

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

СОГЛАСОВАНО  
ДИРЕКЦИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ПРОГРАММ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Дополнительные главы квантовой теории	<b>Код модуля</b> 1139514
<b>Образовательная программа</b> Физика	<b>Код ОП</b> 03.03.02/01.02
<b>Траектория образовательной программы (ТОП)</b>	<b>ТОП 2. Физика конденсированного состояния</b>
<b>Направление подготовки</b> Физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 03.03.02
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> <b>07.08.2014г. № 937</b>

Екатеринбург, 2016

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Москвин Александр Сергеевич	Док. физ-мат наук. профессор	профессор	теоретическ ой физики	

**Руководитель модуля**

А.С. Москвин

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук**

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Дополнительные главы квантовой теории**

### 1.1. Объем модуля, 9 з.е.

### 1.2. Аннотация содержания модуля

Изучение дисциплин модуля «Дополнительные главы квантовой теории» основывается на результатах освоения дисциплин, входящих в модули «Общая физика», «Теоретическая физики», «Теория конденсированного состояния» и, в свою очередь, служит базой для проведения теоретических исследований в рамках выполнения выпускной квалификационной работы. Дисциплины модуля формируют представления о современных методах решения сложных задач теоретической физики. В курсе «Дополнительные главы квантовой механики» рассматриваются стационарная и нестационарная теория возмущений, теория квантовых переходов, теория рассеяния, основы релятивистской квантовой механики, квантовая теория систем многих частиц. Дисциплина «Квантовая теория магнетизма» включает элементы теории атомов в кристаллах, спиновую алгебру и спин-гамильтонианы, микроскопическую теорию магнитных взаимодействий, метод молекулярного поля, метод спиновых волн, теорию сверхтонких взаимодействий. Курс «Полевые методы в физике конденсированного состояния» посвящен изложению метода функций Грина в теории конденсированного состояния. В курсе «Прикладные пакеты и подготовка публикаций» студенты осваивают работу с прикладными пакетами для подготовки научных публикаций и презентаций.

## 2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВС) Прикладные пакеты и подготовка публикаций	6	9	42	-	51	17	Зачет, 4	72	2
2.	(ВС) Дополнительные главы квантовой механики	7	9	42	-	51	39	Экзамен, 18	108	3
3.	(ВС) Квантовая теория магнетизма	7	9	42	-	51	17	Зачет, 4	72	2
4.	(ВС) Полевые методы в физике конденсированного состояния	8	8	40		48	20	Зачет, 4	72	2
<b>Всего на освоение модуля</b>			<b>35</b>	<b>166</b>	<b>-</b>	<b>201</b>	<b>93</b>	<b>30</b>	<b>324</b>	<b>9</b>

## 2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

<b>3.1.</b>	<b>Пререквизиты и постреквизиты в модуле</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прикладные пакеты и подготовка публикаций</li> <li>2. Дополнительные главы квантовой механики</li> <li>3. Квантовая теория магнетизма</li> <li>4. Полевые методы в физике</li> </ol>
-------------	--	--

		конденсированного состояния
3.2.	Коррективы	нет

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

#### 4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения -РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
03.03.02 /01.02	РО-01 Способность осуществлять научно-исследовательскую деятельность	ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию; ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;
	РО-02 Способность осуществлять научно-инновационную деятельность	ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию; ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
	РО-03 Способность осуществлять организационно-управленческую деятельность	ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию; ОПК5 - способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией;
	РО-ТОП 2 Способность осуществлять научные исследования в области физики магнитных явлений и конденсированных сред.	ДПК5 - способность применять на практике знания теории и современных вычислительных методов в различных областях физики (физика атомов и молекул, физика конденсированного состояния, физика магнитных явлений)

#### 4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ОК-7	ОПК-3	ОПК-5	ПК-1	ДПК-5
1	Прикладные пакеты и подготовка публикаций	*	*	*	*	*
2	Дополнительные главы квантовой механики	*	*		*	*
3	Квантовая теория магнетизма	*	*		*	*
4	Полевые методы в физике конденсированного состояния	*	*		*	*

### 5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ *не предусмотрена*

### 6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола заседания проектной группы модуля</b>	<b>Дата заседания проектной группы модуля</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись руководителя проектной группы модуля</b>

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Дополнительные главы квантовой теории	<b>Код модуля</b> 1139514
<b>Образовательная программа</b> Физика	<b>Код ОП</b> 03.03.02/01.02
<b>Направление подготовки</b> Физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b>
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	03.03.02
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Москвин Александр Сергеевич	Доктор физ-мат наук, профессор	профессор	теоретической физики	

**Руководитель модуля**

А.С. Москвин

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук**

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ** **Дополнительные главы квантовой механики**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

«Дополнительные главы квантовой механики» является базовым курсом для большинства спецкурсов по субпрофилям бакалавриата и магистратуры. В курсе детально рассматриваются преобразования в квантовой механике, теория момента количества движения, стационарная и нестационарная теория возмущений, теория квантовых переходов, теория рассеяния, основы релятивистской квантовой механики, квантовая теория систем многих частиц, теория многоэлектронного атома.

## **1.2. Язык реализации программы – русский**

## **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

ДПК5 - способность применять на практике знания теории и современных вычислительных методов в различных областях физики (физика атомов и молекул, физика конденсированного состояния, физика магнитных явлений).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:** основные представления о квантовой природе формирования магнитных моментов электронов, ядер, атомов и молекул, природе основных магнитных взаимодействий – магнитной анизотропии, изотропных и анизотропных обменных взаимодействий. На этой основе сформировать представления о конкретных типах магнетиков, магнитных фазовых переходах, магнитных возбуждениях и резонансах..

**Уметь:** анализировать и излагать результаты экспериментальных исследований материалов в рамках современных представлений о природе магнетизма, разрабатывать и внедрять адекватные микроскопические модели, проводить стандартные (полу)количественные оценки.

**Владеть:** языком современной теории магнетизма, четкими представлениями о природе магнетизма, методами физического и математического описания основных микро- и макроскопических характеристик магнетиков, основными расчетными схемами.

## **1.4. Объем дисциплины для очной формы обучения**

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
2.	Лекции	9	9	9
3.	Практические занятия	42	42	42
4.	Лабораторные работы			
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>39</b>	<b>7.65</b>	<b>39</b>



6.	Промежуточная аттестация	18	0.25	Э, 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	58.90	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для очной формы обучения

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Преобразования в квантовой механике	Преобразование координат и преобразования физической системы. Унитарные (канонические) преобразования. Понятие о векторе состояния, геометрическая аналогия. Различные представления вектора состояния. Матричная механика. Группы преобразований. Понятие группы и представление групп. Примеры групп, используемых в квантовой механике. Понятие о неприводимых представлениях групп, базисе представления. Трансформационные свойства элементов базиса. Непрерывные группы, инфинитезимальные матрицы, или генераторы групп, их связь с физическими величинами. Симметрия и законы сохранения в квантовой механике. Теорема Вигнера о связи собственных значений энергии и волновых функций с неприводимыми представлениями группы симметрии системы. Теорема Вигнера–Эккарта. Преобразование сдвига и оператор импульса. Однородность пространства и закон сохранения импульса. Преобразование поворота в трехмерном пространстве и оператор момента импульса. Преобразование скалярных и тензорных функций. Преобразование векторной функции. Оператор спина. Изотропность пространства и закон сохранения момента импульса.
P2	Математический аппарат теории момента количества движения	Коммутационные соотношения для компонент момента. Операторы повышения и понижения. Разбиение пространства собственных функций оператора $z$ -компоненты момента на базисы неприводимых представлений группы трехмерных вращений ( $jm$ -функции). Квантовое число момента и его возможные значения. Матричные элементы оператора момента. Матрицы Паули и их свойства. Трансформационные свойства $jm$ -функций. Векторная модель сложения моментов. Коэффициенты векторного сложения моментов (коэффициенты Клебша–Гордана), их свойства. Коэффициенты Вигнера. Сложение трех моментов и $6j$ -символы. «Физическая» и «математическая» интерпретация основной формулы сложения моментов. Неприводимые тензорные операторы. Теорема Вигнера–Эккарта. Эквивалентные операторы.
P3	Теория возмущений	Стационарная теория возмущений. невырожденный уровень. Вырожденный уровень. Теория возмущений для двух близких уровней. Эффективные гамильтонианы. Псевдоспиновый формализм Теория возмущений, зависящих от времени. Квантовые переходы, вероятность перехода. Основные уравнения нестационарной теории возмущений. Переход к представлению взаимодействия. Общий вид решения основного уравнения. Хронологический оператор Дайсона. Матрица рассеяния. Квантовые переходы под действием «постоянного» и периодического возмущения. «Золотое» правило Ферми. Закон

		сохранения энергии и соотношение неопределенностей энергия– время. Взаимодействие квантовой системы с электромагнитным полем. Понятие о парциальных фотонах. Электромагнитные переходы. Длинноволновое приближение. Правила отбора.
<b>Р4</b>	<b>Квантовая теория упругого рассеяния</b>	Метод функций Грина в теории рассеяния. Поведение решения на больших расстояниях от центра рассеяния. Амплитуда рассеяния. Борновские приближения. Дифференциальное сечение рассеяния. Упругое рассеяние в центральном поле. Формула Резерфорда. Метод парциальных волн. Фазовые сдвиги. Дифференциальное и интегральное сечения рассеяния в методе парциальных волн. Оптическая теорема.
<b>Р5</b>	<b>Элементы релятивистской квантовой механики.</b>	Уравнение Клейна-Гордона и уравнение Дирака. Матрицы Дирака. Спиральность дираковской частицы. Дираковская частица в магнитном поле. Уравнение Паули. Спин электрона. Магнитный момент электрона. Факторы Ланде. Дираковская частица в электрическом поле, релятивистские поправки. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода. Сверхтонкие взаимодействия, сверхтонкая структура.
<b>Р6</b>	<b>Квантовая теория систем многих частиц.</b>	Принцип тождественности одинаковых частиц в квантовой механике. Перестановочная симметрия, операторы симметризации-антисимметризации. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Спин и перестановочная симметрия, схемы Юнга. Обменное взаимодействие Гейзенберга, спин-гамильтониан. Представление чисел заполнения. Уравнение Шредингера в представлении чисел заполнения. Операторы рождения и уничтожения. Вторичное квантование. Форма операторов одно- и двух-частичного типа. Фононы. Магноны.
<b>Р7</b>	<b>Теория многоэлектронного атома</b>	Гамильтониан многоэлектронного атома. Простейшие модельные «одночастичные» приближения, модель эффективных зарядов. Метод самосогласованного поля Хартри и Хартри-Фока. Мультипольное разложение межэлектронного взаимодействия, интегралы Слэтера. Сложение моментов, LS- и jj-связь. Электронные оболочки, электронные конфигурации. Особенности полностью заполненных оболочек. Термы. Правило Хунда. Спин-орбитальное взаимодействие, LSJ-мультиплеты. Правило интервалов Ланде. Общая картина формирования энергетического спектра атома.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

#### 3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Для очной формы обучения

Код раздела, темы	Раздел дисциплины	Всего по разделу, теме (час.)	Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																															
			Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)											Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)										
							Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*													
																										Зачет			Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю							
Р1	Преобразования в квантовой механике	10,4	6	2	4	0	4,4	2,4	0,4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Р2	Математический аппарат теории момента количества движения	17,5	10	2	8	0	7,5	5,5	0,4	5,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Р3	Теория возмущений	16,3	9	1	8	0	7,3	5,3	0,2	5,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Р4	Квантовая теория упругого рассеяния	13,4	8	2	6	0	5,4	3,4	0,4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Р5	Элементы релятивистской квантовой механики.	10,4	6	2	4	0	4,4	2,4	0,4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Р6	Квантовая теория систем многих частиц.	11	6	0	6	0	5	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Р7	Теория многоэлектронного атома	11	6	0	6	0	5	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>90</b>	<b>51</b>	<b>9</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>39</b>	<b>25</b>	<b>1,8</b>	<b>23,2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>108</b>	<b>51</b>			<b>0</b>	<b>57</b>	В т.ч. промежуточная аттестация																					<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>						

#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.4. Лабораторные работы

*Не предусмотрены*

##### 4.5. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1-2	Преобразования в квантовой механике	4
P2	3-6	Математический аппарат теории момента количества движения	8
P3	7-10	Теория возмущений	8
P4	11-13	Квантовая теория упругого рассеяния	6
P5	14-15	Элементы релятивистской квантовой механики.	4
P6	16-18	Квантовая теория систем многих частиц.	6
P7	19-21	Теория многоэлектронного атома	6
		Всего	42

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа по разделу 1: Преобразования в квантовой механике

Домашняя работа по разделу 2 Математический аппарат теории момента количества движения

Домашняя работа по разделу 3: Теория возмущений

Домашняя работа по разделу 4: Квантовая теория упругого рассеяния

Домашняя работа по разделу 5: Элементы релятивистской квантовой механики

Домашняя работа по разделу 6: Квантовая теория систем многих частиц

Домашняя работа по разделу 7: Теория многоэлектронного атома

###### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

*Не предусмотрено*

###### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

*Не предусмотрено*

###### 4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

*Не предусмотрено*

###### 4.1.8. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

*Не предусмотрено*

###### 4.2.8. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

*Не предусмотрено*

###### 4.3.8. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

*Не предусмотрено*

###### 4.4.8. Примерная тематика контрольных работ

*Не предусмотрено*

###### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

*Не предусмотрено*

#### 6. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения	Дистанционные образовательные технологии и электронное
------------------------------	--------------------------	--

							обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1-P7			*	*	*							

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

(Приложение 1)

## 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И

## ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1.Рекомендуемая литература

#### 9.1.1.Основная литература

1. Давыдов А.С. Квантовая механика (2-е изд.). М.: Наука, 1973 (76 экз)
2. Елютин П.В., Кривченков В.Д. Квантовая механика с задачами. М.: Наука, 1976 (52 экз)
3. Соколов А.А., Лоскутов Ю.М., Тернов И.М. Квантовая механика (2-е изд.) М.: Просвещение, 1965 URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474073>
4. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. М.: Наука, 1979 (60 экз)
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Краткий курс теоретической физики, том 2: Квантовая механика. М.: Наука, 1972 (15 экз)
6. Мессиа А. Квантовая механика. Том 1. М.: Наука, 1978 (15 экз)
7. Мессиа А. Квантовая механика. Том 2. М.: Наука, 1979 (27 экз)
8. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики (5-е изд.) М.: Наука, 1976 (48 экз)
9. Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома (4-е издание). М.: Наука, 1974 (145 экз)
10. Матвеев А.Н. Квантовая механика и строение атома. М.: Высш. школа, 1965
11. Флюгге З. Задачи по квантовой механике. Том 1. М.: Мир, 1974 (21 экз)
12. Флюгге З. Задачи по квантовой механике. Том 2. М.: Мир, 1974 (20 экз)
13. Гольдман И.И., Кривченков В.Д. Сборник задач по квантовой механике. М.: ГИТТЛ, 1957 (19 экз) URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257398>
14. Галицкий В .М., Карнаков Б .М, Коган В. И., Задачи по квантовой механике. М., 1981. (20 экз)

#### 9.1.2. Дополнительная литература

1. Астахов А.В., Широков Ю.М. Курс физики. Том 3. Квантовая физика. М: Наука, 1983 (9 экз)
2. Бом Д. Квантовая теория. (2-е издание). М.: Наука, 1965 (15 экз)
3. Гейзенберг В., Шредингер Э. Дирак П.А.М. Современная квантовая механика. Три нобелевских доклада. Л.-М.: Гостехиздат, 1934 URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=45428>
4. Дирак П.А.М. Лекции по квантовой теории поля. М.: Мир, 1971 URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83033>
5. Дирак П.А.М. Принципы квантовой механики (2-е издание). М.: Наука, 1979 (32 экз)
6. Зоммерфельд А. Строение атома и спектры. Том 1. М.: ГИТТЛ, 1956 (9 экз)

7. Зоммерфельд А. Строение атома и спектры. Том 2. М.: ГИТТЛ, 1956 (6 экз)
8. Липкин Г. Квантовая механика. Новый подход к некоторым проблемам. М.: Мир, 1977 (8 экз)
9. Медведев Б.В. Начала теоретической физики. Механика. Теория поля. Элементы квантовой механики. М.: Наука, 1977 Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2262>
10. Паули В. Труды по квантовой теории. Статьи 1928-1958. М.: Наука, 1977 URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427242>

## **9.2.Методические разработки**

1. Атомы в кристаллах : [учеб. пособие] / А. С. Москвин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 380 с.
2. Квантовая механика: метод. указ. по решению задач, ч.1. Сост. Москвин А. С. Свердловск, 1985.
3. Квантовая механика: метод. указ. по решению задач, ч.2. Сост. Москвин А. С., Шашкин С. Ю. Свердловск, 1986.

## **9.3.Программное обеспечение**

*Не используется*

## **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.  
Электронная библиотека УрФУ [orac.urfu.ru](http://orac.urfu.ru)  
Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [study.urfu.ru](http://study.urfu.ru)  
Wolfram Alpha – <http://alpha.wolfram.com>  
[arxiv.org](http://arxiv.org), arXiv, Cornell University. Доступ свободный.

## **9.5.Электронные образовательные ресурсы**

*Не используются*

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Демонстрационное оборудование; аудитория и мультимедийный проектор для сопровождения лекций.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
к рабочей программе дисциплины

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий –0.6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение лекций</i>	VII,1-17	10
Мини контрольная работа по теме <b>Модель жестких ионов и оболочечная модель кристалла</b>	VII,7	20
Мини контрольная работа по теме <b>Ориентационные фазовые переходы</b>	VII,11	10
Мини контрольная работа по теме <b>Фононы</b>	VII,15	10
Мини контрольная работа по теме <b>Плотность состояний и поверхность Ферми металлов</b>	VII, 16	20
Мини контрольная работа по теме <b>Кристаллическое поле, молекулярные орбитали, зонные модели</b>	VII, 16-17	30
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям –0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям –Экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий –0.4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Активность и эффективность на практических занятиях</i>	VII, 1-17	30
<i>Домашние работы №1-№7</i>	VII, 1-17	70
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям–1.0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрена</b>		
<b>3. Лабораторные занятия – не предусмотрены</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта не предусмотрены**

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 7	1.0

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
**к рабочей программе дисциплины**

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ  
НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.*

*В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.*



**8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## **8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

*НТК не используется*

## **8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий**

1. Симметрия и законы сохранения в квантовой механике. Теорема Вигнера.
2. Преобразование сдвига и оператор импульса.
3. Преобразование поворота и оператор момента количества движения.
4. Алгебра момента количества движения. Матрицы момента.
5. Векторная модель сложения моментов. Коэффициенты Клебша-Гордана.
6. Основные формулы стационарной теории возмущений.
7. Стационарная теория возмущений. Случай двух близких уровней.
8. Основы нестационарной теории возмущений. Матрица рассеяния.
9. Квантовые переходы. Золотое правило Ферми.
10. Борновское приближение в теории упругого рассеяния.
11. Амплитуда рассеяния. Дифференциальное сечение рассеяния.
12. Формула Резерфорда.
13. Основы метода парциальных волн.
14. Оптическая теорема.
15. Релятивистский электрон. Уравнение Дирака.
16. Магнитный момент электрона.
17. Релятивистские поправки.
18. Спин-орбитальное взаимодействие.
19. Тонкая структура спектра атома водорода.
20. Элементы квантовой теории систем многих частиц. Перестановочная симметрия. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.
21. Спин и перестановочная симметрия. Схемы Юнга.
22. Обменное взаимодействие Гейзенберга.
23. Представление чисел заполнения.
24. Операторы рождения и уничтожения частиц. Вторичное квантование.
25. Элементы теории многоэлектронного атома.
26. Приближение Хартри-Фока.
27. Электростатическое взаимодействие в многоэлектронном атоме. Правило Хунда.
28. Термы, мультиплеты.

### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

*Не предусмотрено*

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

*Не предусмотрено*

### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для экзамена**

1. Симметрия и законы сохранения в квантовой механике. Теорема Вигнера.
2. Преобразование сдвига и оператор импульса.
3. Преобразование поворота и оператор момента количества движения.
4. Алгебра момента количества движения. Матрицы момента.
5. Векторная модель сложения моментов. Коэффициенты Клебша-Гордана.
6. Стационарная теория возмущений. Невырожденный уровень.
7. Стационарная теория возмущений. Вырожденный уровень.
8. Стационарная теория возмущений. Случай двух близких уровней.
9. Основы нестационарной теории возмущений. Матрица рассеяния.
10. Квантовые переходы. Золотое правило Ферми.

11. Метод парциальных фотонов.
12. Элементы теории упругого рассеяния. Борновское приближение.
13. Решение задачи рассеяния на больших расстояниях. Амплитуда рассеяния.  
Дифференциальное сечение рассеяния.
14. Формула Резерфорда.
15. Основы метода парциальных волн. Формула Факсена-Хольцмарка.
16. Оптическая теорема.
17. Релятивистский электрон. Уравнение Дирака.
18. Магнитный момент электрона.
19. Спин-орбитальное взаимодействие.
20. Релятивистские поправки.
21. Тонкая структура спектра атома водорода.
22. Элементы квантовой теории систем многих частиц. Перестановочная симметрия. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.
23. Спин и перестановочная симметрия. Схемы Юнга.
24. Обменное взаимодействие Гейзенберга.
25. Представление чисел заполнения.
26. Операторы рождения и уничтожения частиц. Вторичное квантование.
27. Элементы теории многоэлектронного атома.
28. Приближение Хартри-Фока.
29. Электростатическое взаимодействие в многоэлектронном атоме. Правило Хунда.
30. Термы, мультиплеты.

#### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

*Не предусмотрено*

#### **8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

*Не используются*

#### **8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*Не используются*

#### **8.3.8. Интернет-тренажеры**

*Не используются*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ МАГНЕТИЗМА**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Дополнительные главы квантовой теории	<b>Код модуля</b> 1139514
<b>Образовательная программа</b> Физика	<b>Код ОП</b> 03.03.02/01.02
<b>Направление подготовки</b> Физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 03.03.02
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Москвин Александр Сергеевич	Доктор физ-мат наук, профессор	профессор	теоретической физики	

**Руководитель модуля**

А.С. Москвин

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук**

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

## 5. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ **Квантовая теория магнетизма**

### 5.1. Аннотация содержания дисциплины

Магнетизм как явление и магнитные материалы представляют сегодня одно из важнейших направлений физики конденсированного состояния. **Квантовая теория магнетизма** использует методы квантовой механики для изучения природы магнетизма ионов в кристаллах, магнитных взаимодействий, магнитных возбуждений, а также разнообразных физических свойств магнетиков, связи макроскопических свойств магнитных материалов с их атомной структурой, создавая, таким образом, теоретический базис современного прикладного магнетизма, спинтроники, магнитооптики, магнитоакустики и других направлений. Лекции и практические занятия охватывают широкий круг вопросов теории конденсированного состояния – общую классификацию магнетиков и магнитных явлений, параметры порядка, вопросы симметрии и ее нарушения, элементы теории атомов в кристаллах, спиновую алгебру и спин-гамильтонианы, микроскопическую теорию магнитных взаимодействий, метод молекулярного поля, метод спиновых волн, теорию сверхтонких взаимодействий, различные аспекты теории сильнокоррелированных систем.

### 5.2. Язык реализации программы – русский

#### 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

ДПК5 - способность применять на практике знания теории и современных вычислительных методов в различных областях физики (физика атомов и молекул, физика конденсированного состояния, физика магнитных явлений).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: основные представления о квантовой природе формирования магнитных моментов электронов, ядер, атомов и молекул, природе основных магнитных взаимодействий – магнитной анизотропии, изотропных и анизотропных обменных взаимодействий. На этой основе сформировать представления о конкретных типах магнетиков, магнитных фазовых переходах, магнитных возбуждениях и резонансах..

Уметь: анализировать и излагать результаты экспериментальных исследований материалов в рамках современных представлений о природе магнетизма, разрабатывать и внедрять адекватные микроскопические модели, проводить стандартные (полу)количественные оценки.

Владеть: языком современной теории магнетизма, четкими представлениями о природе магнетизма, методами физического и математического описания основных микро- и макроскопических характеристик магнетиков, основными расчетными схемами.

#### 1.4. Объем дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	
1.	Аудиторные занятия	51	51	7

2.	Лекции	9	9	9
3.	Практические занятия	42	42	42
4.	Лабораторные работы			
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>17</b>	<b>7.65</b>	<b>17</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	4	<b>0.25</b>	<b>3, 4</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	72	58.90	72
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	2		2

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для очной формы обучения

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	<b>Введение. Классификация магнитных явлений и магнитных материалов.</b>	Упорядоченные магнитные структуры. Магнитная симметрия. Типы магнитных структур и методы их наблюдения. Теория молекулярного поля Кюри-Вейсса и восприимчивость ферромагнетика. Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точки Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков. Слабый ферромагнетизм. Ферримагнетики. Магнитная структура. Точки Кюри и компенсации. Неколлинеарные (геликоидальные, спиральные) магнетики. Магнитные фрустрации. Квантовые магнетики. Спонтанные и индуцированные магнитные фазовые переходы. Спин-переориентационные фазовые переходы. Спин-флип и спин-флоп переходы. Метамагнитные переходы. Магнитоупругие взаимодействия, магнострикция. Магнитооптические эффекты Фарадея, Керра, Коттон-Мутона. Магнитоэлектрические эффекты, мультиферроики. Топологические неоднородные магнитные структуры, магнитная доменная структура.
P2	<b>Магнетизм атомов в кристаллах.</b>	Магнитные моменты микрочастиц. Электрон в магнитном поле. Орбитальный и спиновый парамагнитные моменты. Магнетон Бора. Фактор Ланде. Диамагнетизм. Диамагнетизм Ландау. Магнитный момент ядра. Атомные магнитные моменты. Электронная структура свободного атома. Термы и мультиплеты. Первое, второе, и третье правила Хунда. Формирование магнитного момента свободного атома. Атомы в кристаллах. «Замораживание» орбитального момента. Различные схемы кристаллического поля. Особенности 3d- и 4f-ионов. Формирование магнитного момента атома в кристаллическом поле. Спин-орбитальное взаимодействие и частичное «размораживание» орбитального момента. Эффективный g-тензор. Метод эквивалентных операторов Стивенса. Псевдоспиновый формализм, квазидублеты. Ковалентность и перенос электронной и спиновой плотности.
P3	<b>Атомная магнитная восприимчивость.</b>	Атомная магнитная восприимчивость. Парамагнитная восприимчивость, функции Бриллюэна, Ланжевена и закон Кюри. Эффективные магнитные моменты. Ван-Флекковская восприимчивость. Ядерный парамагнетизм.
P4	<b>Природа магнитной анизотропии</b>	Одноионная магнитная анизотропия. Спин-орбитальное взаимодействие и одноионная магнитная спиновая анизотропия 3d-ионов. Кристаллическое поле и одноионная магнитная

		анизотропия редкоземельных (4f) ионов. Особенности квантовой природы магнитной анизотропии.
<b>P5</b>	<b>Взаимодействие магнитных ионов. Спин-гамильтонианы</b>	Взаимодействие магнитных ионов. Магнитодипольное взаимодействие. Обменное взаимодействие. Потенциальный (гейзенберговский) и кинетический обмен. Прямой обмен, сверхобмен, косвенный обмен. Спиновый гамильтониан, модель Гейзенберга. Обменно-релятивистские взаимодействия. Анизотропный обмен, модель Изинга, XY-модель. Антисимметричный обмен Дзялошинского-Мория.
<b>P6</b>	<b>Сверхтонкие взаимодействия (СТВ)</b>	Сверхтонкие взаимодействия (СТВ). Электрические и магнитные СТВ. Контактное взаимодействие Ферми. Сверхтонкая структура спектра атома водорода. Наведенные и косвенные СТВ. Спиновая поляризация и локальные поля на ядрах. Эффективные спин-гамильтонианы и расчет спинового расщепления ядер. Ядерные квадрупольные взаимодействия. Тензор ГЭП. ЯМР, ЯКР, ЯГР.
<b>P7</b>	<b>Магнитные возбуждения. Магнитный резонанс.</b>	Магнитные возбуждения. Квантование колебаний намагниченности. Спиновые волны, магноны. Закон дисперсии. Тепловые магнонные эффекты. Температурная зависимость намагниченности насыщения. Магноны в антиферромагнетиках. Магнитный резонанс. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс, уравнения Блоха. Ядерный квадрупольный резонанс. Ферромагнитный резонанс, уравнения Ландау-Лифшица и Гильберта. Антиферромагнитный резонанс. Ядерный гамма-резонанс (эффект Мёссбауэра).

## **7. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ**

### **3.2. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины**

Для очной формы обучения



Код раздела, темы	Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																						Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)	Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации и по модулю (час.)																					
	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)																																								
							Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конфер., коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*																														
P1	Введение. Классификация магнитных явлений и магнитных материалов.	12	10	2	8		2	0	0	0		2	1																																							
P2	Магнетизм атомов в кристаллах.	10	8	2	6		2	0	0	0		2	1																																							
P3	Атомная магнитная восприимчивость.	11	9	1	8		2	0	0	0		2	1																																							
P4	Природа магнитной анизотропии	12	10	2	8		2	0	0	0		2	1																																							
P5	Взаимодействие магнитных ионов. Спин-гамальтонианы	13	11	2	9		2	0	0	0		2	1																																							
P6	Сверхтонкие взаимодействия (СТВ)	5,5	2		2		3,5	1,5		1,5		2	1																																							
P7	Магнитные возбуждения. Магнитный резонанс.	4,5	1		1		3,5	1,5		1,5		2	1																																							
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>68</b>	<b>51</b>	<b>9</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>72</b>	<b>51</b>				<b>21</b>																																													
																	В т.ч. промежуточная аттестация					<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>																											

## 8. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.6. Лабораторные работы

*Не предусмотрены*

### 4.7. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1-4	Введение. Классификация магнитных явлений и магнитных материалов.	8
P2	5-7	Магнетизм атомов в кристаллах.	6
P3	8-11	Атомная магнитная восприимчивость.	8
P4	12-15	Природа магнитной анизотропии	8
P5	16-20	Взаимодействие магнитных ионов. Спин-гамильтонианы	9
P6	20-21	Сверхтонкие взаимодействия (СТВ)	2
P7	21	Магнитные возбуждения. Магнитный резонанс.	1
Всего			42

### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.4. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа по разделу 1: Классификация магнитных явлений и магнитных материалов.

Домашняя работа по разделу 2 Магнетизм атомов в кристаллах.

Домашняя работа по разделу 3: Атомная магнитная восприимчивость.

Домашняя работа по разделу 4: Природа магнитной анизотропии

Домашняя работа по разделу 5: Спин-гамильтонианы

Домашняя работа по разделу 6: Магнитные сверхтонкие взаимодействия. Ядерные квадрупольные взаимодействия

Домашняя работа по разделу 7: Спиновые волны.

#### 4.3.5. Примерный перечень тем графических работ

*Не предусмотрено*

#### 4.3.6. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

*Не предусмотрено*

#### 4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

*Не предусмотрено*

#### 4.1.8. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

*Не предусмотрено*

#### 4.2.8. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

*Не предусмотрено*

#### 4.3.8. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

*Не предусмотрено*

#### 4.4.8. Примерная тематика контрольных работ

*Не предусмотрено*

#### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

*Не предусмотрено*

## 7. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы	Активные методы обучения	Дистанционные
-------------------	--------------------------	---------------

дисциплины							образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1-P7			*	*	*							

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

## 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1.Рекомендуемая литература

#### 9.1.1.Основная литература

1. Вонсовский С.В. Магнетизм. Магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков. М.: Наука, 1971 (26 экз)
2. Абрагам А., Блини Б. Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов. Том 1. М.: Мир, 1972, (15 экз)
3. Абрагам А., Блини Б. Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов. Том 2. М.: Мир, 1973 (7 экз)
4. Р.Уайт. Квантовая теория магнетизма. "Мир", М. 1985 (8 экз)
5. Тябликов С. В. Методы квантовой теории магнетизма. М., 1975. (15 экз)
6. Маттис Д. Теория магнетизма, М., Мир, 1967. (13 экз)
7. Метфессель З., Маттис Д. Магнитные полупроводники. М., Мир, 1972. (10 экз)
8. Тикадзуми С. Физика ферромагнетизма. Магнитные свойства вещества. М., 1983. (23 экз)
9. Бердышев А.А. Введение в квантовую теорию магнетизма. Екатеринбург: УрГУ. 1992. (21 экз)
10. Боровик Е.С., В.В. Еременко, А.С. Мильнер. Лекции по магнетизму. М.:Физматлит. 2005. 510 с. ( 24 экз), Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2118>

#### 9.1.2. Дополнительная литература

1. Кринчик Г.С. Физика магнитных явлений. М.: МГУ, 1976. (8 экз)
2. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. Т.1 (38 экз) и Т2 (40 экз), М.: Мир, 1979

#### 9.2.Методические разработки

1. Атомы в кристаллах : [учеб. пособие] / А. С. Москвин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 380 с.
2. А.С. Москвин, Е.В. Сеницын, Ориентационные фазовые переходы, методические указания по теории твердого тела / А.С. Москвин, Е.В. Сеницын; Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького. — Свердловск: УрГУ, 1990. — 46 с. : ил.

#### 9.3.Программное обеспечение

Не используется

#### **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.

Электронная библиотека УрФУ oрас.urfu.ru

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

Wolfram Alpha – <http://alpha.wolfram.com>

arxiv.org. arXiv, Cornell University. Доступ свободный.

#### **9.5. Электронные образовательные ресурсы**

*Не используются*

### **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Демонстрационное оборудование; аудитория и мультимедийный проектор для сопровождения лекций.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
к рабочей программе дисциплины

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий –0.6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение лекций</i>	VII,1-17	10
Мини контрольная работа по теме <b>Модель жестких ионов и оболочечная модель кристалла</b>	VII,7	20
Мини контрольная работа по теме <b>Ориентационные фазовые переходы</b>	VII,11	10
Мини контрольная работа по теме <b>Фононы</b>	VII,15	10
Мини контрольная работа по теме <b>Плотность состояний и поверхность Ферми металлов</b>	VII, 16	20
Мини контрольная работа по теме <b>Кристаллическое поле, молекулярные орбитали, зонные модели</b>	VII, 16-17	30
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям –0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям –Зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий –0.4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Активность и эффективность на практических занятиях</i>	VII, 1-17	30
<i>Домашние работы №1-№7</i>	VII, 1-17	70
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям–1.0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрена</b>		
<b>3. Лабораторные занятия – не предусмотрены</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта не предусмотрены**

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 7	<b>1.0</b>

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
**к рабочей программе дисциплины**

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ  
НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.*

*В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.*

**8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## 8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

*НТК не используется*

## 8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

1. Спиновый и орбитальный магнетизм электронов. Диамагнетизм.
2. Классификация состояний свободного атома. Электростатическое взаимодействие при  $LS$ -связи. Термы. Правило Хунда.
3. Спин-орбитальное взаимодействие при  $LS$ -связи. Мультиплетное расщепление и  $LS$ -смешивание. Третье правило Хунда.
4. Магнитный момент свободного атома.
5. Гамильтониан КП. Электростатическая модель КП (модель точечных зарядов).
6. Движение атомного  $p$ -электрона в кристаллическом поле различной симметрии. Токовые и нетоковые состояния. Замораживание и размораживание орбитального момента. Изинговский магнитный момент.
7. Движение атомного  $nd$ -электрона в кристаллическом поле кубической симметрии.  $e_g$ - и  $t_{2g}$ -состояния. Замораживание орбитального момента.
8. Многоэлектронные конфигурации в схеме сильного кубического КП. Высоко- и низкоспиновые состояния ионов с незаполненной  $3d$ -оболочкой.
9. Схема среднего КП. Кристаллические  $^{2S+1}G$  термы.
10. Схема слабого КП. Метод эквивалентных операторов Стивенса. Кристаллическое поле и магнитная анизотропия редкоземельных ионов.
11. Основные спиновые взаимодействия. Спин-гамильтониан. Обменное взаимодействие Гейзенберга. Биквадратичный обмен. Антисимметричный обмен Дзялошинского-Мория. Одно- и двухионная анизотропия.
12. Электрические и магнитные СТВ. Контактное взаимодействие Ферми. Наведенные и косвенные СТВ.
13. Магнитные возбуждения. Спиновые волны, магноны.
14. Магнитный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс. Ядерный квадрупольный резонанс. Ферромагнитный резонанс. Ядерный гамма-резонанс.
15. Магнитоупругие взаимодействия.
16. Магнитооптические эффекты.
17. Магнитоэлектрические эффекты, мультиферроики.

### 8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

*Не предусмотрено*

### 8.3.3. Примерные контрольные кейсы

*Не предусмотрено*

### 8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Спиновый и орбитальный магнетизм электронов. Диамагнетизм.
2. Классификация состояний свободного атома. Электростатическое взаимодействие при  $LS$ -связи. Термы. Правило Хунда.
3. Спин-орбитальное взаимодействие при  $LS$ -связи. Мультиплетное расщепление и  $LS$ -смешивание. Третье правило Хунда.
4. Магнитный момент свободного атома.
5. Элементы теории кристаллического поля (КП). Общие свойства КП. Гамильтониан КП. Электростатическая модель КП (модель точечных зарядов).
6. Движение атомного  $p$ -электрона в кристаллическом поле различной симметрии. Токовые и нетоковые состояния. Замораживание и размораживание орбитального момента. Изинговский магнитный момент.
7. Движение атомного  $nd$ -электрона в кристаллическом поле кубической симметрии. Токовые и нетоковые состояния.  $e_g$ - и  $t_{2g}$ -состояния. Замораживание орбитального момента. Эффективный орбитальный момент для  $t_{2g}$ -электронов.
8. Многоэлектронные конфигурации в схеме сильного кубического КП. Высоко- и низкоспиновые



состояния ионов с незаполненной 3d-оболочкой.

9. Схема среднего КП. Кристаллические  $^{2S+1}G$  термы.

10. Схема слабого КП. Метод эквивалентных операторов Стивенса. Кристаллическое поле и магнитная анизотропия редкоземельных ионов.

11. Основные спиновые взаимодействия. Спин-гамильтониан. Обменное взаимодействие Гейзенберга. Биквадратичный обмен. Антисимметричный обмен Дзялошинского-Мория. Одно- и двухионная анизотропия.

12. Электрические и магнитные СТВ. Контактное взаимодействие Ферми. Наведенные и косвенные СТВ.

13. Магнитная симметрия. Типы магнитных структур. Теория молекулярного поля Кюри-Вейсса и восприимчивость ферромагнетика.

14. Антиферромагнетики. Точки Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков. Слабый ферромагнетизм. Ферромагнетики.

15. Неколлинеарные (геликоидальные, спиральные) магнетики. Магнитные фрустрации (примеры).

16. Спонтанные и индуцированные магнитные фазовые переходы. Спин-переориентационные фазовые переходы. Спин-флип и спин-флоп переходы. Метамагнитные переходы.

17. Магнитные возбуждения. Спиновые волны, магноны.

18. Магнитный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс. Ядерный квадрупольный резонанс. Ферромагнитный резонанс. Ядерный гамма-резонанс.

19. Магнитоупругие взаимодействия, магнитострикция.

20. Магнитооптические эффекты.

21. Магнитоэлектрические эффекты, мультиферроики.

22. Магнитная доменная структура.

### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

*Не предусмотрено*

### **8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

*Не используются*

### **8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*Не используются*

### **8.3.8. Интернет-тренажеры**

*Не используются*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПОЛЕВЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Дополнительные главы квантовой теории	<b>Код модуля</b> 1139514
<b>Образовательная программа</b> Физика	<b>Код ОП</b> 03.03.02/01.02
<b>Направление подготовки</b> Физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b>
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	03.03.02
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Игошев Петр Алексеевич	Кандидат физико- математических наук	доцент	теоретической физики	

**Руководитель модуля**

А.С. Москвин

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук**

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Полевые методы в физике конденсированного состояния

## 4. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Полевые методы в физике конденсированного состояния» входит в число курсов по выбору траектории «Физика конденсированного состояния». Дисциплина предназначена для студентов, углубленно изучающих методы теоретической физики в теории конденсированного состояния. Для ее успешного усвоения студентам потребуются знания, полученные на всех предшествующих курсах модулей «Теоретическая физика» и «Математика».

### 1.2. Язык реализации программы - русский

### 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

ДПК5 - способность применять на практике знания теории и современных вычислительных методов в различных областях физики (физика атомов и молекул, физика конденсированного состояния, физика магнитных явлений).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: основы квантовой теории многочастичных систем;

Уметь: вычислять поправки по теории возмущений к электронной и фононной функциям Грина с использованием диаграммной техники Фейнмана;

Демонстрировать навыки и опыт работы с многочастичными гамильтонианами в представлении вторичного квантования.

### 1.4. Объем дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	8
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
2.	Лекции	8	8	8
3.	Практические занятия	40	40	40
4.	Лабораторные работы			
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>20</b>	<b>7.20</b>	<b>20</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	4	<b>0.25</b>	<b>3, 4</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	72	55.45	72
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	2		2

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	<b>Формализм вторичного квантования и представление чисел заполнения</b>	Переход к представлению вторичного квантования в многочастичных гамильтонианах фермионов и бозонов. Представление чисел заполнения.
P2	<b>Гейзенберговское представление, представление взаимодействия и S-матрица</b>	Эволюция волновой функции уравнения Шредингера во времени. Переход от шредингеровского представления к гейзенберговскому. Свойства операторов и волновой функции в гейзенберговском представлении. Гейзенберговское представление для операторов поля не взаимодействующих ферми-частиц. Представление взаимодействия. Свойства операторов и волновых функций в представлении взаимодействия. Описание временной эволюции волновой функции в представлении взаимодействия с помощью S –матрицы. Хронологическое упорядочение операторов. Переход от усреднения по основному состоянию операторов в гейзенберговском представлении к усреднению операторов в представлении взаимодействия.
P3	<b>Причинная одноэлектронная функция Грина при нулевой температуре</b>	Определение причинной одночастичной функции Грина при $T=0$ . Связь характеристик основного состояния системы при $T=0$ с причинной функцией Грина. Функция Грина не взаимодействующих электронов при нулевой температуре в координатном и импульсном пространствах.
P4	<b>Причинная однофононная функция Грина при нулевой температуре</b>	Оператор фононного поля. Гамильтониан электрон-фононного взаимодействия с акустическими продольными фононами. Определение одночастичной причинной функции Грина фононов при нулевой температуре. Функция Грина не взаимодействующих фононов при $T=0$ в координатном и импульсном пространствах.
P5	<b>Диаграммная техника для взаимодействующих ферми- и бозе-частиц</b>	Переход в одночастичных функциях Грина от гейзенберговского представления к представлению взаимодействия. Нормальное произведение операторов и свертка операторов. Теорема Вика для средних значений по основному состоянию от произведений операторов. Диаграммы Фейнмана для одночастичной функции Грина системы взаимодействующих частиц и правила их построения. Связанные и несвязанные диаграммы в ряду теории возмущений, правила учета топологически эквивалентных диаграмм.
P6	<b>Примеры диаграммной техники для различных типов взаимодействия</b>	Основные диаграммы первого и второго порядка теории возмущений в случае двухчастичного взаимодействия. Правила аналитической записи диаграмм в координатном и импульсном пространствах. Особенности диаграммной техники для взаимодействия электронов с переменным неоднородным внешним полем. Диаграммная техника для одночастичной функции Грина электронов в случае электрон-фононного взаимодействия. Сходства и отличия от случая диаграммной техники при двухчастичном взаимодействии. Правила записи диаграмм в координатном и импульсном пространствах. Диаграммная техника для однофононной функции Грина. Общие правила записи поправочных членов в рядах теории возмущений для одноэлектронной и однофононной функций Грина.
P7	<b>Блочное суммирование диаграмм. Собственно-</b>	Приводимые и неприводимые диаграммы в ряду теории возмущений для одноэлектронной функции Грина при двухчастичном взаимодействии. Неприводимая собственно-энергетическая часть (массовый оператор) одноэлектронной функции Грина и основные

	<b>энергетическая часть и уравнение Дайсона</b>	<p>диаграммы собственно-энергетической части в низших порядках теории возмущений. Уравнение Дайсона для одноэлектронной функции Грина. Скелетные диаграммы.</p> <p>Уравнение Дайсона в случае взаимодействия электронов с неоднородным внешним полем.</p> <p>Уравнение Дайсона, неприводимая собственно-энергетическая часть и ее основные диаграммы для одноэлектронной функции Грина в случае электрон-фононного взаимодействия.</p> <p>Блочное суммирование диаграмм для однофононной функции Грина, неприводимая собственно-энергетическая часть (поляризационный оператор) и уравнение Дайсона в случае электрон-фононного взаимодействия. Связь массового и поляризационного оператора с вершинной частью при электрон-фононном взаимодействии.</p>
<b>P8</b>	<b>Уравнение движения для одночастичной функции Грина и двухчастичная функция Грина</b>	<p>Уравнение движения для одночастичной функции Грина в гейзенберговском представлении и его связь с двухчастичной функцией Грина. Определение двухчастичной функции Грина.</p> <p>Основные диаграммы в ряду теории возмущения для двухчастичной функции Грина в случае двухчастичного взаимодействия.</p> <p>Двухчастичная смешанная электрон-фононная функция Грина в случае электрон-фононного взаимодействия.</p>

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

- **Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины для очной формы обучения**

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																												
		Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)													Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)		Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)						
											Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-коффер, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч., работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр., языке*	Перевод инов., литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю		
P1	Формализм вторичного квантования и представление чисел заполнения	<b>6,2</b>	3	1	2		<b>3,2</b>	1,2	0,2	1			2	1																					
P2	Гейзенберговское представление, представление взаимодействия и S-матрица	<b>7</b>	3	1	2		<b>4</b>	2	0,2	1,8													<b>2</b>			<b>1</b>									
P3	Причинная одноэлектронная функция Грина при нулевой температуре	<b>7</b>	5	1	4		<b>2</b>	2	0,2	1,8																									
P4	Причинная однофотонная функция Грина при нулевой температуре	<b>7</b>	5	1	4		<b>2</b>	2	0,2	1,8																									
P5	Диаграммная техника для взаимодействующих ферми- и бозе-частиц	<b>9,2</b>	7	1	6		<b>2,2</b>	2,2	0,2	2																									
P6	Примеры диаграммной техники для различных типов взаимодействия	<b>19,2</b>	17	1	16		<b>2,2</b>	2,2	0,2	2																									
P7	Блочное суммирование диаграмм. Собственно-энергетическая часть и уравнение Дайсона	<b>7,2</b>	5	1	4		<b>2,2</b>	2,2	0,2	2																									
P8	Уравнение движения для одночастичной функции Грина и двухчастичная функция Грина	<b>5,2</b>	3	1	2		<b>2,2</b>	2,2	0,2	2																									
	<b>Всего (час.)</b> , без учета промежуточной аттестации:	68	48	8	40	0	20	16	1,6	14,4			2	2																					
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	72					24																												
																							В т.ч. промежуточная аттестация		<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>							

\*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 1.1. Лабораторные работы

не предусмотрено

##### 1.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Вычислить матрицу гамильтониана двухуровневой системы взаимодействующих электронов в формализме вторичного квантования	2
P2	2	Вычисление вакуумных средних многоэлектронных операторов с помощью теоремы Вика для бозонов (фононов)	2
P3	3-4	Вычисление вакуумных средних многоэлектронных операторов с помощью теоремы Вика для фермионов	4
P4	5-6	Вычисление поправки к треугольной вершине электрон-фононного взаимодействия в наинизшем порядке. Доказательство теоремы Мигдала.	4
P5	7-9	Вычисление затухания электронных состояний в наинизшем порядке по электрон-электронному взаимодействию	6
P6	10-17	Вычисление поправок к электронной функции Грина и собственно-энергетической части электронов и фононов в рамках диаграммной техники Фейнмана. Техника суммирования по мацубаровским частотам.	16
P7	18-19	Вывод собственной энергии электронов и фононом через точную вершину взаимодействия	4
P8	20	Вычисление поправок к электронному массовому и фононному поляризаационному операторам при конечных температурах.	2

**Всего:** 40

##### 1.1. Примерная тематика самостоятельной работы

##### 1.2. Примерный перечень тем домашних работ

P1. Показать инвариантность полевых операторов рождения и уничтожения при изменении базиса одночастичных состояний.

##### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

*не предусмотрено*

##### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

*не предусмотрено*

##### 4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

*не предусмотрено*

##### 4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

*не предусмотрено*

##### 4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

*не предусмотрено*

##### 4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

*не предусмотрено*

##### 4.3.8. Примерная тематика контрольных работ



не предусмотрено

#### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

P5. Правила диаграммной техники Феймана для электрон-электронного взаимодействия.

### 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1-P2				*	*							

### 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

### 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

### 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

### 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 9.1. Рекомендуемая литература

##### 9.1.1. Основная литература

1. Давыдов А. С. Квантовая механика: учеб. пособие. — 3 изд., стереотипное. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 704 с. (11 экз) + 2014 г изд (10 экз)
2. Блохинцев, Д.И. Основы квантовой механики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2004. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/619>.

##### 9.1.2. Дополнительная литература

1. Е.М.Лифшиц, Л.П.Питаевский. Статистическая физика, часть 2. Теория конденсированного состояния. Гл.П. М., Физматлит, 1978. (9 экз).
2. Л.С.Левитов, А.В.Шитов. Функции Грина. Задачи и решения. Гл.1-6. М., Физматлит, 2003. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59281>
3. Р. Маттук. Фейнмановские диаграммы в проблеме многих тел. М., Мир, 1969 (7 экз)
4. Дж.Шриффер. Теория сверхпроводимости. М., Физматлит, 1970. (6 экз)

#### 9.2. Методические разработки

М.В. Садовский. Диаграмматика. Лекции по избранным задачам теории конденсированного состояния. М.-Ижевск:НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010

#### 9.3. Программное обеспечение

не используются

#### 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.

#### 9.5. Электронные образовательные ресурсы

М.В.Садовский. Диаграмматика. Лекции по избранным задачам теории конденсированного

состояния. <http://sadovski.iep.uran.ru/RUSSIAN/LTF/DATA/Diagramm.pdf>

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

В распоряжении имеется:

1. Демонстрационное оборудование и мультимедийный проектор для сопровождения лекций.
2. Компьютерные классы, приспособленные для тестирования в режиме on-line.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
к рабочей программе дисциплины

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Коллоквиум по теме «Правила диаграммной техники Феймана для электрон-электронного взаимодействия»	VIII, 4-6	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – Зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещаемость	VIII, 1-6	40
Домашняя работа	VIII, 5-6	60
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям: не предусмотрена</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: не предусмотрены</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта – не предусмотрено**

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр VIII	1

## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

**8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

**8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

*НТК не предусмотрен*

### **8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий В соответствии с тематикой лекций.**

**8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий В соответствии с тематикой практических занятий.**

**8.3.3. Примерные контрольные кейсы не предусмотрено.**

**8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

1. Формализм вторичного квантования. Фермионы. Бозоны.
2. Представление оператора для системы тождественных частиц через операторы рождения и уничтожения (или полевые операторы). Доказательство.
3. Пример: кулоновское взаимодействие для двухуровневой системы. Правило Хунда.
4. Гейзенберговское представление. Представление взаимодействия.  $S$ -матрица.
5.  $S$ -матрица.  $T$ -упорядочение. Адиабатическое включение взаимодействия. Правило перехода от среднего по основному состоянию в гейзенберговском представлении к среднему в представлении взаимодействия.
6. Одноэлектронная функция Грина, необходимость ее введения. Вычисление физических величин через функции Грина. Функция Грина свободных фермионов.
7. Аналитические свойства функций Грина фермионов. Лемановское представление. Запаздывающая и опережающая функции Грина фермионов.
8. Полюсы функций Грина, их физический смысл. Скачок среднего числа фермионов в состоянии с данным импульсом при переходе импульса через поверхность Ферми.
9. Диаграммная техника для функции Грина ферми-системы. Теорема Вика.
10. Правила диаграммной техники для фермионов в координатном представлении.
11. Правила диаграммной техники для фермионов в импульсном представлении.
12. Описание колебаний решетки в рамках полевых методов.
13. Функция Грина свободных фононов.
14. Аналитические свойства функции Грина фононов. Лемановское представление. Запаздывающая и опережающая функции Грина фононов.
15. Электрон-фононное взаимодействие. Полевое описание.
16. Диаграммная техника для электрон-фононного взаимодействия.
17. Диаграммная техника для электрон-фононного взаимодействия в импульсном представлении.
18. Принципы частичного суммирования диаграммного ряда. Одночастичная приводимость. Собственно-энергетическая часть (массовый оператор).
19. Функции Грина высших порядков. Затравочная 4-вершина для взаимодействия фермионов.
20. Уравнение Дайсона для взаимодействия фермионов.
21. Функции Грина высших порядков. Затравочная вершина для электрон-фононного взаимодействия.
22. Уравнение Дайсона для электрон-фононного взаимодействия.

**8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена не предусмотрено.**

**8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации не используются.**

**8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля не используются.**

**8.3.8. Интернет-тренажеры не используются.**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИКЛАДНЫЕ ПАКЕТЫ И ПОДГОТОВКА ПУБЛИКАЦИЙ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Дополнительные главы квантовой теории	<b>Код модуля</b> 1139514
<b>Образовательная программа</b> Физика	<b>Код ОП</b> 03.03.02/01.02
<b>Направление подготовки</b> Физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 03.03.02
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Синицын Владимир Евгеньевич	К.ф.-м.н. Доцент	Доцент	теоретиче ской физики	

**Руководитель модуля**

А.С. Москвин

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук**

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ



## 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Прикладные пакеты и подготовка публикаций

### 5. Аннотация содержания дисциплины

Умение представить научному сообществу результаты своей научной деятельности является важным и неотъемлемым составляющим научной работы компонентом. В данном курсе слушатели познакомятся с одним из самых популярных и открытых решений для компьютерной верстки текста — системой TeX, а также с макропакетом данной системы LaTeX. Данная система является общепризнанной для оформления научных статей, выпускных квалификационных работ, верстки книг и создания библиографии (BibTeX). В качестве непосредственного программного обеспечения для набора текста будет разобран функционал свободно распространяемого кросс-платформенного редактора Texmaker. Кроме того, будут изучены базовые принципы компоновки и создания научных текстов.

В курсе будет подробно разобран вопрос о создании презентаций и слайдов. Слушатели узнают о типичных ошибках при подготовке презентации, о том, как стоит строить свой рассказ и как рассчитать время своего доклада. В практической части будет изучен класс LaTeX для создания презентаций — Beamer. Он также является общепризнанным свободно распространяемым пакетом для создания графических презентаций в научной среде. В заключении будет проведен обзор основных пакетов для верстки постеров в форматах A1-A0.

### 1.2. Язык реализации программы - русский

### 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

ОПК5 - способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией;

ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

ДПК5 - способность применять на практике знания теории и современных вычислительных методов в различных областях физики (физика атомов и молекул, физика конденсированного состояния, физика магнитных явлений).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: Теоретические основы создания научных текстов, презентаций, построения доклада.

Уметь: верстать научные тексты с использованием LaTeX.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности): открытым кросс-платформенным редактором Texmaker, создавать презентации с использованием класса Beamer, уверенно рассказывать доклад.

### 1. Объем дисциплины

Очная форма обучения

	Виды учебной работы	Объем дисциплины	Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
--	---------------------	------------------	---

№ п/п		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6
<b>1.</b>	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
<b>2.</b>	Лекции	9	9	9
<b>3.</b>	Практические занятия	42	42	42
<b>4.</b>	Лабораторные работы			
<b>5.</b>	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>17</b>	<b>7.65</b>	<b>17</b>
<b>6.</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>4</b>	<b>0.25</b>	<b>3, 4</b>
<b>7.</b>	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>72</b>	<b>58.90</b>	<b>72</b>
<b>8.</b>	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>2</b>		<b>2</b>

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
<b>P1</b>	<b>Знакомство с Tex</b>	История системы Tex. Набор макросов LaTeX. Изучение структуры системы и управляющих последовательностей языка разметки текста.
<b>P2</b>	<b>Изучение редактора Texmaker</b>	Обзор возможностей. Создание документа. Компиляция выходного файла. Структура документа, нумерация формул, вставка ссылок, таблицы, массивы, списки, выделение текста, изменение шрифта, вставка изображений.
<b>P3</b>	<b>Основные шаблоны документов</b>	Изучение использования шаблонов документов в LaTeX. Создание титульного листа. Создание списка литературы, знакомство с BibTeX. Генерация документа, соответствующего ГОСТу. Планирование научного документа.
<b>P4</b>	<b>Создание презентаций в Beamer</b>	Планирование слайдов презентаций, времени на доклад. Изучение Beamer. Знакомство с цветовыми темами презентаций, оформлением слайдов, диаграммами, вставкой изображений. Создание презентации с устным докладом.
<b>P5</b>	<b>Создание постеров</b>	Расположение структурных элементов постера. Цветовое оформление. Обзор программных решений.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

- Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Очная форма обучения

Объем модуля (зач.ед.):9  
Объем дисциплины (зач.ед.):2

Код раздела, темы	Раздел дисциплины	Всего по разделу, теме (час.)	Аудиторные занятия (час.)			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий															Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)	Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)		
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Подготовка к аудиторным занятиям (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)																		
Наименование раздела, темы	Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие или семинар, семинар-конференция, коллоквиум, диспут, конкурс	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю				
																							P1	Знакомство с Тех	9,4	8
P2	Изучение редактора Texmaker	16,6	14	2	12																					
P3	Основные шаблоны документов	11,2	7	1	6											2	1									
P4	Создание презентаций в Beamer	22,9	16	2	14											2	1									
P5	Создание постеров	7,9	6	2	4																					
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>68</b>	<b>51</b>	<b>9</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>1,8</b>	<b>11,2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>			
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>72</b>	<b>51</b>				<b>21</b>	В т.ч. промежуточная аттестация															<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

\*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 1.3. Лабораторные работы

*Не предусмотрено*

##### 1.4. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1-3	Знакомство с редактором Texmaker. Создание документа, основы набора текста.	6
P2	4-9	Углубленный Тех: таблицы, массивы, нумерованные формулы, ссылки.	12
P3	10-11	Шаблоны. Знакомство с BibTex.	4
P1-P3	12	Контрольная работа №1: оформление ВКР	2
P4	13-15	Знакомство с пакетом Beamer.	6
P4	16	Создание презентаций. Управление цветом.	2
P4	17-18	Подготовка доклада. Расчет времени и текста на слайд.	4
P4	19	Контрольная работа №2: устный доклад	2
P5	20-21	Создание постеров.	4
<b>Всего:</b>			<b>42</b>

#### 4.4.

##### 4.5. 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

##### 1.3. Примерный перечень тем домашних работ

*Не предусмотрено*

##### 1.4. Примерный перечень тем графических работ

*Не предусмотрено*

##### 1.5. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

*Не предусмотрено*

##### 4.3.4 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

*Не предусмотрено*

##### 4.4.1. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

*Не предусмотрено*

##### 4.4.2. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

*Не предусмотрено*

##### 4.4.3. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

*Не предусмотрено*

##### 5. Примерная тематика контрольных работ

Контрольная работа 1. Тема: оформление ВКР

Создать в редакторе, используя шаблон, документ, оформленный в соответствии с ГОСТом для выпускных квалификационных работ, содержащий: титульный лист, таблицу, несколько формул и изображений и как минимум 3 ссылки на литературу.

Контрольная работа 2. Тема: устный доклад

Подготовить устный доклад на 10-15 минут на произвольную тему. К докладу, используя пакет Beamer, подготовить презентацию с необходимым количеством слайдов. Рассказать доклад, уложившись в отведенное время.

##### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

*Не предусмотрено*

## 6. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1-P5				*	*							

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

## 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1.Рекомендуемая литература

#### 9.1.1.Основная литература

1. Львовский, С.М. Работа в системе LaTeX : курс / С.М. Львовский ; Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. - 465 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234150>.

#### 9.1.2.Дополнительная литература

1. Беляков, Н. С. TEX для всех. Оформление учебных и научных работ в системе LATEX / Н.С. Беляков ; В.Е. Палош ; П.А. Садовский .— Москва : Либроком, 2009 .— 208 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447830>>.

### 9.2.Методические разработки

*Не используются*

### 9.3.Программное обеспечение

Кросс-платформенный свободно распространяемый редактор Texmaker

### 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [study.urfu.ru](http://study.urfu.ru)

Wolfram Alpha – <http://alpha.wolfram.com>

Электронная библиотека УрФУ [orac.urfu.ru](http://orac.urfu.ru)

### 9.5.Электронные образовательные ресурсы

*Не используются*

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Демонстрационное оборудование; аудитория и мультимедийный проектор для сопровождения лекций.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
к рабочей программе дисциплины

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий –0.6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение лекций</i>	VI,1-17	10
<i>Мини-контрольная работа по теме «Набор текста с формулами»</i>	VI,7	30
<i>Мини-контрольная работа по теме «разработка презентаций»</i>	VI,11	30
<i>Мини-контрольная работа по теме «Компоновка постера»</i>	VI,15	30
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям –0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям –Зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий –0.4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение практических занятий</i>	VI,1-17	20
<i>Контрольная работа на тему «Оформление выпускной работы»</i>	VI,8	40
<i>Контрольная работа на тему «Устный доклад»</i>	VI,2-17	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям–1.0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрена</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрены</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта - не предусмотрена**

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 6	1.0

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ  
НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.*

*В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.*

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

к рабочей программе дисциплины

**8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

**8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

*НТК не применяется*

**8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий**



1. Создать в редакторе Texmaker документ типа article.
2. Набрать формулу, содержащую систему уравнений, с использованием директивы agraу.
3. Создать библиотеку литературы в формате BibTex.
4. Изменить макет презентации в Beamer с помощью директивы usetheme.
5. Создать макет постера, обозначить основные заголовки и места под формулы.

#### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

1. Создать шаблон ВКР, содержащий: титульный лист, как минимум одну таблицу, изображение, формулу, а также 3 ссылки на литературу с помощью BibTex.
2. Используя пакет Beamer, подготовить презентацию из 10-15 слайдов. В презентации должны быть изображения, формулы, а также одна диаграмма.

#### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

*Не предусмотрено*

#### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

1. Создать в редакторе Texmaker документ типа article.
2. Набрать формулу, содержащую систему уравнений, с использованием директивы agraу.
3. Создать библиотеку литературы в формате BibTex.
4. Каким образом задается тип документа в LaTeX?
5. Как отключить нумерацию формул в документе?
6. С помощью какой директивы сделать ссылку на страницу, содержащую объект?
7. Напишите код шаблон слайда, содержащий две колонки с промежутком между ними.
8. Напишите код диаграммы из нескольких блоков, соединенных линиями.

#### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

*Не предусмотрено*

#### **8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

*Не используются*

#### **8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*Не используются*

#### **8.3.8. Интернет-тренажеры**

*Не используются*