

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Теория некристаллических сред М1.ДВ.4

Направление подготовки: 011200.68 - Физика

Профиль подготовки: Теоретическая и математическая физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Белов С.И.

**Рецензент(ы):**

Кутузов А.С.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Прошин Ю. Н.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201\_\_\_\_г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201\_\_\_\_г

Регистрационный № 632114

Казань

2014

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Белов С.И. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Sergei.Belov@kpfu.ru

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины "Теория некристаллических сред" являются изучение основ и приложений современной теории критических явлений

## **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.ДВ.4 Общенаучный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: квантовая теория, статистическая физика, квантовая теория твердого тела. Освоение дисциплины необходимо для изучения дисциплин, связанных с физикой конденсированного состояния и для успешной профессиональной деятельности

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой)
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность использовать свободное владение профессионально-профицированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

способы квантового описания систем многих частиц

2. должен уметь:

применять концепцию элементарных возбуждений для описания основных характеристик явлений сверхтекучести, сверхпроводимости и магнетизма

3. должен владеть:

навыками приближенного решения задачи об энергетическом спектре элементарных возбуждений

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к дальнейшему обучению

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Теория Ландау фазовых переходов.	3	1	2	2	0	устный опрос домашнее задание
2.	Тема 2. Флуктуации параметра порядка.	3	1-2	2	2	0	устный опрос
3.	Тема 3. Гипотеза подобия и масштабные преобразования.	3	3-4	2	2	0	устный опрос
4.	Тема 4. Ренормализационная группа.	3	5-7	4	4	0	домашнее задание
5.	Тема 5. Простейшие примеры вычисления критических показателей.	3	8-10	4	4	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Итого			14	14	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Теория Ландау фазовых переходов.

#### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Фазовые переходы. Параметры порядка. Критические показатели. Переходы 1-го и 2-го рода. Разложение термодинамического потенциала. Условия на коэффициенты разложения. С скачок теплоёмкости.

#### практическое занятие (2 часа(ов)):

Исследование фазового перехода 1-го рода во внешнем поле. С скачок параметра порядка. Стабильные и метастабильные состояния.

### Тема 2. Флуктуации параметра порядка.

#### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Физическая причина нарушения теории Ландау. Гауссово приближение. Критерий Гинзбурга. Корреляционная функция флуктуаций параметра порядка.

#### практическое занятие (2 часа(ов)):

Флуктуационная поправка к теплоемкости при фазовом переходе II рода

### Тема 3. Гипотеза подобия и масштабные преобразования.

#### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Термодинамические величины как обобщенно-однородные функции, соотношения между критическими показателями. Корреляционная длина и гипотеза подобия.

#### практическое занятие (2 часа(ов)):

Масштабное преобразование и анализ размерностей.

### Тема 4. Ренормализационная группа.

#### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Эффективный гамильтониан Гинзбурга-Ландау, преобразование Каданова, блочные гамильтонианы. Неподвижные точки и их устойчивость. Определение ренормализационной группы. Связь ренорм-группы и гипотезы подобия.

#### практическое занятие (4 часа(ов)):

Соотношения между критическими показателями.

### Тема 5. Простейшие примеры вычисления критических показателей.

#### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Гауссова неподвижная точка. Нетривиальная неподвижная точка. Эпсилон-разложение критических показателей.

#### практическое занятие (4 часа(ов)):

Эпсилон-разложение критических показателей для изотропной п-компонентной модели Гинзбурга-Ландау.

## 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1	Тема 1. Теория Ландау					

фазовых переходов.

задания

4

домашнее

## задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Флуктуации параметра порядка.	3	1-2	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
				подготовка к устному опросу	7	устный опрос
3.	Тема 3. Гипотеза подобия и масштабные преобразования.	3	3-4	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
4.	Тема 4. Ренормализационная группа.	3	5-7	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
5.	Тема 5. Простейшие примеры вычисления критических показателей.	3	8-10	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
Итого					44	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курсы лекций и семинарских занятий, организованные по стандартной технологии

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Теория Ландау фазовых переходов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучить влияние внешнего поля на фазовый переход в рамках теории Ландау.

устный опрос , примерные вопросы:

Параметры порядка. Критические показатели. Переходы 1-го и 2-го рода. Фазовый переход как особая точка термодинамических величин. Разложение термодинамического потенциала. Скачок теплоёмкости.

### Тема 2. Флуктуации параметра порядка.

устный опрос , примерные вопросы:

Гауссово приближение. Критерий Гинзбурга. Корреляционная функция флуктуаций параметра порядка.

### Тема 3. Гипотеза подобия и масштабные преобразования.

устный опрос , примерные вопросы:

Термодинамические величины как обобщенно-однородные функции. Соотношения между критическими показателями. Масштабное преобразование.

### Тема 4. Ренормализационная группа.

домашнее задание , примерные вопросы:

Расчет свободной энергии с применением ренормализационной группы

### Тема 5. Простейшие примеры вычисления критических показателей.

контрольная работа , примерные вопросы:

Примеры заданий для контрольной работы: 1. Исследовать фазовый переход 1-го рода во внешнем поле в рамках теории Ландау. 2. Вычислить критические показатели в гауссовом приближении. 3. Вычислить критические показатели для изотропной модели Гинзбурга-Ландау в 1-м порядке теории возмущений.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Регламент БРС:

Устные опросы, домашние задания - 20 баллов

Контрольная работа - 30 баллов

Зачет - 50 баллов

Вопросы к зачету:

1. Фазовые переходы. Параметры порядка. Критические показатели. Переходы 1-го и 2-го рода.
2. Разложение термодинамического потенциала. Условия на коэффициенты разложения. Скачок теплоемкости.
3. Соотношения Эренфеста.
4. Физическая причина нарушения теории Ландау. Флуктуации параметра порядка и их корреляционная функция.
5. Критерий Гинзбурга.
6. Флуктуационная поправка к теплоемкости при фазовом переходе II рода
7. Корреляционная длина и гипотеза подобия. Масштабное преобразование
8. Эффективный гамильтониан Гинзбурга-Ландау, преобразование Каданова, блочные гамильтонианы.
9. Неподвижные точки и их устойчивость.
10. Определение ренормализационной группы. Связь ренорм-группы и гипотезы подобия.
11. Расчет свободной энергии с применением ренормализационной группы
12. Ренормализационная группа в пределе больших  $n$ . Рекурсивная формула Вильсона
13. Гауссова неподвижная точка. Нетривиальная неподвижная точка. Эпсилон-разложение критических показателей.

Компетенции обучающегося, перечисленные в разделе 3 данной программы, приобретаются посредством разбора и проработки лекционного материала, посредством работы во время аудиторных занятий и посредством самостоятельной работы, предусмотренных учебным планом.

### **7.1. Основная литература:**

1. Кочелаев Б.И. Квантовая теория: конспект лекций / Б. И. Кочелаев; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф теорет. физики.-[2-е изд., перераб., доп. и испр.].- Казань: [Казанский университет], 2013.-222 с
2. Еремин, М. В. Микроскопические модели в конденсированных средах/ М. В. Еремин, Учебное пособие. - Казань: Изд. КГУ, 2011, - 113с.  
[http://kpfu.ru/docs/F1043614157/Eremin\\_Posobie\\_2011.doc](http://kpfu.ru/docs/F1043614157/Eremin_Posobie_2011.doc)
3. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела: учебное пособие / Г. И. Епифанов.- Издание 4-е, стереотипное.- Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2011 .- 288 с.: ил.

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Дёминов Р.Г. Электронный транспорт в твёрдых телах. - Казань. - 37с.  
<http://kpfu.ru/docs/F1572935065/ETSS.pdf>

2. Тагиров Л.Р., Кочелаев Б.И., Дёминов Р.Г., Усеинов Н.Х. Приложения двухвременных термодинамических функций Грина в физике твердого тела (Конспект лекций на английском языке). - Казань, 2012. - 101с. [http://kpfu.ru/docs/F237569143/Application\\_of\\_Green\\_functions.pdf](http://kpfu.ru/docs/F237569143/Application_of_Green_functions.pdf)

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Библиотека Library Genesis - <http://gen.lib.rus.ec>

Методические материалы кафедры теоретической физики КФУ - [http://www.kpfu.ru/main\\_page?p\\_sub=8205](http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=8205)

Образовательный проект А.Н. Варгина - <http://www.ph4s.ru>

Поисковик электронных книг - <http://www.poiskknig.ru>

Сайт Научной библиотеки им. Н. И. Лобачевского - <http://kpfu.ru/library>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Теория некристаллических сред" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и других аудиторных занятий с наличием больших досок для письма мелом или маркером.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.68 "Физика" и магистерской программе Теоретическая и математическая физика .

Автор(ы):

Белов С.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Кутузов А.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201\_\_ г.