

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

“ _____ ” _____ 20__ р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Динаміка вихорів і пінінг у надпровідниках II роду

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність (напрямок) _____ 104 - фізика та астрономія _____

спеціалізація _____ фізика _____

факультет _____ фізичний _____

2016/ 2017 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету (інституту, центру)

“ 29 ” _____ серпня _____ 2016 року, протокол № 9

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Шкловський Валерій Олександрович, докт. ф.-м. наук, професор

Програму схвалено на засіданні кафедри

_____ теоретичної фізики імені академіка. М. Ліфшиця _____

Протокол від “ 2 ” _____ липня _____ 2016 року протокол № 7

Завідувач кафедри теоретичної фізики академіка. М. Ліфшиця _____

_____ (Рашба Г.І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією

_____ фізичного факультету _____
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 29 ” _____ вересня _____ 2016 року № 6

Голова методичної комісії _____

_____ Макаровський М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Динаміка вихорів і пінінг у надпровідниках II роду» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки магістр
напряму підготовки 6.040203 – фізика,
спеціальності 8.04020301 – фізика.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є як традиційні, так і нові аспекти фізики пінінга та динаміки вихорів у надпровідниках другого роду.

Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

Розділ 1. «Динаміка вихорів і пінінг у надпровідниках II роду»

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Пінінг і динаміка вихорів у надпровідниках II роду». є отримання теоретичних знань в галузі вивчення резистивних властивостей надпровідникових металів при низьких температурах.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Пінінг і динаміка вихорів у надпровідниках II роду» є сформулювати у студентів фізичні уявлення щодо основних теоретичних положень які обумовлюють резистивні властивості надпровідників другого роду при низьких температурах, а також розглянути основні експериментальні факти, які підтвердили теоретичні ідеї у цій галузі фізики надпровідності. Ознайомити студентів з практичним використанням вказаних ефектів у мікро- і наноелектроніці.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

знати: статистичні особливості, термодинамічні і кінетичні властивості металів при низьких температурах обумовлені вільними електронами, та основні факти електродинаміки.

вміти: вести та самостійно доповнювати конспекти лекцій, опрацьовувати як навчальну так і спеціальну фахову у тому рахунку і періодичну наукову літературу, здійснювати самоконтроль якості засвоєння теоретичних знань з використанням тестів.

2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань (предметна область), напрям, спеціальність, рівень вищої освіти / освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 1.5	Галузь знань (предметна область) <u>Фізика</u>	за вибором студента	
Індивідуальне завдання (назва)	Напрямок: <u>Фізика</u>	Рік підготовки	
		5-й	-й
Загальна кількість годин 54	Спеціальність: <u>фізика</u>	Семестр	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 1		Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) <u>Магістр</u>	1-й
	Лекції		
	36 год.		год.
	Практичні, семінарські		
	0 год.		год.
	Лабораторні		
	год.		год.
	Самостійна робота		
	18 год.		год.
	Індивідуальні завдання:		
	год.		
	Вид контролю:		
екзамен			

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

для денної форми навчання – 200%

для заочної форми навчання –

3. Виклад змісту навчальної дисципліни

Розділ 1. «Динаміка вихорів і пінінг у надпровідниках II роду»

Тема 1. Загальна характеристика предмета курсу.

Тема 2. Основні експериментальні факти з надпровідності.

Тема 3. Дворідинна модель надпровідника і довжина когерентності.

Тема 4. Рівняння Лондонів і глибина проникнення магнітного поля.

Тема 5. Поверхнева енергія N-S межі. Надпровідники першого та другого роду.

Тема 6. Вихор та його властивості: статичні властивості вихорів – енергія і магнітний момент вихра, магнітне поле вихра. Взаємодія вихорів поміж собою, взаємодія вихра з поверхнею надпровідника.

Тема 7. Динамічні властивості вихорів, дисипація енергії для вихра що рухається, сила Лоренца і в'язка сила.

Тема 8. Ефект Холла. Розв'язання рівняння для швидкості вихра з урахуванням ефекту Холла. Поздовжна і холлівська напруга – їх парність по відношенню до інверсії магнітного поля. Кут Холла.

Тема 15.		2			3						
Тема 16.		2									
Тема 17.		2									
Тема 18.		2			3						
Разом за розділом		36			18						
Усього годин		36			18						

5. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Форма контролю
1	Довжина когерентності і глибина проникнення магнітного поля	3	опитування
2	Сили, що виникають при русі вихорів	3	опитування
3	Ефект Холла у нормальних металах і надпровідниках	3	опитування
4	Фізична природа пінінга	3	опитування
5	Визначення параметрів спінінга з ВАХ зразків	3	опитування
6	Вплив точкових і плоских дефектів на пінінг	3	опитування
	Разом	18	

7. Індивідуальні завдання

8. Методи навчання: лекції, самостійні завдання.

9. Методи контролю: поточний контроль, контрольні роботи, екзамен.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Підсумковий семестровий контроль Розділ 1 (екзамен)	Сума
100	100

Шкала оцінювання

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

11. Рекомендоване методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Навчальні посібники, монографії, наукові статті.
3. Мультимедійні презентації деяких лекцій.

Базова література

1. В. В. Шмидт. Введение в физику сверхпроводников. — М.: Наука, 1982г.
2. А. А. Абрикосов. Основы теории металлов.— М.: Наука, 1987 г.
3. М. Tinkham. Introduction to superconductivity, second edition, 1996.
4. G. Blatter, M. V. Feigel'man, V. B. Geshkenbein, A. I. Larkin, V. M. Vinokur. Vortices in high-temperature superconductors. Review of Modern Physics, 66(1994), pp. 1125-1388.
5. А. И. Ларкин. Влияние неоднородностей на структуру смешанного состояния сверхпроводников. Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики, 58(1970), с. 1467.
6. А. I. Larkin, Yu. N. Ovchinnikov. Introduction in Nonequilibrium Superconductivity, edited by D. N. Langenberg and A. I. Larkin (Elsevier, Amsterdam, 1986), p. 493.
7. А. I. Larkin, Yu. N. Ovchinnikov. Journal of Low Temperature Physics, 34(1979), p. 409.
8. G. Blatter, V. B. Geshkenbein, J. A. G. Koopmann. Weak to Strong Pinning Crossover, Physical Review Letters, 92(2004), p. 67009.
9. W. K. Kwok, U. Welp, G. W. Crabtree et al. Direct observation of dissipative flux motion and pinning by twin boundaries in Y Ba₂Cu₃O_{7-δ} single crystals, Physical Review Letters, 64(1990), pp. 996-999.
10. G. Blatter, J. Rhyner, V. M. Vinokur. Vortex pinning by twin boundaries in copper oxide superconductors. Physical Review B, 43(1991), pp. 7826-7830.
11. М. А. Obolenskij. A. V. Bondarenko, M. G. Revyakina, V. A. Shklovskij. Critical current anisotropy at the vortices pinning on twins

in Y Ba₂Cu₃O_{7-δ} single crystals. Superconductivity, Physics, Chemistry and Technology, 7(1994), pp. 43-47.

12. V. A. Shklovskij. Nonlinear flux creep resistivity and anisotropy of transport critical current in Y BaCuO single crystals with unidirected twins. Physica C, 235-240(1994), pp. 3051-3052.

Допоміжна література

1. В.О.Шкловский, О.В.Добровольський. «Пінінг і динаміка вихорів у надпровідниках». Харків .: ХНУ імені В. Н. Каразіна. – 2015 - 120с.

Інформаційні ресурси (вихори у надпровідниках - google)

1. https://uk.wikipedia.org/wiki/Надпровідники_II_роду[Translate this page](#)
Надпровідники II роду — тип надп іпровідників, в які магнітне поле може частково ... в надпровідник локально у вигляді вихорів Абрикосова, в серцевині яких ..
2. sec.bitp.kiev.ua/.../geshkenbein-vortices-in-supercond...[Translate this page](#)
Jun 18, 2012 - «Вихори у надпровідниках». Дмитро Гешкенбейн. 11–23 березня. Теорія Гінзбурга-Ландау, надпровідники I і II типу. Вихори Абрикосова ...
3. <https://docs.google.com/document/d/...9UVdjecszBdCeYHg/edit?hl=en...>
Фізичний факультет. Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Науково-освітній центр. Інституту теоретичної фізики імені М.М.Боголюбова.