


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«УДМУРТСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР»
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(УдмФИЦ УрО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор УдмФИЦ УрО РАН,
доктор физико-математических наук


М.Ю. Альес

« 05 » апреля 2018 г.

Рабочая программа дисциплины
«Фазовые переходы»

Направление подготовки
03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль) подготовки
01.04.11 «Физика магнитных явлений»

Квалификация (степень) выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь.

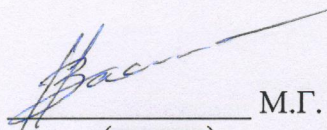
Форма обучения
очная

Ижевск

Рабочая программа сформирована в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» (Приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 № 867), программой-минимум по специальности 01.04.11. «Физика магнитных явлений»; паспортом специальности научных работников 01.04.11. «Физика магнитных явлений»; учебным планом подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (далее УдмФИЦ УрО РАН) по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия».


Составитель рабочей программы:

вед.н.с., д.ф.-м.н.


М.Г. Васин
(подпись)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании Президиума Удмуртского федерального исследовательского центра УрО РАН.

Протокол № 7 от 03.09 2018 г.ъ

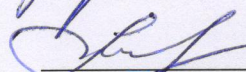
Глав.ученый секретарь  Поздеев И.Л.
(подпись)

Согласовано:

Зам. директора по научной работе, д.ф.-м.н.


В.Ю. Трубицын
(подпись)

Зав. аспирантурой, к.ф.-м.н.


М.Ю. Лебедева
(подпись)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель - формирование у обучающихся теоретических знаний о природе фазовых переходов и других структурно-фазовых превращений в конденсированных системах.

Задачи:

- Ознакомить обучающихся с основными принципами статистической механики и классификацией фазовых переходов в конденсированных системах.
- Дать углубленные представления о современных методах теоретического описания фазовых переходов в конденсированных системах.
- Познакомить обучающихся со статическим и динамическим подходами к описанию фазовых переходов в конденсированных системах.
- Научить обучающихся применять полученные знания на практике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Фазовые переходы» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», направленность 01.04.11 «Физика магнитных явлений». Дисциплина необходима при подготовке выпускной квалификационной работы аспиранта и подготовке к сдаче кандидатского экзамена. Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой естественнонаучной подготовкой и навыками владения современными компьютерными средствами. Обучаемый должен обладать навыками аналитического и численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, алгебраических уравнений, а также владеть основными понятиями теории функций комплексной переменной, теории твердого тела и статистической физики. Дисциплина изучается на 3 курсе аспирантуры после освоения аспирантами профильных дисциплин вариативной части.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

По итогам изучения дисциплины аспирант должен обладать следующими компетенциями:

Общепрофессиональные компетенции:

Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1).

Профессиональные компетенции:

Способность проводить самостоятельные исследования в области физики магнитных явлений, владеть современными методами физического эксперимента, а также способностью анализировать экспериментальные данные (ПК-1).

В результате освоения дисциплины аспирант должен

Знать:

- современные достижения, проблемы и методологию теоретических и экспериментальных работ в области научных интересов 31(ОПК-1);
- методы анализа и обработки данных, необходимых для проведения научных исследований 35(ОПК-1);
- современные представления о природе магнитных явлений и их связи с другими физическими явлениями, фундаментальные законы электрических и магнитных явлений, магнитные свой-

ства различных классов веществ, фазовые переходы при внешних воздействиях, методы их теоретического описания З1(ПК-1).

Уметь

- оценивать современное состояние исследований, анализировать известные результаты в области научных интересов У1(ОПК-1);
- применять базовые знания и методы физики магнитных явлений и физики конденсированного состояния в научных исследованиях У2 (ПК-1);
- выбирать и применять адекватные расчетно-теоретические методы, представлять математическое описание явлений У3(ПК-1);
- самостоятельно выполнять экспериментальные, вычислительные (расчетные) физические исследования с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств У4(ОПК-1).

Владеть:

- современным состоянием исследований, методами и подходами решения научных задач в области научных интересов В1(ОПК-1);
- научной терминологией, понятийным аппаратом, основами математического описания магнитных явлений В1(ПК-1);
- способностью самостоятельно с применением современных компьютерных технологий собирать, анализировать, обобщать и систематизировать результаты физических исследований В6(ОПК-1).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 академических часа.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Аудиторные занятия:	40
лекции	36
практические занятия (ПЗ)	4
семинарские занятия (СЗ)	-
Самостоятельная работа и (или) другие виды самостоятельной работы (СР):	68
Вид промежуточного контроля (зачет, экзамен)	Зачёт 36

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

Наименование раздела дисциплины	Общая трудоемкость в часах	Лекции	ПР	СР
Вводное занятие	6	2	0	4
Метод молекулярного поля	12	4	0	8
Феноменологическая теория Гинзбурга-Ландау	12	4	0	8
Флуктуационная теория фазовых переходов	12	4	0	8
Функциональная диаграммная техника квантовой теории поля	18	6	2	10
Функциональные методы неравновесной динамики	18	6	2	10
Критическая динамика	18	6	0	12

Фазовые переходы I рода	12	4	0	8
Вид промежуточного контроля (зачет)	36			
Итого	144	36	4	68

5.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Вводное занятие	Основные принципы статистической механики, основные понятия: фазовые переходы, параметр порядка. Связь параметра порядка с симметрией. Критические индексы. Фазовые переходы I порядка. Фазовые переходы II порядка.
2	Метод молекулярного поля	Магнитные фазовые переходы и теория эффективного молекулярного поля Кюри-Вейса. Статистические модели Изинга, Гейзенберга, Поттса. Модель решеточного газа. Молекулярное поле и теория Гейзенберга магнетизма.
3	Феноменологическая теория Гинзбурга-Ландау	Нарушение локальной симметрии и нарушение эргодичности системы. Разложение термодинамического потенциала по степеням параметра порядка. Условия на коэффициенты разложения. Условия применимости теории Гинзбурга-Ландау. Флуктуации параметра порядка. Критерий Гинзбурга. Флуктуационная поправка к теплоемкости при фазовом переходе II рода.
4	Флуктуационная теория фазовых переходов	Корреляционная длина и гипотеза подобия. Масштабное преобразование и анализ размерностей. Теория Каданова. Блочные гамильтонианы. Метод ренормализационной группы. Неподвижная точка. Ренормализационная группа в пределе больших n . Рекурсивная формула Вильсона. Применение формулы Вильсона к случаю больших n .
5	Функциональная диаграммная техника квантовой теории поля	Универсальная диаграммная техника. Диаграммные представления функций Грина. Неприводимые функции Грина. Тожества Уорда. Введение в теорию перенормировок, стандартные перенормировки в теории ϕ^4 . Анализ УФ-расходимостей и контрчленов в статике. Примитивные и поверхностные расходимости. Методы регуляризации. Ренормализационная группа.
6	Функциональные методы неравновесной динамики	Стандартная форма уравнений стохастической динамики. Сведение стохастической задачи к квантовополевой модели. Метод динамического производящего функционала. Критерий устойчивости системы в стохастической динамике. Келдышевская техника. Функции отклика на внешнее поле. Флуктуационно-диссипативная теорема.
7	Критическая динамика	Общие принципы построения критической динамики. Гипотеза динамического подобия. Канонические размерности в критической динамике. Анализ УФ-расходимостей и контрчленов в критической динамике. Примеры конкретных моделей критической динамики: модели А и В.
8	Фазовые переходы I рода	Кинетика расслоения фаз. Теория Кана-Хильярда. Однофазные и гетерогенные флуктуации. Теория зародышеобразования. Гомоморфный и гетерогенный механизмы зародышеобразования.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Образовательные технологии

Обучение по дисциплине ведётся с применением как традиционных методов (лекции, практические занятия), так и с использованием инновационных подходов: активное участие аспирантов в научных семинарах подразделений УдмФИЦ УрО РАН по профилю подготовки, представление докладов на научной конференции молодых ученых и молодежных научных школах, подготовка научных статей, подготовка презентаций по литературе для дополнительного изучения.

Аудиторные занятия, целью которых является освоение теоретических основ дисциплины, проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного оборудования. Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Практические занятия имеют своей целью освоение расчетно-теоретических методов, используемых при решении задач, развития навыков рационального выбора методов решения, подробное обсуждение отдельных тем дисциплины.

Самостоятельная работа аспирантов подразумевает углубленное освоение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий, подготовку к текущему, промежуточному и итоговому контролю успеваемости. В целях формирования способности к критическому анализу информации и поиску путей решения поставленных задач в дальнейшей профессиональной деятельности используется технология проблемного обучения, требующая значительных временных ресурсов, что предусмотрено структурой дисциплины, и предполагает самостоятельную проработку учебно-проблемных задач аспирантами, выполняемую с привлечением основной и дополнительной литературы; поиск необходимой научно-технической информации в открытых источниках, консультации с преподавателем.

Самостоятельная работа аспирантов осуществляется: в домашних условиях, в читальном зале библиотеки, на персональных рабочих местах аспирантов с доступом к ресурсам «Интернет», в научных подразделениях УдмФИЦ УрО РАН с доступом к лабораторному оборудованию и приборам.

6.2. Основные сведения об электронно-библиотечной системе

Учебная, учебно-методическая и иные библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс, и гарантирует возможность качественного освоения аспирантом образовательной программы.

УдмФИЦ УрО РАН обеспечивает каждого аспиранта основной учебной и учебно-методической литературой, методическими пособиями, необходимыми для организации образовательного процесса по всем дисциплинам лицензируемых образовательных программ, в соответствии с требованиями к основной образовательной программе послевузовского профессионального образования и паспортом специальностей ВАК. Научно-техническая библиотека института удовлетворяет требованиям Примерного положения о формировании фондов библиотеки высшего учебного заведения, утвержденного приказом Минобрнауки России от 27.04.2000 № 1246.

Фонд научно-технической библиотеки насчитывает 56242 (11103) экземпляра книг и журналов. Ежегодно библиотека получает научные, научно-популярные и общественно-политические периодические издания. Формирование фонда библиотеки осуществляется в соответствии с профилем УдмФИЦ УрО РАН, образовательными программами аспирантуры, тематикой научных исследований РАН.

6.3. Основная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. М., Наука, 1976.
2. Абрикосов А.А., Горьков Л.Г., Дзялошинский И.Е. Методы квантовой теории поля в статистической физике. М., Физматгиз, 1962.

3. Основы физики. Курс общ. физики Том 2. Квантовая и статистическая физика. / Белонучкин В.Е., Заикин Д.А., Ципенюк Ю.М., ФИЗМАТЛИТ, 2007, 608 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2201
4. Леонтович М.А. Введение в термодинамику. Статистическая физика, Лань.-2008.-432 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=226
5. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики,
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=692
6. А.З. Паташинский, В.Л.Покровский. Флуктуационная теория фазовых переходов. М., Наука, 1982.
7. А. Н. Васильев, Квантовополевая ренормгруппа в теории критического поведения и стохастической динамике, ПИЯФ, СПб., 1998.

6.4. Дополнительная литература

Д.Н.Зубарев, В.Г.Морозов, Г.Репке. Статистическая механика неравновесных процессов. М., Физматлит, 2002.

6.5 . Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Основные Интернет-ресурсы:

Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>

Электронная библиотека диссертаций РГБ <http://www.diss.rsl.ru/>

Web-кабинет ученого (ЦНБ УрО РАН) <http://i.uran.ru/webcab>

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

7.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как индивидуальная работа на практических с выставлением оценок в журнал. Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений аспиранта.

7.2. Промежуточный контроль

Промежуточный контроль осуществляется в соответствии с учебным планом. Оценка успеваемости аспиранта производится преподавателем, ведущим дисциплину на основе результатов текущего контроля.

7.3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины «Фазовые переходы». Форма аттестации – зачет в устной форме проводится по билетам, включающим 2 вопроса.

На зачете аспирант должен продемонстрировать высокий научный уровень и научные знания по дисциплине «Фазовые переходы».

Основные вопросы для подготовки к зачёту:

1. Основные принципы статистической механики, основные понятия: фазовые переходы, параметр порядка. Связь параметра порядка с симметрией.
2. Критические индексы. Фазовые переходы I рода. Фазовые переходы II рода.

3. Магнитные фазовые переходы и теория эффективного молекулярного поля Кюри-Вейса. Статистические модели Изинга, Гейзенберга, Поттса.
4. Модель решеточного газа. Молекулярное поле и теория Гейзенберга магнетизма.
5. Нарушение локальной симметрии и нарушение эргодичности системы. Разложение термодинамического потенциала по степеням параметра порядка. Условия на коэффициенты разложения. Условия применимости теории Гинзбурга-Ландау.
6. Флуктуации параметра порядка. Критерий Гинзбурга. Флуктуационная поправка к теплоемкости при фазовом переходе II рода.
7. Корреляционная длина и гипотеза подобия. Масштабное преобразование и анализ размерностей. Теория Каданова. Блочные гамильтонианы. Метод ренормализационной группы. Неподвижная точка.
8. Ренормализационная группа в пределе больших n . Рекурсивная формула Вильсона. Применение формулы Вильсона к случаю больших n .
9. Универсальная диаграммная техника. Диаграммные представления функций Грина. Неприводимые функции Грина. Тожества Уорда.
10. Введение в теорию перенормировок, стандартные перенормировки в теории ϕ^4 . Анализ УФ-расходимостей и контрчленов в статике. Примитивные и поверхностные расходимости. Методы регуляризации. Ренормализационная группа.
11. Универсальная диаграммная техника. Диаграммные представления функций Грина. Неприводимые функции Грина. Тожества Уорда.
12. Стандартная форма уравнений стохастической динамики. Сведение стохастической задачи к квантовополевой модели. Метод динамического производящего функционала. Критерий устойчивости системы в стохастической динамике.
13. Келдышевская техника. Функции отклика на внешнее поле. Флуктуационно-диссипативная теорема.
14. Общие принципы построения критической динамики. Гипотеза динамического подобия. Канонические размерности в критической динамике.
15. Анализ УФ-расходимостей и контрчленов в критической динамике. Примеры конкретных моделей критической динамики: модели А и В.
16. Кинетика расслоения фаз. Теория Кана-Хильярда. Однофазные и гетерогенные флуктуации.
17. Теория зародышеобразования. Гомоморфный и гетерогенный механизмы зародышеобразования.

Критерии оценки знаний на зачёте

Оценка «отлично» на зачёте ставится при: правильном, полном и логично построенном ответе; умении оперировать специальными терминами; использовании в ответе дополнительного материала.

Оценка «хорошо» на зачёте ставится при: правильном, полном и логично построенном ответе; умении оперировать специальными терминами; использовании в ответе дополнительного материала. Но в ответе: имеются негрубые ошибки или неточности; делаются не вполне законченные выводы или обобщения.

Оценка «удовлетворительно» ставится при: схематичном неполном ответе; неумении оперировать специальными терминами или их незнании; ответе с одной грубой ошибкой;

Оценка «неудовлетворительно» ставится при: неудовлетворительном ответе на все вопросы

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Научные подразделения УдмФИЦ УрО РАН располагают материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей прове-

дение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы:

1. Компьютеры с пакетами прикладных программ;
2. Экспериментальное оборудование научных подразделений УдмФИЦ УрО РАН;
3. Доступ к библиотечному фонду УдмФИЦ УрО РАН, который укомплектован изданиями научной, учебной и иной литературы, включая периодические издания; к электронно-информационным ресурсам Центральной научной библиотеки УрО РАН и иным ресурсам научной литературы через Интернет.
4. Поддерживается официальный сайт Центра <http://udman.ru>, электронная почта.
5. Имеются учебные аудитории для проведения лекционных занятий, мультимедийное оборудование, программное обеспечение для компьютерных презентаций, обеспечен доступ аспирантов к компьютеру с выходом в Интернет.