціонал Гінзбурга-Ландау: вивід рівнянь та граничних умов. Ефект Мейснера та поверхнева енергія на границі НП-НМ
7. Абрикосівський вихор
8. Задача Купера про зв'язаний стан пари збуджень на границі Фермі-сфери. Спектр елементарних збуджень НП

5. Завдання для самостійної роботи

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним і робочим планом

7. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються інтерактивні методи навчання, наочні методи навчання. Базовим методом навчання є поєднання лекції та практичних занять. Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання:

пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний; метод проблемного викладу; частково-пошуковий, або евристичний метод.

Під час практичних занять використовуються наступні методи навчання частково-пошуковий, або евристичний метод; дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовуються наступні методи навчання: дослідницький метод.

8. Методи контролю

Для кожної теми формами контролю навчальних здобутків студентів можуть бути поточний контроль: конспект з лекцій; оцінка активності роботи на лекціях; аудиторне поточне опитування; домашні завдання. Підсумковий семестровий контроль (залік). Підсумкові бали для оцінки знань студентів за розділ розраховуються таким чином:

№	Вид роботи	Форма контролю	Число балів
1	Відвідування лекцій	Конспект	5
2	Активність на семінарах		3-5
∑ Разом			8-10

9. Схема нарахування балів

Розділ 1-3

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання	Залікова робота	Сума
50	50	100

9. Критерії оцінювання навчальних досягнень

Підсумковий семестровий контроль (залік) проводиться у письмовій формі. Екзаменаційний білет містить два теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо за 30 бальною шкалою

Критерії оцінювання теоретичного питання:

- повна розгорнута відповідь – 30 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь – 25 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність – 26 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 20 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- відповідь, що містить критичну помилку чи неточність, або відсутність відповіді оцінюється в 0 балів.

Кількість балів, що студент отримав на екзамені, є сумою балів, що були отримані за кожне завдання з екзаменаційного білету.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю за шкалою що наведена нижче.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру

Оцінка для чотирирівневої шкали оцінювання

для дворівневої шкали оцінювання

90 – 100 відмінно

зараховано

70-89 добре

50-69 задовільно

1-49 незадовільно не зараховано

10. Рекомендована література

1. Шмидт В.В., Введение в физику сверхпроводников. М.: Наука 1982.
2. Тинкхам М. Введение в сверхпроводимость М.: Мир 1980.
3. Тилли Д., Тилли Дж. Сверхтекучесть и сверхпроводимость. М.: Мир 1977.
4. Довгий Я., Чарівне явище - Надпровідність. Львів, Євросвіт 2000.
5. Абрикосов А.А., Основы физики металлов. М. Наука 1987
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Электродинамика сплошных сред. КТФ, т. 8, М. Наука 1992
7. Р. Фейнман, Статистическая механика. М. Мир. 1975
8. Уильямс Дж., Сверхпроводимость и ее применение в технике. М.: Мир 1973.
9. Линтон Е., Сверхпроводимость М. Мир: 1972.
10. Роуз-Инс А., Родерик Е. Введение в физику сверхпроводимости. М.: Мир 1972.
11. Гинзбург В.Л., Сверхпроводимость и сверхтекучесть (что удалось и чего не удалось сделать), УФН, 40, вып 4 (1997).