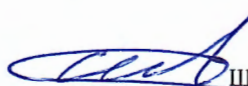




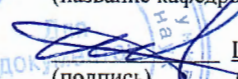
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)


**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
Ширмовский С.Э.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
«18» СЕНТЯБРЯ 2017г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
теоретической и экспериментальной физики  
(название кафедры)

  
Ширмовский С.Э.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
«18» СЕНТЯБРЯ 2017г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория фазовых переходов

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Форма подготовки очная

курс 4 семестр 7

лекции 18 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы 0 час.

в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_\_\_ /пр. 18 /лаб. \_\_\_\_\_ час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 18 час.

самостоятельная работа 54 час.

в том числе на подготовку к экзамену \_\_\_\_\_ час.

контрольные работы (количество)

курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр

зачет 7 семестр

экзамен \_\_\_\_\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики, протокол № 1 от «18» сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой: к. ф.-м. н., доцент Ширмовский С.Э.

Составитель (ли): д.ф.-м.н., профессор Белоконов В.И.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## Abstract

The working program of the discipline "theory of phase transitions" is designed for students of the 4th year of bachelor in the field of preparation 03.03.02 "Physics" profile "Fundamental physics" in accordance with the requirements of the OS VO FEFU in this area.

Discipline "Theory of phase transitions" refer to section B1.V. DV.6 compulsory subjects of the variable part of the curriculum.

The total complexity of the discipline is 3 credits, 108 hours. The curriculum includes lectures (18 hours.), practical training (36 hours.) and independent work (54 hours). The discipline is implemented in the 7th semester of the 4th year.

For the development of this discipline requires knowledge and skills of the student, acquired as a result of the development of courses: "Mathematical analysis", "Quantum theory", "Linear and nonlinear equations of physics", "Electrodynamics", "Statistical physics".

### Purpose:

The main objective of the course is to study the main provisions of the theory of phase transitions and its applications to solving problems of condensed matter physics and physics of strongly correlated systems. Familiarity with the theory of phase transitions is a necessary element of modern education of a student specializing in theoretical physics and condensed matter physics

### Tasks:

Give a General idea of the phase transitions of the first and second kind.

In the framework of the Ising model, in the approximation of a random effective field, we consider phase transitions of the second kind in the system of local magnetic moments with interaction.

Consider the first kind of transitions on the examples of gas-liquid-solid, metal-insulator.

To fully master the content of the discipline, students must have prior competencies: ability to use basic theoretical knowledge of fundamental sections of General and theoretical physics to solve professional problems (OPK-3)

As a result of the study of this discipline, students form the following General cultural/ General professional/ professional competence (elements of competence).

Code and the wording of competence, Stages of competence PC-1

The ability to use specialized knowledge in the field of physics for the development of specialized physical disciplines knows the physical mechanisms of phase transitions, based on the idea of an effective field of interaction.

He is able to apply the methods of mathematical and theoretical physics to solving the problems of the theory of phase transitions.

Owns methods of physical modeling of processes occurring in real systems.

The following methods of interactive learning are used to form the above competencies within the discipline Theory of phase transitions:

Collective discussion of problem solving methods during practical classes;  
Submission of abstracts and their joint discussion

## **Аннотация**

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория фазовых переходов» разработана для студентов 4 курса бакалавриата по направлению подготовки 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная физика» в соответствии с требованиями ОС ВО ДВФУ по данному направлению.

Дисциплина «Теория фазовых переходов» относится к разделу Б1.В.ДВ.6 обязательных дисциплин вариативной части учебного плана.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 час.), практические занятия (36 час.) и самостоятельная работа (54 час). Дисциплина реализуется в 7 семестре 4 курса и завершается зачетом.

Для освоения данной дисциплины необходимы знания и умения обучающегося, приобретенные в результате освоения курсов: «Математический анализ», «Квантовая теория», «Линейные и нелинейные уравнения физики», «Электродинамика», «Статистическая физика».

### **Цель.**

Основная цель курса состоит в изучении основных положений теории фазовых переходов и ее приложений к решению задач физики конденсированного состояния и физики сильно коррелированных систем. Знакомство с теорией фазовых переходов является необходимым элементом современного образования студента, специализирующегося в области теоретической физики и физики конденсированного состояния

### **Задачи:**

Дать общие представления о фазовых переходах первого и второго рода.

В рамках модели Изинга в приближении случайного эффективного поля рассмотреть фазовые переходы второго рода в системе локальных магнитных моментов с взаимодействием.

Рассмотреть переходы первого рода на примерах газ – жидкость – твердое тело, металл – изолятор.

Для полноценного освоения содержания дисциплины студенты должны обладать предварительными компетенциями:

Способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3)

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Знает	Физические механизмы фазовых переходов, основанные на представлении об эффективном поле взаимодействия.
	Умеет	Применять методы математической и теоретической физики к решению задач теории фазовых переходов.
	Владеет	Методами физического моделирования процессов, происходящих в реальных системах.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теория фазовых переходов» применяются следующие методы интерактивного обучения:

Коллективное обсуждение методов решения задачи во время практических занятий;  
Представление рефератов и их совместное обсуждение

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

**Раздел I. Фазовые переходы в системах взаимодействующих магнитных моментов.**

**Тема 1. Термодинамические характеристики цепочки спинов. (2 час.).**

Энергия, энтропия, химический потенциал. Эффективное поле взаимодействия.

**Тема 2. Приближение среднего поля. (2 час.)**

Теплоемкость и магнитная восприимчивость в теории среднего поля. Метод Брэгга – Вильямса.

**Тема 3. Функция распределения случайных полей взаимодействия. (2 час.)**

Модель Изинга. Приближение нормального распределения. Переходы парамагнетик – ферромагнетик. Понятие о спиновых стеклах.

**Тема 4. Флуктуации в ферромагнетиках. (2 час.)**

Ближний и дальний порядок. Корреляции. Флуктуации вблизи точки фазового перехода.

## **Раздел II. Модель Гейзенберга.**

### **Тема 1. Классическая модель Гейзенберга. (4 час.)**

Статистическая сумма, параметр порядка, теплоемкость и магнитная восприимчивость. Сравнение с моделью Изинга.

## **Раздел III. Фазовые переходы первого рода.**

### **Тема 1. Конденсация и отвердевание. (2 час.)**

Переходы пар-жидкость. Конденсация. Уравнение Ван –дер-Ваальса. Переход жидкость – твердое тело. Кристаллизация.

### **Тема 2. Решеточный газ. (4 час.)**

Переход жидкость – твердое тело. Кристаллизация.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (36 час.)**

#### **Занятие 1. Расчет статистической суммы (4 часа)**

Расчет статистической суммы и энтропии системы невзаимодействующих магнитных моментов.

Нахождение выражение для статистической суммы  $Q$  модели Изинга без взаимодействия в магнитном поле.

#### **Занятие 2. Модель Изинга (4 часа)**

Модель Изинга. Цепочка спинов, спиновый избыток, термодинамическая вероятность.

Нахождение энергии  $E$  модели Изинга без взаимодействия.

#### **Занятие 3. Расчет теплоемкости (4 часа)**

Свободная энергия и теплоемкость системы спинов в модели Изинга (метод среднего поля).

Исследование Гамильтониана Модели Изинга.

#### **Занятие 4. Спонтанный магнитный момент (4 часа)**

Функция распределения случайных полей взаимодействия, спонтанный магнитный момент, критическая концентрация и связь с теорией протекания.

Определение условия возникновения спонтанного магнитного момента.

#### Занятие 5. Метод Бете-Пайерлса (4 часа)

Метод Бете – Пайерлса, сравнение с точным решением Онсагера, «эффективный обменный интеграл».

Вычисление статистической суммы для  $z+1$  частицы в эффективном пол.

#### Занятие 6. Большая статистическая сумма (4 часа)

Большая статистическая сумма, возможность фазовых переходов за счет локального повышения концентрации обменно-взаимодействующих атомов (модель Изинга). Определение асимптотического поведения точки Кюри при стремлении к нулю концентрации взаимодействующих магнитных моментов.

#### Занятие 7. Двухподрешеточный магнетик (4 часа).

Двухподрешеточный магнетик, антиферромагнетизм, ферримагнетизм. Пример титаномагнетита.

Вывод соотношения, позволяющего определить температуру фазового перехода в двухподрешеточном магнетике.

#### Занятие 8. Химический потенциал (2 часа)

Функции распределения Бозе – Эйнштейна и Ферми - Дирака.

Вычисление химического потенциал ферми-газа.

Занятие 9. Газ свободных электроны и расчет  $P, V, T$  на основе уравнения Ван-дер Ваальса. (6 часов)

Рассмотрение газа свободных электронов в магнитном поле.

Расчет критической температуры, объема и давления на основании уравнения Ван-дер Ваальса.

**Лабораторные работы не предусмотрены**



## Приложение 1

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа по дисциплине «Теория фазовых переходов» заключается в подготовке к практическим занятиям в соответствии с их программой.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Квантовая механика» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИ ЦЕЛЕЙ КУРСА.

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Раздел I. Фазовые переходы в системах взаимодействующих магнитных моментов. Тема 1.	ПК-1	Знает	УО-1 (собеседование)	Вопросы к зачету № (1-2)
			Умеет		
			Владеет		
2	Раздел I. Фазовые переходы в системах взаимодействующих магнитных моментов. Тема 2.	ПК-1	Знает	УО-1 (собеседование)	Вопросы к зачету № (3-4)
			Умеет		
			Владеет		
3	Раздел I. Фазовые переходы в системах взаимодействующих магнитных моментов. Тема 3.	ПК-1	Знает	УО-1 (собеседование)	Вопросы к зачету № (5-6)
			Умеет		
			Владеет		

4	Раздел I. Фазовые переходы в системах взаимодействующих магнитных моментов. Тема 4.	ПК-1	Знает	УО-1 (собеседование)	Вопросы к зачету № (7-8)
			Умеет		
			Владеет		
5	Раздел II. Модель Гейзенберга. Тема 1.	ПК-1	Знает	УО-1 (собеседование)	Вопросы к зачету № (9-10)
			Умеет		
			Владеет		
6	Раздел III. Фазовые переходы первого рода. Тема 1.	ПК-1	Знает	УО-1 (собеседование)	Вопросы к зачету № (11-12)
			Умеет		
			Владеет		
7	Раздел III. Фазовые переходы первого рода. Тема 2.	ПК-1	Знает	УО-1 (собеседование)	Вопросы к зачету № (13-15)
			Умеет		
			Владеет		

Методические материалы, а также критерии и показатели необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Прудников, В.В. Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Прудников, А.Н. Вакилов, П.В. Прудников. — Электрон. дан. — М : Физматлит, 2009. — 223 с  
ЭБС «Лань»

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2288](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2288)

2. Вшивков, С.А. Фазовые переходы полимерных систем во внешних полях [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 368 с.

ЭБС «Лань»

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=30431](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=30431)

3. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика : учебное пособие для физических специальностей университетов в 10 т. : т. 5 . Статистическая физика : ч. 1 / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. М.: Физматлит, 2010. - 616 с.

НБ «ДВФУ»

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:675043&theme=FEFU>

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова, Ю.В. Диоксид ванадия и твердые растворы на его основе. Фазовые переходы, структура и свойства [Электронный ресурс]: / Ю.В. Кузнецова, О.В. Лях, Е.Н. Меркушев [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2013. — 104 с.

ЭБС «Лань»

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59654](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59654)

2. Россихин, Н.А. Расчет и проектирование аккумуляторов теплоты на фазовых переходах (капсульного типа) [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010. — 40 с.

ЭБС «Лань»

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52201](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52201)

3. Скрипов, В.П. Фазовые переходы кристалл-жидкость-пар и термодинамическое подобие [Электронный ресурс] : / В.П. Скрипов, М.З. Файзуллин. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2003. — 160 с.

ЭБС «Лань»

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59358](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59358)

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов, поэтому посещение лекций крайне необходимо!

Важной является самостоятельная работа по курсу. В ходе этой работы необходимо тщательно изучить теоретический материал и систематизировать основные формулы, которые могут быть использованы при решении практических задач.

Методические указания по сдаче зачета.

Зачеты принимаются ведущим преподавателем. Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины, собственными конспектами, подготовленными при выполнении самостоятельной работы, а также, с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Студент, не согласный с выставленной оценкой, имеет право в течение следующего рабочего дня подать заявление, согласованное с руководителем ООП, на имя директора Школы (филиала) с просьбой о пересдаче экзамена комиссии. В случае обоснованности поданного заявления директор Школы создает комиссию в составе не менее 3 профильных преподавателей по соответствующей кафедре. Оценка, полученная студентом во время пересдачи зачета комиссии, является окончательной.

## VII. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Excel, PowerPoint, Word и т. д), Open Office, программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, библиотеки, ресурсы и порталы по естествознанию.

## VIII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование предмета, дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования
1	Теория фазовых переходов	Мультимедийная аудитория: Корпус L, ауд. 534 Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеисточников документ-камера CP355AF Avertvision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).
2	Теория фазовых переходов	Мультимедийная аудитория: Корпус D, ауд. 537 Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA

		LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).
--	--	--

**Приложение 2 к рабочей программе учебной дисциплины**



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
Высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**По дисциплине «Теория фазовых переходов»**

**Направление подготовки 03.03.02 Физика**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2017**

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-3 неделя	Подготовка к практическим занятиям	9 часов	УО-1 (собеседование)
2	4-6 неделя	Подготовка к практическим занятиям	9 часов	УО-1 (собеседование)
3	7-9 неделя	Подготовка к практическим занятиям	9 часов	УО-1 (собеседование)
4	10-12 неделя	Подготовка к практическим занятиям	9 часов	УО-1 (собеседование)
5	13-15 неделя	Подготовка к практическим занятиям	9 часов	УО-1 (собеседование)
6	16-18 неделя	Подготовка к практическим занятиям	9 часов	ПР-2(контрольная работа)

### Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа помогает студентам:

*Овладеть знаниями:*

Чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);

Составление плана текста, графическое изображение структуры текста,

Конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;

Работа со справочниками и др. справочной литературой;

Использование компьютерной техники и Интернета и др.;

*Закреплять и систематизировать знания:*

Работа с конспектом лекции;

Обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

### **Самостоятельная работа на лекции**

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

### **Работа с литературными источниками**

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой.



## **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Требования к конспекту для практических занятий:

1. Должен быть в отдельной тетради, подписанный.
2. Обязательно писать план занятия с указанием темы, вопросов, списка литературы и источников.
3. Отражать проблематику всех поставленных вопросов (анализ источника, литературы).
4. Иметь по ним аргументированные выводы. Слово «аргументированные» является ключевым. Главное - доказуемость выводов.

### *Критерии оценки выполнения самостоятельной работы*

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- Соотнесение содержания контроля с целями обучения;
  - Объективность контроля;
  - Дифференциацию контрольно-измерительных материалов.
- Формы контроля самостоятельной работы:  
Работа на семинарских занятиях.

### *Критерии оценки результатов самостоятельной работы*

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- Уровень освоения студентами учебного материала;
- Умение студента активно использовать электронные образовательные ресурсы;
- Обоснованность и четкость изложения ответа;
- Оформление материала в соответствии с требованиями;
- Умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- Умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение;
- Умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
Высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
По дисциплине «Теория фазовых переходов»  
Направление подготовки **03.03.02 Физика**  
Профиль «Фундаментальная физика»  
**Форма подготовки очная**

## ПАСПОРТ ФГОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Знает	Физические механизмы фазовых переходов, основанные на представлении об эффективном поле взаимодействия.
	Умеет	Применять методы математической и теоретической физики к решению задач теории фазовых переходов.
	Владеет	Методами физического моделирования процессов, происходящих в реальных системах.

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-3 неделя	Подготовка к практическим занятиям	9 часов	УО-1 (собеседование)
2	4-6 неделя	Подготовка к практическим занятиям	9 часов	УО-1 (собеседование)
3	7-9 неделя	Подготовка к практическим занятиям	9 часов	УО-1 (собеседование)
4	10-12 неделя	Подготовка к практическим занятиям	9 часов	УО-1 (собеседование)
5	13-15 неделя	Подготовка к практическим занятиям	9 часов	УО-1 (собеседование)
6	16-18 неделя	Подготовка к практическим занятиям	9 часов	ПР-2(контрольная работа)

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Знает  (Пороговый уровень)	Знает теоретические подходы к объяснению особенностей фазовых переходов	Умение изложить и объяснить особенности фазовых переходов	Способность применять теорию фазовых переходов на практике
	Умеет  (продвинутый)	Умеет обосновать достоверность результатов описания на основании введения эффективного поля	Умение изложить и объяснить математические методы для обоснования достоверности результатов	Способность использовать методы мат. анализа для предоставления полученных результатов
	Владеет  (Высокий)	Владеет навыками работы с структурами и данными	Умения выделять главную задачу.	Способность дополнять темы, знаниями из дополнительной литературы

### Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Промежуточная аттестация обучающихся по учебной дисциплине осуществляется в рамках завершения изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения являются умения и знания.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета и позволяет определить развитие общих компетенций, предусмотренных для ОПОП. Условием допуска к зачету является выполнение всех лабораторных работ).

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены ниже.

Контрольно-измерительные материалы по дисциплине представлены вопросами для подготовки к контрольным работам и примерными их вариантами, предусмотренных РПУД в качестве механизма осуществления текущего контроля освоения теоретической и практической составляющих дисциплины, а также примерным вариантом экзаменационного билета как формы проведения промежуточной аттестации (итоговой аттестации по дисциплине).

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### **Вопросы к зачету**

1. Фазовые переходы первого и второго рода. Общее рассмотрение.
2. Модельная система – цепочка спинов. Степень вырождения и полный магнитный момент.
3. Системы в тепловом и диффузионном контакте. Энтропия. Температура и химический потенциал.
4. Большая статистическая сумма. Вычисление средних значений.
5. Общие свойства неупорядоченных систем. Модели. Самоусредняющиеся величины. Размерность и порядок.
6. Беспорядок замещения. Ближний и дальний порядок. Среднее поле. Корреляции.
7. Эффективное поле в теории магнетизма. Модель Изинга. Приближение Брэга-Вильямса. Точка Кюри как температура фазового перехода II рода.
8. Приближение Бете-Пайерлса.
9. Плотность распределения случайных полей взаимодействия. Особенности фазовых переходов и связь с теорией протекания.
10. Приближение среднего спина в модели Гейзенберга.
11. Спиновые стекла в методе случайных полей взаимодействия.

12. Влияние диффузии на магнитные фазовые переходы.
13. Фазовые переходы I рода. Переход газ- жидкость, теория Ван-дер-Ваальса.
14. Модель решеточного газа. Флуктуации.
15. Переход жидкость- твердое тело. Кристаллизация

### **Варианты контрольных работ.**

#### **1 вариант.**

1. Найти теплоемкость и магнитную восприимчивость системы не взаимодействующих частиц.
2. Вычислить магнитную восприимчивость системы взаимодействующих спинов в приближении теории случайных полей взаимодействия

#### **2 вариант**

1. Исходя из уравнений Ван-дер-Ваальса, рассчитать критическую температуру, критический объем и критическое давление, определяющие точку на фазовой диаграмме, за которой имеет место только газообразное состояние.
2. Вычислить химический потенциал в решеточной модели, исходя из равенства химических потенциалов и давлений находящихся в равновесии фаз.

### **Критерий оценки вопросов к контрольным работам**

#### *Отметка "Отлично"*

1. Результат предоставлен полно и правильно.
2. Материал проанализирован и изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.

#### *Отметка "Хорошо"*

1. Результат получен полно и правильно.
4. Допущены несущественные ошибки.

#### *Отметка "Удовлетворительно"*

1. Предоставлена только часть результатов.
2. Допущены ошибки и неточности в расчётах.

#### *Отметка "Неудовлетворительно"*

1. Невыполненная существенная часть работы.
2. Не получен результат на значительную часть во заданий, имеются существенные недочеты.

## **Критерии оценки на зачете по дисциплине**

### **«Теория фазовых переходов»**

Оценка «зачтено» ставится, если ответ обнаруживает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Оценка «не зачтено» ставится, если ответ обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.