

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория фазовых переходов

Направление подготовки:	03.04.02 Физика
Магистерская программа:	Физика конденсированного состояния
Образовательная программа:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

С.А.Фоменко

«17» апреля 2020 г.

МП



Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 августа 2015 г. № 913; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы Физика конденсированного состояния, направления подготовки 03.04.02 Физика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Доцент кафедры теоретической физики
и нанотехнологий

В.И. Фиохи́н

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол №15 от «02» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

В.Н.Варюхин

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 5 от « 15 » апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета
ФИО

В.Н.Котенко

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

«Теория фазовых переходов» является дисциплиной вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: физика конденсированного состояния).

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Общая и экспериментальная физика (Молекулярная физика. Термодинамика)», «Теоретическая физика (Физика конденсированного состояния. Физика фазовых переходов. Термодинамика и статистическая физика. Физическая кинетика)», «Физика твердого тела» на предыдущем уровне образования.

Полученные знания используются студентами во время выполнения научно-исследовательской работы, при написании магистерской диссертации.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	03.04.02 Физика	
Магистерская программа	Физика конденсированного состояния	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	Магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	3	
Год подготовки	2	
Семестр	3	
Количество часов	108	
- лекционных	12	
- практических, семинарских	24	
- лабораторных		
- самостоятельной работы	72	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	3	
в т.ч. аудиторных	3	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Цель дисциплины «Теория фазовых переходов» - изучение современных представлений о природе фазовых переходов. Курс содержит исходные положения и представления о роли флуктуаций при потере устойчивости в окрестности точки или линии фазового перехода. Фазовые переходы играют существенную роль в широком круге физических явлений, что

определяет роль теории этих явлений. Курс содержит также подход к исследованию нерешенных задач теории и обсуждение применяемых методов.

Задачи дисциплины «Теория фазовых переходов» :

- познакомить студентов с проблемами теории фазовых переходов;
- научить их использованию методов решения уравнений перенормировки и вычисления критических индексов;
- познакомить студентов с основными результатами, полученными путем использования теории фазовых переходов в различных областях физики;
- дать навык переноса представлений, полученных в некоторой области на другие явления.

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Теория фазовых переходов» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки 03.04.02 Физика и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: Физика конденсированного состояния):

а) общекультурных (ОК):

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

б) общепрофессиональных (ОПК):

готовностью к коммуникации в устной и письменной формах

на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);

способностью к активной социальной мобильности, организации

научно-исследовательских и инновационных работ (ОПК-3);

способностью использовать свободное владение профессионально профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ОПК-5);

способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6);

способностью демонстрировать знания в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики (ОПК-7).

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта (ПК-1);

научно-инновационная деятельность:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3);

организационно-управленческая деятельность:

способностью планировать и организовывать физические исследования,

научные семинары и конференции (ПК-4);
 способностью использовать навыки составления и оформления
 научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов
 и статей (ПК-5);

педагогическая деятельность:

способностью методически грамотно строить планы лекционных
 и практических занятий по разделам учебных дисциплин и публично излагать теоретические
 и практические разделы учебных дисциплин в соответствии с утвержденными учебно-
 методическими пособиями при реализации программ бакалавриата в области физики (ПК-6);
 способностью руководить научно-исследовательской деятельностью в области физики
 обучающихся по программам бакалавриата (ПК-7).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные области использования диаграммных методов;
- основные результаты, получаемые применением диаграммных методов

уметь:

- выявлять структуру сложной системы и отражать ее в диаграммной форме;
- оценивать соответствие свойств математической модели и явления

владеть:

- навыками работы с литературой, посвященной исследованиям в данном направлении;
- навыками критического анализа научной литературы по темам, связанными с проблемами, анализируемыми диаграммными методами.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<i>Содержательный модуль 1 «Термодинамика фазовых переходов»</i>	
<i>Тема 1. Фазовые переходы</i>	Фазовые переходы. Термодинамика фазовых переходов
<i>Тема 2. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода</i>	Переходы первого и второго рода. Переходы в многокомпонентных системах. Фазовые диаграммы.
<i>Тема 3. Фазовые переходы в статфизике.</i>	Фазовые переходы в статфизике. Термодинамический предел.
<i>Тема 4. Модель Изинга. Метод контурного интеграла. Вариационный принцип. Фазовый переход и симметрия</i>	Модель Изинга. Метод контурного интеграла. Вариационный принцип. Фазовый переход и симметрия.
<i>Содержательный модуль 2 «Теория Ландау»</i>	
<i>Тема 1. Теория Ландау</i>	Теория Ландау. Устойчивость и флуктуации. Критические индексы. Гипотеза подобия. Степенные зависимости и критические индексы. Экспериментальные данные.

Тема 2. Перенормировки.	Перенормировки. Универсальность и перенормировки..
Тема 3 Методы теории групп	Методы теории групп. Соотношение между критическими индексами. Расчет критических индексов. Применяемые разложения. Обзор результатов.
Тема 4. Корреляции. Устойчивость	Корреляции. Устойчивость. Условия устойчивости первого рода. Устойчивость второго рода. Критические корреляции. Асимптотика корреляций. Спектральные плотности. Уравнения для спектральных плотностей и асимптотика. Поверхность и фазовый переход.

Тематический план

Содержательный модуль 1 «Термодинамика фазовых переходов»												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Фазовые переходы	13	1	3		9							
Тема 2. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода	13	1	3		9							
Тема 3. Фазовые переходы в статфизике.	13	1	3		9							
Тема 4. Модель Изинга. Метод контурного интеграла. Вариационный принцип. Фазовый переход и симметрия	13	1	3		9							
Итого по содержательному модулю 1	52	4	12		36							

Тематический план

Содержательный модуль 2 «Теория Ландау»										
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов									
	Очная форма обучения					Заочная форма обучения				
	всего	в т.ч.				всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа		индивидуальная работа	лекции	практические	лабораторные

<i>Тема 1. Теория Ландау</i>	14	2	3		9							
<i>Тема 2. Перенормировки.</i>	14	2	3		9							
<i>Тема 3 Перенормировки.</i>	14	2	3		9							
<i>Тема 4. Корреляции. Устойчивость</i>	14	2	3		9							
<i>Итого по содержательному модулю 2</i>	56	8	12		36							
<i>Всего по дисциплине</i>	108	12	24		72							

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Фазовые переходы	1
2	Фазовые переходы 1-го и 2-г рода	1
3	Фазовые переходы в статфизике.	1
4	Модель Изинга. Метод контурного интеграла. Вариационный принцип. Фазовый переход и симметрия	1
5	Теория Ландау	2
6	Перенормировки.	2
7	Перенормировки.	2
8	Корреляции. Устойчивость	2
	ВСЕГО	12

Темы практических занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Диаграмма состояния "железо-углерод"	6
2	Фазовые превращения в сталях при термической обработке	6
3	Фазовые превращения в многокомпонентных системах на основе железа	6
4	Фазовые равновесия в нанокристаллических материалах	6
	ВСЕГО	24

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Метастабильные фазовые состояния	9
2	Гетерофазные флуктуации	9
3	Теория Фольмера-Вебера-Френкеля	9
4	Теория Беккера-Деринга-Зельдовича	9
5	Кинетика роста новой фазы	9
6	Теория Лифшица-Слезова	9
7	Нестационарное и гетерогенное зарождение	9
8	Релаксация параметра порядка вблизи точки ФП 2-го рода	9
	ВСЕГО	72

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Устойчивость и флуктуации. Критические индексы.
2. Термодинамический предел.
3. Метод контурного интеграла.
4. Фазовые переходы в статфизике. (плавление).
5. Гипотеза подобия.
6. Степенные зависимости и критические индексы. Экспериментальные данные.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Фазовые переходы.
2. Термодинамика фазовых переходов
3. Переходы первого и второго рода.
4. Переходы в многокомпонентных системах. Фазовые диаграммы.
5. Фазовые переходы в статфизике.
6. Термодинамический предел.
7. Модель Изинга.
8. Метод контурного интеграла.
9. Вариационный принцип.
10. Фазовый переход и симметрия.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

Направление подготовки:

03.04.02 Физика

Магистерская программа:

Физика конденсированного состояния

Программа подготовки:

академическая магистратура

Семестр

3

Учебная дисциплина

Теория фазовых переходов

**МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА
ВАРИАНТ №1**

1. Фазовые переходы в статфизике.
2. Термодинамический предел

Утверждено на заседании кафедрой теоретической физики и нанотехнологий,
протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
Преподаватель _____

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	15
Задание 2	15
<i>Всего</i>	<i>30</i>

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Теоретические вопросы к экзамену

1. Аморфизация, как новый тип фазовых переходов.
2. Соотношение между критическими индексами.
3. Термодинамика фазовых переходов.
4. Вариационный принцип.
5. Расчет критических индексов.
6. Переходы первого и второго рода.
7. Фазовый переход и симметрия.
8. Применяемые разложения. Обзор результатов.
9. Переходы в многокомпонентных системах.
10. Сплавы Гейслера.
11. Теория Ландау.
12. Корреляции. Устойчивость.
13. Фазовые диаграммы.
14. Условия устойчивости первого рода.
15. Устойчивость второго рода.

16. Критические корреляции. Асимптотика корреляций.
17. Перенормировки. Универсальность и перенормировки.
18. Спектральные плотности.
19. Уравнения для спектральных плотностей и асимптотика.
20. Модель Изинга.
21. Методы теории групп.
- 22. Поверхность и фазовый переход.**

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки:	03.04.02 Физика
Магистерская программа:	физика конденсированного состояния
Программа подготовки:	академическая магистратура
Семестр	3
Учебная дисциплина	Теория фазовых переходов

БИЛЕТ №1

1. Корреляции. Устойчивость.
2. Фазовые диаграммы.
3. Устойчивость и флуктуации. Критические индексы

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий, протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой
Экзаменатор

Критерии оценивания экзамена

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	15
Задание 2	15
Задание 3	20
Всего	50 баллов

11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу «Теория фазовых переходов» предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

***Распределение баллов, которые могут получить студенты
в процессе изучения дисциплины***

Организационно учебная работа студента	СРС		Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	
max 10 баллов	max 10 баллов	max 30 баллов	100

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные и практические занятия по учебной дисциплине «Теория фазовых переходов» проводятся в учебной лаборатории №016 «Физика полупроводников». Оборудована комплектом учебной мебели на 18 посадочных мест, комплектом рабочего места преподавателя, фломастерная доска, 1 ноутбук с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, 1 мультимедийный проектор, 1 экран переносной, 1 Вакуумный универсальный пост -2К, 1 Форвакуумный насос, 1 Спектрометр СМ - 4А. В учебной лаборатории «Электронной микроскопии» №313, оборудованной комплектом учебной мебели на 6 посадочных мест, комплект рабочего места преподавателя, 1 ноутбук, 1 Электронный микроскоп вакуумный-100ЛМ, 1 Микроскоп металлографический-7, 1 Вакуумметр ионизационно-термопарный-2АП, 1 Вакуумный универсальный пост-4.

Самостоятельная работа студентов проходит в читальном зале № 3 авторефератов и диссертаций, укомплектован комплект учебной мебели на 50 посадочных мест, оснащен компьютером в комплекте (2 шт.), расположен по адресу г. Донецк, пр. Театральный, 13, каб. 106.

Индивидуальные и групповые консультации студентам для проведения самостоятельной работы предоставляются в кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий, укомплектованном комплектом мебели на 12 посадочных мест, оснащенном компьютером в комплекте (1 шт.), принтером, сканером, расположенном по адресу г. Донецк, пр. Театральный 13, ауд. 256.

13. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
-----	--------------	---------------------------------------	----------------------------------

Основная литература			
1.	Фионохин В.И. Теория фазовых переходов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / В.И.Фионохин – Донецк : ДонНУ, 2019. – Электронные данные (1файл)		+
2.	Метлов Л.С. Неравновесная эволюционная термодинамика и ее приложения: Монография – Донецк: Ноулидж, 2014. – 176 с.	1	
3.	Термодинамические принципы самоорганизации: курс лекций для студентов специальности 6.040203 "Физика" / [авт.-сост. Л. С. Метлов]; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, Физико-технический факультет, Кафедра нанوفизики. – Донецк: ДонНУ, 2015. – 230 с.	5	
4.	Методические рекомендации по изучению курса "Стохастические методы в физике": (для студентов специальности 6.040203 "физика") / [сост. Л. С. Метлов]; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, Физико-технический факультет, Кафедра нанوفизики. – Донецк: ДонНУ, 2013. – 144 с.	10	
5.	Методические указания к выполнению расчетных работ по физике: (для студентов физ. и мат. фак-тов) / [сост. А. Н. Семко]; Донецк. нац. ун-т, Каф. общ. физики и дидактики физики. – Донецк: ДонНУ, 2007. – 48 с.	5	
6.	Метлов Л. С. Неравновесная эволюционная термодинамика вакансий и межузельных атомов. Теория плавления твердых тел / Л. С. Метлов // Вестник Донецкого национального университета [Электронный ресурс]: научный журнал. Серия А. Естественные науки / Донецкий нац. ун-т; редкол. серии: С. В. Беспалова (гл. ред.) и др. – Донецк. – 2016, № 2. – С. 70-82.		+
Дополнительная литература			
7.	Пашинская Е. Г. Физика деформированных сред: учебное пособие для студентов специальности 03.03.02 "Физика" / Е. Г. Пашинская, В. Н. Варюхин; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, Физико-технический факультет, Кафедра теоретической физики и нанотехнологий. – Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2017. – 173 с.	11	+
8.	Боровко Е. В. Лекции по физике твердого тела: Учеб. пособие для студентов физ. фак. ун-тов. Ч. 1 / Е. В. Боровко, А. И. Бажин ; Донец. нац. ун-т ; Каф. физики твердого тела и физ. материаловед. – Донецк: ДонНУ 2001. – 179 с.	1	
9.	Савельев И. В. Курс общей физики: В 5 кн.: [Учеб. пособие для вузов]. Кн. 5: Квантовая оптика; Атомная физика; Физика твердого тела; Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. – М.: Астрель: АСТ, 2002. – 368 с.	1	

10.	Гинзбург И. Ф. Введение в физику твердого тела. Основы квантовой механики и статистической физики с отдельными задачами физики твердого тела: учеб. пособие / И.Ф. Гинзбург. – СПб.: Лань; М.; Краснодар, 2007. – 537 с.	1	
11.	Физика твердого тела [Электронный ресурс]: 28 кн. в PDF-формате/Лаб. "Компьютер. информ.технологии". – М.: Лаб. "Компьютер. информ. технологии", 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).		+

14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://donnu.ru/> – сайт ДонНУ.

<http://library.donnu.ru/> – сайт библиотеки ДонНУ.

<http://library.donnu-support.ru/catalog/scripts/wek2.exe/mb> - Электронный каталог ДонНУ

15. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения: FreeLab, Scilab, Free Pascal, Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20__ год.

Протокол № __ от “__” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20__ год.

Протокол № __ от “__” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____