

**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**

**Структурные фазовые переходы**

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:

Профессор кафедры теоретической физики  
и нанотехнологий

Л.С. Метлов

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

«Структурные фазовые переходы» 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», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисление» 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)	4,5	
Год подготовки	1	
Семестр	2	
Количество часов	162	
- лекционных	14	
- практических, семинарских		
- лабораторных	42	
- самостоятельной работы	106	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	4	
в т.ч. аудиторных	4	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Цель** заключается в предоставлении будущим магистрам необходимого объема знаний, представлений, экспериментальных фактов и теоретических моделей о современной физике фазовых переходов, формирование навыков решения задач по физике фазовых переходов, а также в предоставлении необходимого уровня компетенции для начала самостоятельной работы в области фазовых переходов.

**Задача** - проработку студентами теоретических основ прослушанного лекционного материала, подготовку будущего специалиста к самостоятельной научной работе в области физики твердого тела.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Структурные фазовые переходы» 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 адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности (ОПК-4);

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:**

- общие особенности фазовых переходов 1-го и 2-го рода;
- физический смысл критических явлений и критических индексов;
- физическое значение «параметр порядка»;
- основные положения термодинамической теории фазовых переходов Ландау;
- особенности динамики параметра порядка при фазовых переходах 2-го рода;
- кинетику образования новой фазы при фазовых переходах 1-го рода.
- особенности фазовых переходов в низкоразмерных системах;
- физику фазового перехода металл-диэлектрик;

**уметь:**

- записать зависимость термодинамического потенциала от параметра порядка в теории Ландау;
- вычислять критические индексы термодинамических величин при фазовых переходах 2-го рода;
- воспроизводить основные свойства фазовой диаграммы высокотемпературных сверхпроводников.

**владеть:**

- знаниями для вычисления фазовых диаграмм магнитных спонтанных и ориентационных переходов;
- методами вычисления размеров зародышей новой фазы при фазовых переходах 1-го рода.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<b><i>Содержательный модуль 1 «Введение в физику структурных фазовых переходов»</i></b>	
<b><i>Тема 1.</i></b> Введение в физику структурных фазовых переходов	Введение в физику структурных фазовых переходов. Флуктуационные переходы между близкими структурными уровнями в теории Ландау фазовых переходов второго рода. Магнитные и структурные фазовые переходы на примерах для конкретных материалов (манганиты и сплавы Гейслера). Фазовый переход ферромагнетик–антиферромагнетик в манганитах лантан легированных стронцием.
<b><i>Тема 2.</i></b> Вакансионная теория плавления твердых тел	Вакансионная теория плавления твердых тел. Учет вклада межузельных атомов. Решеточные модели. Сравнение дефекта сдвигового модуля в различных теориях. Структурные фазовые переходы с изменением и без изменения симметрии кристаллической решетки. Мягкие моды. Ангармонические эффекты. Структурные переходы в бинарных сплавах.
<b><i>Тема 3.</i></b> Термодинамическая теория Ландау	Термодинамическая теория Ландау. Приводимые и неприводимые представления пространственных групп.

ая теория Ландау	Физическая реализация параметров порядка на микроскопическом уровне описания. Тензорное представление пространственной группы на базисе локализованных атомных функций.
<b>Тема 4.</b> Перестановочное, векторное и псевдовекторные представления.	Перестановочное представление и его базис. Векторное представление и его базис. Псевдовекторное представление и его базис. Изменение симметрии при фазовых переходах. Зона Бриллюэна и симметричные точки в ней. Магнитные решетки симметрии. Полное изменение симметрии.
<b>Тема 5</b> Домены.	Домены. Домены как следствие принципа Кюри. Симметричная классификация доменов. Лучевые, ориентационные и антифазные домены. Прафаза. Анализ термодинамического потенциала. Инвариантные разложения термодинамического потенциала. Целый рациональный базис инвариантов (ЦРБИ).
<b>Тема 6</b> Примеры построения ЦРБИ	Примеры построения ЦРБИ. Построение ЦРБИ для структурного перехода в соединениях С-15 и А-15. Двухкомпонентный и трехкомпонентный параметры порядка. Многокомпонентный Фазовые диаграммы в пространстве параметров термодинамического потенциала. Теоретические основы построения фазовых диаграмм. Порядка. Модель $\eta^6$ . Взаимодействующие параметры порядка.
<b>Тема 7</b> Взаимодействие микро- и макропараметров порядка	Макроскопические параметры порядка. Трансформационные свойства параметра порядка. Физическая реализация макропараметров. Построение базисных функций. Конструирование термодинамического потенциала. Взаимодействие микро- и макропараметров порядка. Конструирование термодинамического. Несобственные переходы. Примеры структурных переходов в кристаллах типа перовскита. Ферроики. Неферроики.
<b>Тема 8.</b> Фазовые переходы во внешнем поле	Фазовые переходы во внешнем поле. Фазовые диаграммы. Фазовые диаграммы для моделей $\eta^4$ и $\eta^6$ . Особые точки на фазовой диаграмме. Особенности температурного поведения восприимчивости в окрестности фазового перехода второго рода. Вычисление восприимчивостей. восприимчивостей для фазовых переходов второго Собственные и несобственные фазовые переходы. Псевдособственные фазовые переходы. Домены во внешнем поле.
<b>Тема 9</b> Соизмеримые и несоизмеримые фазы.	Фазы с несоизмеримой периодичностью. Соизмеримые и несоизмеримые фазы. Разложение термодинамического потенциала с непрерывными параметрами порядка. перехода А93) Чертова А96) режим Термодинамика фазовых переходов в несоизмеримые фазы. Инварианты Лифшица и Дзялошинского. Флуктуации и симметрия. Основы флуктуационной теории фазовых переходов. Критические индексы. Метод ренормгруппы. Критическое поведение анизотропных систем. Флуктуационный срыв к фазовым переходам первого рода. Флуктуации в окрестности мультикритических точек.
<b>Содержательный модуль 2. «Фазовые переходы с участием структурных дефектов»</b>	
<b>Тема 1.</b> Фазовые переходы с участием структурных	Фазовые переходы с участием структурных дефектов. Интенсивное механическое воздействие на твердые тела. Обработка металлов методами интенсивной пластической деформации (ИПД). Виды ИПД. Микроскопические механизмы генерации, аннигиляции и

дефектов	взаимодействия дефектов различных видов.
<b>Тема 2.</b> Термодинамические способы описания дефектной структуры твердых тел.	Термодинамические способы описания дефектной структуры твердых тел. Метод неравновесной эволюционной термодинамики (НЭТ). Обобщенное соотношение Гиббса.
<b>Тема 3.</b> Двухдефектная модель НЭТ	Двухдефектная модель НЭТ для описания эволюции дефектной структуры и предела пластического течения в процессе обработки металлов методами ИПД. Законы упрочнения металлов.
<b>Тема 4.</b> Тепловые эффекты при ИПД	Тепловые эффекты при ИПД. Атомарный механизм диссипации механической энергии через промежуточное состояние с возбуждением низкочастотных переходных волновых процессов при генерации дислокаций.
<b>Тема 5.</b> Различные варианты трехдефектных моделей НЭТ	Различные варианты трехдефектных моделей НЭТ. Учет микротрещин и их разупрочняющего влияния. Модель НЭТ с учетом двухмодового распределения зерен по их размерам. Дисперсионное упрочнение металлов и сплавов.
<b>Тема 6.</b> Статистическое обоснование НЭТ	ИПД – новый вид фундаментального движения материи. Статистическое обоснование НЭТ.
<b>Тема 7.</b> Виды задач, решаемых в рамках НЭТ	Другие виды задач, решаемых в рамках НЭТ. Смазки. Эффекты stick-slip. Автоволновые периодические структурно-фазовые переходы в аморфных сплавах. Гама-эпсилон фазовые переходы в марганцевых сплавах железа. Фазовые переходы высокий спин – низкий спин.

### Тематический план

Содержательный модуль: 1--«Введение в физику структурных 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
<b>Тема 1.</b> Введение в физику структурных фазовых переходов	8,5	0,5		2	6						
<b>Тема 2.</b> Вакансионная теория плавления твердых тел	8,5	0,5		2	6						

<b>Тема 3.</b> Термодинамическая теория Ландау	9	1		2	6							
<b>Тема 4.</b> Перестановочное, векторное и псевдовекторные представления.	9	1		2	6							
<b>Тема 5</b> Домены.	9	1		2	6							
<b>Тема 6</b> Примеры построения ЦРБИ	9	1		2	6							
<b>Тема 7</b> Взаимодействие микро- и макропараметров порядка	9	1		2	6							
<b>Тема 8.</b> Фазовые переходы во внешнем поле	9	1		2	6							
<b>Тема 9</b> Соизмеримые и несоизмеримые фазы.	8	1		2	5							
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	79	8		18	53							
<b>Содержательный модуль: 2-«Фазовые переходы с участием структурных дефектов»</b>												
<b>Тема 1.</b> Фазовые переходы с участием структурных дефектов	12	1		3	8							
<b>Тема 2.</b> Термодинамические способы описания дефектной структуры твердых тел.	12,5	0,5		4	8							
<b>Тема 3.</b> Двухдефектная модель НЭТ	11,5	0,5		3	8							
<b>Тема 4.</b> Тепловые эффекты при ИПД	13	1		4	8							
<b>Тема 5.</b> Различные варианты трехдефектных моделей НЭТ	10	1		2	7							
<b>Тема 6.</b> Статистическое обоснование НЭТ	12	1		4	7							
<b>Тема 7.</b> Виды задач, решаемых в рамках НЭТ	12	1		4	7							
<b>Итого по содержательному модулю 2</b>	83	6		24	53							
<b>Всего часов по дисциплине</b>	162	14		42	106							



## 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	Введение в физику структурных фазовых переходов	0,5
2	Вакансионная теория плавления твердых тел	0,5
3	Термодинамическая теория Ландау	1
4	Перестановочное, векторное и псевдовекторные представления.	1
5	Домены.	1
6	Примеры построения ЦРБИ.	1
7	Взаимодействие микро- и макропараметров порядка	1
8	Фазовые переходы во внешнем поле	1
9	Соизмеримые и несоизмеримые фазы.	1
10	Фазовые переходы с участием структурных дефектов	1
11	Термодинамические способы описания дефектной структуры твердых тел.	0,5
12	Двухдефектная модель НЭТ	0,5
13	Тепловые эффекты при ИПД	1
14	Различные варианты трехдефектных моделей НЭТ	1
15	Статистическое обоснование НЭТ	1
16	Виды задач, решаемых в рамках НЭТ	1
	<b>ВСЕГО</b>	<b>14</b>

### Темы лабораторных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Термодинамическая теория Ландау	9
2	Многомерные параметры порядка. Взаимодействующие параметры порядка.	9
3	Фазовые переходы во внешнем поле. Фазовые диаграммы для моделей $\eta^4$ и $\eta^6$ .	8
4	Флуктуационная теория фазовых переходов. Критические индексы	8
5	Структурные и магнитные фазовые переходы в лантан–стронциевом манганите.	8
	<b>ВСЕГО</b>	<b>42</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов

<b>№ n/n</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Мягкие моды. Ангармонические эффекты.	10
2	Приводимые и неприводимые представления пространственных групп.	10
3	Магнитные решетки симметрии	10
4	Инвариантные разложения термодинамического потенциала	10
5	Псевдособственные фазовые переходы	10
6	Дисперсионное упрочнение металлов и сплавов	10
7	Термодинамическая теория Ландау	10
8	Многомерные параметры порядка. Взаимодействующие параметры порядка.	10
9	Фазовые переходы во внешнем поле. Фазовые диаграммы для моделей $\eta^4$ и $\eta^6$	10
10	Структурные и магнитные фазовые переходы в лантан–стронциевом манганите.	10
11	Флуктуационная теория фазовых переходов. Критические индексы.	6
	<b>ВСЕГО</b>	<b>106</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Вычислите скачек теплоемкости в фазовом переходе второго рода в рамках феноменологической теории Ландау.
2. Приведите примеры структурных фазовых переходов без изменения симметрии.
3. Приведите примеры двух и четырехмерного параметра порядка.
4. Опишите процедуру разложения термодинамического потенциала по целому рациональному базису инвариантов.
5. Выведите формулу для магнитной восприимчивости материала. Доказать теорему Лиувилля.

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Классификация фазовых переходов.
2. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и Эренфеста.
3. Фазовые переходы типа порядок-беспорядок и порядок-порядок.
4. Критические флуктуации.
5. Корреляционная функция.
6. Теория Орштейна-Цернике.
7. Критерий Гинзбурга.
8. Теория подобия (скейлинг).
9. Неравенства между критическими индексами.
10. Законы подобия и уравнение состояния.
11. Модели для фазовых переходов (Изинга, ХУ и Гейзенберга).
12. Размерность решетки и параметра порядка.
13. Гипотеза универсальности
14. Концентрационные фазовые переходы и теория протекания.

15. Фазовые переходы и критические явления в аморфных магнетиках, спиновых стеклах и системах со случайным полем.
16. Динамика критических флуктуаций.
17. Феноменологическое описание и теория взаимодействующих мод.
18. Гипотеза динамического подобия и классы универсальности.

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
Факультет физико-технический

<i>Направление подготовки:</i>	<b>03.04.02 Физика</b>
<i>Магистерская программа:</i>	<b>Физика конденсированного состояния</b>
<i>Программа подготовки:</i>	<b>академическая магистратура</b>
<i>Семестр</i>	<b>2</b>
<i>Учебная дисциплина</i>	<b>Структурные фазовые переходы</b>

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Корреляционная функция.
2. Теория Орштейна-Цернике

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
<b>Всего</b>	<b>30</b>

## 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

### *Теоретические вопросы к зачету*

1. Введение в физику структурных фазовых переходов. Флуктуационные переходы между близкими структурными уровнями в теории Ландау фазовых переходов второго рода.
2. Магнитные и структурные фазовые переходы на примерах для конкретных материалов (манганиты и сплавы Гейслера). Фазовый переход ферромагнетик–антиферромагнетик в манганитах лантан легированных стронцием.
3. Вакансионная теория плавления твердых тел. Учет вклада межузельных атомов. Решеточные модели. Сравнение дефекта сдвигового модуля в различных теориях.
4. Структурные фазовые переходы с изменением и без изменения симметрии кристаллической решетки. Мягкие моды. Ангармонические эффекты. Структурные

переходы в бинарных сплавах.

5.Термодинамическая теория Ландау. Приводимые и неприводимые представления пространственных групп.

6.Физическая реализация параметров порядка на микроскопическом уровне описания. Тензорное представление пространственной группы на базисе локализованных атомных функций.

7.Перестановочное представление и его базис. Векторное представление и его базис. Псевдовекторное представление и его базис.

8.Изменение симметрии при фазовых переходах. Зона Бриллюэна и симметричные точки в ней. Магнитные решетки симметрии. Полное изменение симметрии.

9.Домены. Домены как следствие принципа Кюри. Симметричная классификация доменов. Лучевые, ориентационные и антифазные домены. Прафаза.

10.Анализ термодинамического потенциала . Инвариантные разложения термодинамического потенциала. Целый рациональный базис инвариантов (ЦРБИ).

11.Примеры построения ЦРБИ. Примеры построения ЦРБИ. Построение ЦРБИ для структурного перехода в соединениях С-15 и А-15. Двухкомпонентный и трехкомпонентный параметры порядка. Многокомпонентный

12.Фазовые диаграммы в пространстве параметров термодинамического потенциала. Теоретические основы построения фазовых диаграмм. Порядка. Модель  $\eta^6$ . Взаимодействующие параметры порядка.

13.Макроскопические параметры порядка. Трансформационные свойства параметра порядка. Физическая реализация макропараметров. Построение базисных функций. Конструирование термодинамического потенциала.

14.Взаимодействие микро- и макропараметров порядка. Конструирование термодинамического. Несобственные переходы. Примеры структурных переходов в кристаллах типа перовскита. Ферроики. Неферроики.

15.Фазовые переходы во внешнем поле. Фазовые диаграммы. Фазовые диаграммы для моделей  $\eta^4$  и  $\eta^6$ . Особые точки на фазовой диаграмме.

16.Особенности температурного поведения восприимчивости в окрестности фазового перехода второго рода. Вычисление восприимчивостей. восприимчивостей для фазовых переходов второго Собственные и несобственные фазовые переходы. Псевдособственные фазовые переходы. Домены во внешнем поле.

17.Фазы с несоизмеримой периодичностью. Соизмеримые и несоизмеримые фазы. Разложение термодинамического потенциала с непрерывными параметрами порядка. перехода А93) Чертова А96) режим Термодинамика фазовых переходов в несоизмеримые фазы. Инварианты Лифшица и Дзялошинского.

18.Флуктуации и симметрия. Основы флуктуационной теории фазовых переходов. Критические индексы. Метод ренормгруппы. Критическое поведение анизотропных систем. Флуктуационный срыв к фазовым переходам первого рода. Флуктуации в окрестности мультикритических точек.

## ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки:

**03.04.02 Физика**

Магистерская программа:

**физика конденсированного состояния**

Программа подготовки:

**академическая магистратура**

Семестр

**2**

Учебная дисциплина

**Структурные фазовые переходы**

### БИЛЕТ №1

1. Фазовые переходы во внешнем поле

2. Флуктуации и симметрия
3. Домены. Домены как следствие принципа Кюри

Утверждено на заседании кафедрой 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
<b>Всего</b>	<b>50 баллов</b>

### 11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу «Структурные фазовые переходы» 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)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	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 «Структурные фазовые переходы» проводятся в учебной лаборатории №015 «Микро и нано структуры». Оборудована комплектом учебной мебели на 12 посадочных мест, комплект рабочего места преподавателя, фломастерная доска, масс-спектрометр (МИ 1201АТ-01), микроскоп электронный растровый РЭМ-106 И, установка для изучения оптических свойств тонких пленок (п/п диэлектриков), 1 компьютер для снятия и обработки данных с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет. В учебной лаборатории «Физика диэлектриков» № 013, оборудованной комплектом учебной мебели на 18 посадочных мест, комплект рабочего места преподавателя, меловая доска, 1 установка для измерения кристаллических свойств материалов, 1 Измерительный комплекс Р2-23А, 1 ноутбук, 1 мультимедийный проектор, 1 экран переносной. 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, 1Вакуумный 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
<b>Основная литература</b>			
1.	Брус А. Структурные фазовые переходы / А. Брус, Р. Каули; Под ред. Н. М. Плакиды; Перевод с англ. В. Л. Аксенова. – М.: Мир, 1984. – 407 с.	2	
2.	Гуфан Ю. М. Структурные фазовые переходы / Ю. М. Гуфан; АН СССР, Отд-ние общ. физики и астрономии. – М.: Наука, 1982. – 304 с.	2	
3.	Гусев А. И. Структурные фазовые переходы в нестехиометрических соединениях / А. И. Гусев, А. А. Ремпель; отв. ред. Г. П. Швейкин; АН СССР, Урал. отд-ние, Ин-т химии. – М.: Наука, 1988. – 307,[1] с.	1	
4.	Терехов С. В. Вариационные принципы классической механики / С. В. Терехов, В. Н. Варюхин, А. Г. Петренко; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Физико-технический факультет, Кафедра теоретической физики и нанотехнологий. – Донецк: ГОУ ВПО "ДонНУ", 2018. – 52 с.		+
<b>Дополнительная литература</b>			
5.	Изюмов Ю. А. Фазовые переходы и симметрия кристаллов / Ю. А. Изюмов, В. Н. Сыромятников. – М.: Наука, 1984. – 248 с.	2	

6.	Прудников, В. В. Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Прикладная математика и физика" / В. В. Прудников, А. Н. Вакилов, П. В. Прудников. – Москва: Физматлит, 2009. – 223 с.	1	
7.	Муртазаева А. К. Фазовые переходы в двумерной ферро- и антиферромагнитной моделях Поттса на треугольной решетке / А. К. Муртазаева, А. Б. Бабаев // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – Москва, 2012. – Т. 142, № 6. – С. 1189-1195.	1	
8.	Пойманов В. Д. Модель ф6 фазовых переходов второго рода на языке параметра порядка и энтропии / В. Д. Пойманов, Л. С. Метлов // "Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности", Международная научная конференция (1; 2016; Донецк). I Международная научная конференция "Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности" [Текст]: материалы конференции: 16-18 мая 2016 г.: [в 7 т.]. Физико-математические, технические науки и экология. – Ростов-на-Дону, 2016. – Т. 1. – С. 155-157.	1	+
9.	Дояр М. И. Двухмодовые структуры твердых тел, полученные при мегапластической деформации / М. И. Дояр, Л. С. Метлов, В. М. Ткаченко // "Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса", Международная научная конференция студентов и молодых ученых (2017; Донецк). Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса [Текст]: материалы конференции ...: 17-20 октября 2017 г.: в 7 т. Физико-математические и технические науки. – Донецк, 2017. – Т. 1. – С. 135-137.	2	+
10.	Метлов Л. С. Особенности фазовых переходов в нестехиометрических сплавах / Л. С. Метлов, Я. О. Чистик // "Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности", Международная научная конференция (3; 2018; Донецк). Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: III Международная научная конференция / [под общ. ред. С. В. Беспаловой]; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет"; Фонд "Русский мир". – Донецк, 2018. – Т. 1: Физико-математические и технические науки / [под общ. ред. С. В. Беспаловой]. – С. 86-87.	4	+
11.	Метлов Л. С. Фазовые портреты нелинейного осциллятора с двухячным потенциалом / Л. С. Метлов // Вісник Донецького національного університету [Текст]: науковий журнал. Серія А.	1	

	Природничі науки / Донецький нац. ун-т ; голов. ред. В. П. Шевченко; редкол. серії: В. П. Шевченко (голов. ред.) та ін.; відп. ред. С. В. Беспалова. – 2013. - № 1. – С. 109-113.		
--	---	--	--

#### 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 \_\_\_\_\_