

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра фізики низьких температур



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор

з науково-педагогічної роботи

М. О. Азаренков

» _____ 2019 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вибрані розділи сучасної фізики низьких температур та фізики надпровідності

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ третій (доктор філософії)

галузь знань _____ 10 Природничі науки
(шифр і назва)

спеціальність _____ 104 Фізика та астрономія
(шифр і назва)

освітня програма _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ обов'язкова
(обов'язкова / за вибором)

факультет _____ фізичний
(назва факультету)

2019 / 2020 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету

«21» червня 2019 року, протокол № 6.

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Вовк Руслан Володимирович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри фізики низьких температур.

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики низьких температур

Протокол від «11» червня 2019 року № 13.

В.о. завідувача кафедри фізики низьких температур



(підпис)

Шкловський В.О.

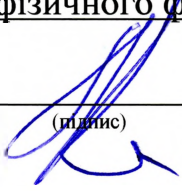
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією
фізичного факультету

назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від «20» червня 2019 року № 6.

Голова методичної комісії фізичного факультету



(підпис)

Макаровський М. О.

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Вибрані розділи сучасної фізики низьких температур та фізики надпровідності» складена відповідно до освітньої програми підготовки

_____ доктора філософії _____

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальність _____ 104 Фізика та астрономія _____

(шифр і назва)

освітня програма _____

(шифр і назва)

спеціалізація _____

(шифр і назва)

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни полягає у тому, щоб узагальнити основні принципові положення фізики надпровідності і фізики квантових рідин, що викладались як у загальному курсі фізики, так і у спеціальних курсах випускаючої кафедри, а також надати інформацію про стан сучасної фізики надпровідності і фізики квантових рідин та методів новітніх експериментальних досліджень, які використовуються провідними фаховими лабораторіями світу. Крім того, фахівці у сфері фізики надпровідності і надплинності повинні глибоко розуміти фізичні основи роботи багатьох сучасних наукових та технічних пристроїв.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

1. Поглибити уявлення аспірантів про стан сучасної фізичної науки; сформувати у них сучасне фізичне мислення і широкий науковий кругозір; ознайомити з тенденціями формування нових уявлень фізики надпровідності і квантових рідин, основними проблемами та напрямками їх розвитку, методами теоретичних та експериментальних досліджень; можливостями використання їх досягнень у різних сферах життєдіяльності людини.
2. Підготувати аспірантів до завдань, які стоятимуть перед ними щодо успішного формування додаткової програми зі спеціалізації та складання фахового екзамену.

1.3. Кількість кредитів 5.

1.4. Загальна кількість годин 150.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни

Нормативна	
Вид кінцевого контролю: залік	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
4-й	-й
Лекції	
30 год.	год.

Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
120 год.	год.
Індивідуальні завдання	

1.6. Заплановані результати навчання: під час вивчення дисципліни аспіранти повинні набути таких знань, умінь та навичок:

- ✓ знати місце явищ надпровідності та надплинності у сучасному техногенному суспільстві, а також вплив наукових досягнень в галузях на науково-технічний прогрес;
- ✓ (на поняттєво-аналітичному рівні) знати фундаментальні поняття надпровідності та надплинності, основні явища та процеси у твердих тілах та квантових речовинах при низьких і наднизьких температурах, сучасні методи їх вивчення; а також наукові принципи створення функціональних низькотемпературних та високотемпературних надпровідних матеріалів з наперед заданими властивостями;
- ✓ знати, яким чином теорія надпровідності використовується у сучасній фізиці твердого тіла;
- ✓ знати, яким чином теорія надплинності використовується у сучасній квантовій фізиці;
- ✓ вміти в межах найпростіших теоретичних уявлень аналітично описати властивості низько- і високотемпературних надпровідників;
- ✓ вміти експериментально (за електромагнітним і тепловими властивостями) визначити належність речовини до певного класу твердого тіла;
- ✓ вміти на практиці за аналізом експериментальних даних визначати наявність квантових властивостей у процесах та об'єктах у фізиці твердих тіл і фізиці квантових рідин;
- ✓ набути навичок роботи з науковою літературою та підготовки наукових публікацій і виступів з доповіддю на семінарах.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ І. Основи фізики надпровідності

Тема 1. Основні властивості низькотемпературних надпровідників.

Основні експериментальні факти про електромагнітні, теплові та структурні властивості надпровідників. Термодинаміка надпровідників (2 год.).

Тема 2. Локальна теорія надпровідників.

Теорія Лондонів та її квантове узагальнення. Феноменологічна лінійна електродинаміка надпровідників (2 год.).

Тема 3. Мікроскопічна теорія надпровідності.

Елементи мікроскопічної теорії надпровідності Бардина-Купера-Шриффера. Електрон-фононна взаємодія та феномен створення куперівських пар. Основний стан надпровідника та його спектр елементарних збуджень (3 год.).

Тема 4. Феноменологічна теорія надпровідності Гінзбурга-Ландау.

Рівняння теорії Гінзбурга-Ландау. Характерні масштаби довжини в надпровідниках та ефект близкості. Енергія межі розділу між нормальною та надпровідниковою фазами. Критичне поле та критичний струм тонкої плівки (3 год.).

Тема 5. Слабка надпровідність.

Феномен слабкої надпровідності. Стаціонарний і нестаціонарний ефект Джозефсона. Рівняння Ферелла-Прейнджа. Джозефсонівські вихори (3 год.).

Тема 6. Надпровідники другого роду.

Основи теорії Абрикосова. Магнітні властивості надпровідників другого роду. Взаємодія вихорів Абрикосова з транспортним струмом і з центрами піннінга (2 год.).

Розділ II. Квантові рідини**Тема 7. Природа квантових рідин. Надплинність рідкого He – II та критерій надплинності Ландау. Теорія надплинності Ландау та елементарні збудження в He – II (фонони та ротони)**

Основні модельні уявлення про квантові бозе-фермі-рідини. Основні властивості He⁴. Діаграма стану гелію. Фазовий перехід в рідкому гелії, He – I та He – II. Теорія надплинності Ландау (2 год.).

Тема 8. Двохрідинна модель руху He – II та його термодинамічні характеристики. Експерименти, що підтверджують справедливість двухрідинної моделі He – II (2 год.).**Тема 9. Гідродинаміка надплинного He – II та розповсюдження в ньому низкочастотних звукових хвиль. Розповсюдження звукових хвиль (1-го, 2-го, 3-го, 4-го та 5-го типів) в надплинному He – II (3 год.).****Тема 10. Течія надплинної компоненти He – II в тонких плівках та каналах (2 год.).****Тема 11. Конденсація Бозе-Ейнштейна та надплинність He – II. Конденсація Бозе-Ейнштейна та природа надплинності He – II. Рівняння Ейлера для надплинної та нормальної компонент He – II (3 год.).****Тема 12. Квантовані вихорі в рідкому He – II.**

Динаміка прямолінійних вихрових нитей в рідкому He – II, що обертається. Динаміка квантованих вихрових кілець при течії рідкого He – II крізь капілярні трубки. (3 год.)

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ I. Основи фізики надпровідності												
Разом за розділом 1	95	15				80						
Розділ II. Квантові рідини												
Разом за розділом 2	85	15				70						

Разом годин	180	30				150						
--------------------	-----	----	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--

4. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Самостійне опрацювання навчально-методичних посібників та вивчення матеріалу за темами 1 розділу. Виконання індивідуального завдання стосовно, що стосується 1 розділу.	80
2	Самостійне опрацювання навчально-методичних посібників та вивчення матеріалу за темами 2 розділу. Виконання індивідуального завдання, що стосується 2 розділу.	70
	Разом	150

5. Індивідуальні завдання

1. Виконання індивідуального завдання, що стосується 1 розділу: підготовка розгорнутого проекту плану додаткової програми фахової підготовки.

2. Виконання індивідуального завдання, що стосується 2 розділу: підготовка до фахового екзамену та огляду сучасних методів експериментальних досліджень.

6. Методи контролю

Поточний та семестровий підсумковий контроль: залік

7. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання, залікова робота				Сума
Розділ 1	Розділ 2	Індивідуальне завдання	Залікова робота	
T1÷T6	T7÷T12	15	45	
20	20			
				100

T1, T2 ... – теми розділів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

- Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводников. М. : «Наука», Гл. ред. физ.-мат. лит.; 1971. – 320 с.

2. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводников. Изд. 2-е. испр. и доп. Рязановым В.В. и Фейгельманом М.В. М.: МЦНМО, 2000. – 388 с.
3. Абрикосов А.А. Основы теории металлов. Учебное руководство. М.: «Наука», Гл. ред. физ.-мат. лит.; 1987. – 520 с.
4. Локтев В.М. Лекції з фізики надпровідників. Київ, 2008. – 276 с.
5. Свідзинський А.В., Вілігурський О.М. Лекції з фізики надпровідності. Луцьк: РВВ «Вежа» Волинського держ. ун-ту, 2003. – 82 с.
6. Пашицкий Э.А. Основы теории сверхпроводимости. Киев: «вища школа». Головное изд-во, 1985. – 103 с.
7. Шкловский В.А., Добровольский А.В. Пиннинг и динамика вихрей в сверхпроводниках. Учебное пособие. Харьков: ХНУ, 2015. – 120 с.
8. Тилли Д.Р., Тилли Дж. Сверхтекучесть и сверхпроводимость. М.: «Мир», 1977. – 304 с.
9. Роуз-Инс А., Родерик Е. Введение в физику сверхпроводимости. М.: «Мир», 1972. – 272 с.
10. Линтон Э. Сверхпроводимость. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: «Мир», 1971. – 262 с.
11. Буккель В. Сверхпроводимость. Основы и приложения. М.: «Мир», 1975. – 366 с.
12. Тинкхам М. Введение в сверхпроводимость. М.: «Атомиздат», 1980. – 310 с.
13. Де Жен П. Сверхпроводимость металлов и сплавов. М.: «Мир». 1968. – 280 с.
14. Сан-Жам Д., Сарма Г., Томас Е. Сверхпроводимость второго рода. М.: «Мир». 1970. – 364 с.
15. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Теоретическая физика: Учебное пособие в 10-ти томах. Т. 9. Теория конденсированного состояния. М.: «Наука». Гл. ред. физ.-мат. лит.; 1978. – 448 с.
16. Балла Д.Д., Білецький В.І., Бондаренко О.В. Основи фізики квантових рідин. Навчальний посібник. Харків: ХНУ, 2005. – 85 с.
17. Халатников И.М. Теория сверхтекучести. М.: «Наука», Гл. ред. физ.-мат. лит.; 1971. – 320 с.
18. Паттерман С. Гидродинамика сверхтекучей жидкости. М.: «Мир», 1978. – 520 с.
19. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие в 10-ти томах. Т. 6. Гидродинамика. 4-е изд., стереот. М.: «Наука». Гл. ред. физ.-мат. лит.; 1988. – 736 с.
20. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Теоретическая физика: Учебное пособие в 10-ти томах. Т. 9. Теория конденсированного состояния. М.: «Наука». Гл. ред. физ.-мат. лит.; 1978. – 448 с.
21. Капица П.Л. Научные труды. Физика и техника низких температур. М.: «Наука», 1989.
22. Андроникашвили Э.Л., Мамаладзе Ю.Г., Цакадзе Дж.С., Цакдзе С. Дж. Физика сверхтекучего гелия. Книга 1. Явление сверхтекучести и основные свойства гелия II. Тбилиси: «Мецниереба», 1990. – 188с.
23. Андроникашвили Э.Л., Мамаладзе Ю.Г., Цакадзе Дж.С. Дж. Физика сверхтекучего гелия. Книга 2. Квантованные вихри вращение сверхтекучей жидкости. Тбилиси: «Мецниереба», 1978. – 185с
24. Кондратьев А.С., Кучма А.Е. Лекции по теории квантовых жидкостей. Учебное пособие. Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1989. – 264 с.
25. Фейнман Р. Статистическая механика. Курс лекций. Изд 2-е. М.: «Мир», 1978. – 407 с.