

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФТД.04 ФИЗИКА СВЕРХПРОВОДИМОСТИ

Направление подготовки (специальность) 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Профиль подготовки (специализация)

Форма обучения очная

Год набора 2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили
доцент, к.ф.-м.н. П.П.Турчин

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины:

Получение студентами необходимых знаний в области физических свойств сверхпроводников, что включает в себя знания классической низкотемпературной сверхпроводимости и новейших знаний в области высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП).

1.2 Задачи изучения дисциплины:

Формирование у студентов базовых знаний в области физических свойств сверхпроводников и экспериментальных методов их изучения.

В результате изучения дисциплины студент должен обладать способностью использовать полученные базовые практические знания для решения различных физических задач, применять на практике современные методики изучения физических свойств твердых тел.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы высшего образования:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен разрабатывать и применять новые материалы, исследовать их структуру и свойства	
ПК-3.1 Планирует процессы получения материалов и исследования их свойств	знать физические свойства сверхпроводников и экспериментальные методы их изучения; владеть навыками анализа достижений в области высокотемпературной сверхпроводимости.

Дисциплина реализуется без применения ЭО и ДОТ

2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		11
Общая трудоемкость дисциплины	2 (72)	2 (72)
Контактная работа с преподавателем:	1 (36)	1 (36)
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
Самостоятельная работа обучающихся	1 (36)	1 (36)
Вид промежуточной аттестации (Зачет)		Зачёт

3 Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Вид работ	Темы занятия	Объем часов	Семестр /курс	Часы в эл. формате
1.	Лек	Введение в курс. Открытие явления сверхпроводимости, основные экспериментальные факты, терминология: критический ток, поле, температура.	4	11	
2.	Лек	Эффект Мейснера. Электрон-фононное взаимодействие и куперовские пары. Энергетическая щель в сверхпроводниках. Поверхность Ферми сверхпроводников.	2	11	
3.	Лек	Термодинамика и тепловые свойства сверхпроводников. Устойчивость сверхпроводящего состояния. Удельная теплоемкость. Влияние давления на сверхпроводящее состояние. Теплопроводность.	2	11	
4.	Лек	Сверхпроводники в магнитном поле. Сверхпроводники I и II рода. Критические токи в сверхпроводниках I и II рода. Сверхпроводники III рода. Центры пиннинга. Граница сверхпроводника с нормальным металлом. Эффект близости, андреевское отражение.	2	11	
5.	Лек	Эффект Джозефсона. Туннельный контакт. Джозефсоновские контакты с прослойкой из нормального металла и полупроводника. Вольт-амперные характеристики джозефсоновских контактов. Практические применения эффекта Джозефсона. Высокотемпературная сверхпроводимость (ВТСП). Основные характеристики высокотемпературных сверхпроводников	2	11	
6.	Лек	Высокотемпературная сверхпроводимость (ВТСП). Основные характеристики высокотемпературных сверхпроводников.	2	11	
7.	Лек	Поликристаллические ВТСП и особенности их транспортных характеристик.	2	11	
8.	Лек	Проблемы теоретического описания высокотемпературной сверхпроводимости и проблемы практического применения ВТСП	2	11	
9.	Пр	Введение в курс. Открытие явления сверхпроводимости, основные экспериментальные факты, терминология: критический ток, поле, температура.	4	11	
10.	Пр	Эффект Мейснера. Электрон-фононное взаимодействие и куперовские пары. Энергетическая щель в сверхпроводниках. Поверхность Ферми сверхпроводников.	2	11	
11.	Пр	Термодинамика и тепловые свойства сверхпроводников. Устойчивость сверхпроводящего состояния. Удельная теплоемкость. Влияние давления на сверхпроводящее состояние. Теплопроводность.	2	11	
12.	Пр	Эффект Джозефсона. Туннельный контакт. Джозефсоновские контакты с прослойкой из нормального металла и полупроводника. Вольт-амперные характеристики джозефсоновских контактов. Практические применения эффекта Джозефсона.	2	11	
13.	Пр	Сверхпроводники в магнитном поле. Сверхпроводники I и II рода. Критические токи в сверхпроводниках I и II рода. Сверхпроводники III рода. Центры пиннинга. Граница сверхпроводника с нормальным металлом. Эффект близости, андреевское отражение.	2	11	
14.	Пр	Высокотемпературная сверхпроводимость (ВТСП). Основные характеристики высокотемпературных сверхпроводников	2	11	
15.	Пр	Поликристаллические ВТСП и особенности их транспортных характеристик.	2	11	
16.	Пр	Проблемы теоретического описания высокотемпературной сверхпроводимости и проблемы практического применения ВТСП	2	11	
17.	Ср	Самостоятельная работа	36	11	
18.	Зачёт	Зачет		11	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Буккель В., Алексеевский Н. Е. Сверхпроводимость. Основы и приложения: перевод с немецкого. - Москва: Мир, 1975. - 366 с..
2. Изюмов Ю. А., Курмаев Э. З. Высокотемпературные сверхпроводники на основе FeAs-соединений: монография. - Москва: Регулярная и хаотическая динамика, 2010. - 334 с..
3. Рабе К. М., Ан Ч. Г., Трискон Ж.-М., Струков Б. А., Лебедев А. И. Физика сегнетоэлектриков: современный взгляд. - Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011. - 440 с..
4. Абрикосов А. А., Фальковский Л. А. Основы теории металлов [Электронный ресурс]:. - Москва: Физматлит, 2010. - 598, [2] с., [1] л. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=2093 .
5. Шамрай В. Ф. Vi-ВТСП: структура и сверхпроводимость [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2011. - 64 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=75920 .
6. Кулик И. О., Янсон И. К. Эффект Джозефсона в сверхпроводящих туннельных структурах: монография. - Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1970. - 272 с..
7. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Теоретическая физика: Т. 5. Статистическая физика [Электронный ресурс]: в 10 томах : учебное пособие для физических специальностей университетов. - Москва: Международная академическая издательская компания [МАИК] "Наука", 2002. - 616 с. – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b22/0090384.pdf> .
8. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела [Электронный ресурс]:. - Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978. - – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b22/0063648.pdf> .
9. Шриффер Д., Киржниц Д. А. Теория сверхпроводимости: перевод с английского. - Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1970. - 311 с..
10. Шнайдер Т., Зингер Дж. М., Абдулвагидов Ш. Б., Камиллов И. К. Фазовые переходы и высокотемпературная сверхпроводимость: универсальные свойства купратных сверхпроводников. - Махачкала: Изд-во Ин-та физики Дагест. науч. центра РАН, 2007. - 498 с..
11. Ушаков А. В., Карпов И. В., Лепешев А. А., Лямкин А. И., Жарков С. М. Вакуумно-дуговой синтез гранулярных высокотемпературных сверхпроводников [Электронный ресурс]: монография. - Красноярск: СФУ, 2020. - 209 с. – Режим доступа: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/b22/i-285644.pdf> .

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Microsoft Windows Professional 10 Russian. Операционная система Windows.
2. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian. Офисный пакет Microsoft Office.
3. Adobe Acrobat Reader DC . Программное обеспечение для просмотра и печати файлов PDF.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Поисковая машина электронных книг <http://www.poiskknig.ru>
2. Файловый архив для студентов <http://www.studfiles.ru>
3. Библиотечно-издательский комплекс СФУ <https://bik.sfu-kras.ru/elib/databases>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/project_user_tools.asp?

5 Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств является приложением к рабочей программе дисциплины (модуля), хранится на кафедре, обеспечивающей преподавание данной дисциплины (модуля).

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

учебная аудитория для проведения лекционных, семинарских и практических занятий: Специализированная мебель, демонстрационное оборудование, АРМ преподавателя, подключение к сети «Интернет» и индивидуальный неограниченный доступ в ЭИОС университета

помещение для самостоятельной работы обучающихся: специализированная мебель, демонстрационное оборудование, АРМ преподавателя, АРМ обучающихся, подключение к сети «Интернет» и индивидуальный неограниченный доступ в ЭИОС университета

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

По дисциплине (модулю)/ практике ФТД.04 Физика сверхпроводимости

Направление подготовки/специальность

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Образовательная программа

03.05.02.30 Фундаментальная и прикладная физика

Красноярск 2024

1. Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения, соотнесенных с результатами обучения по дисциплине (модулю), практики и оценочными средствами

Семестр ¹	Код и содержание индикатора компетенции	Результаты обучения ²	Оценочные средства ³
ПК-3: Способен разрабатывать и применять новые материалы, исследовать их структуру и свойства			
11	ПК-3.1: Планирует процессы получения материалов и исследования их свойств	знать физические свойства сверхпроводников и экспериментальные методы их изучения	Реферат Контрольные вопросы к зачету
		владеть навыками анализа достижений в области высокотемпературной сверхпроводимости	Реферат Контрольные вопросы к зачету

2. Типовые оценочные средства или иные материалы, с описанием шкал оценивания и методическими материалами, определяющими процедуру проведения и оценивания достижения результатов обучения

Примерные темы рефератов:

1. Основные свойства сверхпроводников: теория и эксперимент - обзор ключевых характеристик сверхпроводников и их экспериментальное подтверждение.
2. Механизм сверхпроводимости: от теории БКШ до современных моделей - анализ теории БКШ (Бардена, Купера и Шифра) и ее развитие в контексте новых моделей.
3. Типы сверхпроводников: низкотемпературные и высокотемпературные - сравнение низкотемпературных и высокотемпературных сверхпроводников, их свойства и практическое применение.
4. Критические температуры и критические поля сверхпроводников - изучение факторов, влияющих на критическую температуру и критическое магнитное поле.
5. Применение сверхпроводимости в современном мире - обзор применения сверхпроводников в медицине (МРТ), энергетике и транспорте (маглев).

¹ Семестры указываются по порядку, для каждого индикатора

² Указываются результаты обучения по дисциплине (модулю), практике, соотнесенные с индикатором достижения компетенции.

³ Указываются оценочные средства для каждого индикатора.

6. Сверхпроводники на основе железа и их уникальные свойства - исследование железосодержащих сверхпроводников и их особенностей.
7. Влияние магнитных полей на сверхпроводимость - как магнитные поля влияют на свойства сверхпроводников и изучение явления квантового перехода.
8. Сверхпроводящие квантовые интерференционные устройства (SQUID) - принципы работы и применение SQUID в науке и технике.
9. Будущее сверхпроводимости: перспективы и новые материалы - анализ последних достижений в области суперкондуктивных материалов и потенциальных направлений исследований.
10. Наноструктуры и их роль в создании новых сверхпроводников - исследование влияния нанотехнологий на свойства и разработку новых сверхпроводников.

Методические рекомендации по подготовке реферата:

Написание реферата — это важный процесс, который помогает усвоить материал, развить аналитические и исследовательские навыки. Ниже приведены методические рекомендации, которые могут помочь в этом:

1. Выбор темы

- Актуальность: Выбирайте тему, которая интересует вас и имеет смысл в контексте учебного курса или современности.
- Специфика: Уточняйте и конкретизируйте тему, чтобы не охватывать слишком широкий пласт информации.

2. Сбор информации

- Источники: Используйте разнообразные источники: книги, научные статьи, интернет-ресурсы, учебники.
- Критический подход: Оценивайте достоверность и актуальность информации, обращая внимание на авторитетность источников.

3. Структура реферата

- Титульный лист: Указывайте название работы, ФИО, учебное заведение, дисциплину и дату.
- Содержание: Составьте оглавление, чтобы читатель мог легко ориентироваться в работе.
- Введение: Ознакомьте с темой, обоснуйте ее актуальность и поставьте цели и задачи.
- Основная часть: Разделите на логические главы и подразделы. Освещайте ключевые аспекты темы, приводите примеры и аргументы.
- Заключение: Подведите итоги работы, сделайте выводы и предложения по дальнейшему изучению темы.
- Список использованных источников: Перечислите все источники, на которые вы опирались при написании реферата, в соответствующем формате.

4. Стиль и язык

- Ясность и точность: Используйте простой и понятный язык, избегайте избыточной терминологии без объяснения.

- Логичность: Структурируйте мысли так, чтобы они следовали одна из другой, создавая логическую цепочку.

5. Оформление

- Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями Стандарта университета «Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности» [Электронный ресурс] / Красноярск: СФУ, 2021, СТУ 7.5-07-2021, <http://www.sfu-kras.ru/node/8127>

6. Проверка и редактирование

- Корректурa: Проверьте работу на наличие грамматических, орфографических и стилистических ошибок.

- Чтение вслух: Прочитайте текст вслух — это поможет выявить неясности и трудные для восприятия места.

7. Временные рамки

- Планирование: Определите срок написания реферата и распределите задания по времени: поиск информации, написание черновика, исправление и оформление.

Реферат можно сдать по мере готовности в течение семестра. Без сдачи реферата студент не допускается к зачету.

Критерии оценки реферата:

«Зачтено» за реферат выставляется обучающемуся, если:

1. Содержание реферата в целом соответствует теме задания.
2. Продемонстрировано владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины. Продемонстрировано умение аргументированно излагать собственную точку зрения. Изложение отчасти сопровождается адекватными иллюстрациями (примерами) из практики.
3. Реферат в достаточной степени структурирован и выстроен в заданной логике без нарушений общего смысла. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем ответа незначительно превышает заданные рамки при сохранении смысла.
4. Достаточная степень самостоятельности, оригинальность в представлении материала.

«Не зачтено» выставляется обучающемуся, если:

1. Содержание реферата не соответствует теме задания или соответствует ему в очень малой степени. Продемонстрировано крайне низкое (отрывочное) знание фактического материала, много фактических ошибок – практически все факты (данные) либо искажены, либо неверны.
2. Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-

терминологическим аппаратом дисциплины (неуместность употребления, неверные аббревиатуры, искаженное толкование и т.д.), присутствуют многочисленные ошибки в употреблении терминов.

3. Реферат представляет собой сплошной текст без структурирования, нарушена заданная логика. Части реферата не взаимосвязаны логически.

Контрольные вопросы к зачету:

1. Открытие явления сверхпроводимости, основные экспериментальные факты, терминология: критический ток, поле, температура.
2. Эффект Мейснера.
3. Электрон-фононное взаимодействие и куперовские пары. Энергетическая щель в сверхпроводниках. Поверхность Ферми сверхпроводников.
4. Термодинамика и тепловые свойства сверхпроводников. Устойчивость сверхпроводящего состояния. Удельная теплоемкость. Влияние давления на сверхпроводящее состояние. Теплопроводность.
5. Сверхпроводники в магнитном поле. Сверхпроводники I и II рода. Критические токи в сверхпроводниках I и II рода. Сверхпроводники III рода. Центры пиннинга. Граница сверхпроводника с нормальным металлом. Эффект близости, андреевское отражение.
6. Эффект Джозефсона. Туннельный контакт. Джозефсоновские контакты с прослойкой из нормального металла и полупроводника.
7. Вольт-амперные характеристики джозефсоновских контактов. Практические применения эффекта Джозефсона.
8. Высокотемпературная сверхпроводимость (ВТСП). Основные характеристики высокотемпературных сверхпроводников.
9. Поликристаллические ВТСП и особенности их транспортных характеристик.
10. Проблемы теоретического описания высокотемпературной сверхпроводимости и проблемы практического применения ВТСП.

Методические рекомендации к зачету:

Для допуска к зачету необходимо получить «зачтено» за реферат и предоставить конспекты лекций. Форма проведения зачета - устный опрос по билетам. В билет включаются два теоретических вопроса из разных разделов программы.

Критерии оценки зачета:

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если в ответе верно изложено не менее 50 % материала и не допущено существенных неточностей;

оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части (более 50 %) программного материала и допускает существенные ошибки.

Разработчик



К.А.Шайхутдинов