



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

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
«Теоретическая физика»

 Белоконов В. И.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
«08» сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Теоретической и ядерной физики

 Ширмовский С.Э.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
«08» сентября 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теоретическая физика**

Направление подготовки *03.06.01 Физика и астрономия*

Профиль «Теоретическая физика»

Форма подготовки (очная)

курс   2   семестр   4    
лекции  18  час.  
практические занятия  18   
лабораторные работы не предусмотрены.  
с использованием МАО лек.   9   /пр.   9   час.  
всего часов контактной работы  36  час.  
в том числе с использованием МАО  18  час., в электронной форме \_\_\_\_\_ час.  
самостоятельная работа  72  час.  
в том числе на подготовку к экзамену  18  час.  
курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр  
зачет \_\_\_\_\_ семестр  
экзамен   4   семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 № 867

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики ШЕН ДВФУ, протокол № 19 от «08» сентября 2018 г.

Заведующий (ая) кафедрой теоретической и ядерной физики Ширмовский С.Э.  
Составитель (ли): д-р физ.- мат. наук, профессор, профессор кафедры теоретической и ядерной физики В.И. Белоконов

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики:**

Протокол от «07» июня 2019 г. № 16

Заведующий кафедрой /директор академического департамента



(подпись)

Ширмовский С.Э.

(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики:**

Протокол от « 10 » января 2020 г. № 4

Заведующий кафедрой теоретической и ядерной физики



(подпись)

Ширмовский С.Э.

(И.О. Фамилия)

## **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Теоретическая физика»**

Дисциплина «Теоретическая физика» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе направления подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия», профиль «Теоретическая физика», форма подготовки очная и входит в вариативную часть, обязательные дисциплины учебного плана: Б1.В.ОД.

Трудоемкость – 3 з. е. (108 часов). Дисциплина включает в себя 18 часов лекций, 18 часов практических занятий и 72 часа самостоятельной работы, из которых 18 часов отводится на экзамен. Обучение осуществляется в 4 семестре. Форма промежуточной аттестации: экзамен (4 семестр).

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 г. № 867 и учебным планом подготовки аспирантов по профилю «Теоретическая физика».

**Цель** изучения дисциплины – подготовка к сдаче кандидатского минимума по теоретической физике.

### **Задачи:**

– способствовать освоению аспирантами основных разделов курса теоретической физики, необходимых для дальнейшей успешной научной деятельности;

– формирование компетенций, соответствующих профилю «Теоретическая физика».

Для успешного изучения дисциплины «Теоретическая физика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

– способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

– способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

– способность и готовностью анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-6);

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

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>
---------------------------------------	---------------------------------------

ПК-1 Владение методами математического описания физических полей	Знает	основные методы математического описания физических полей
	Умеет	выделять математические методы, необходимые для описания физических процессов, протекающих как на уровне элементарных частиц, так и на атомном уровне и в конденсированных средах
	Владеет	методами математического описания физических полей
ПК-2 Владение основными методами компьютерного моделирования различных состояний вещества и физических явлений в них	Знает	основные методы компьютерного моделирования
	Умеет	критически оценивать область применимости выбранных математических методов
	Владеет	основными методами компьютерного моделирования физических процессов
ПК-3 Владение основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред	Знает	основные методы математического описания полей и процессов, протекающих в конденсированных средах; основные методы исследования полей и физических свойств конденсированных сред
	Умеет	определять рамки применимости математического метода описания процессов, протекающих в конденсированных средах для решения конкретной задачи; выбирать и применять методы исследования функциональных характеристик конденсированных сред
	Владеет	основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает	современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области теоретической физики основные методы компьютерного моделирования
	Умеет	рационально организовывать научную работу в выбранной области теоретической физики
	Владеет	навыками осуществления научно-исследовательской деятельности в области физики и астрономии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений,	Знает	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том

генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Умеет	числе в междисциплинарных областях анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
	Владеет	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теоретическая физика» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: «лекции визуализации» и дискуссии по основным вопросам образовательной программы.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(\_18\_ час., в том числе \_9\_ час. с использованием методов активного обучения)**

### **Раздел I. Механика (4 час.)**

**Тема 1. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа (2 час.)**

*Интерактивная форма : лекция визуализация*

Наиболее общая формулировка уравнений движения в обобщенных координатах. Функция Лагранжа и принцип наименьшего действия. Функция Лагранжа системы материальных точек. Законы сохранения.

**Тема 2. Канонические уравнения, уравнение Гамильтона, скобки Пуассона, действие как функция координат, теорема Лиувилля, уравнение. Гамильтона-Якоби, разделение переменных (2 час.)**

Уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона и интегралы движения. Тождества Якоби для скобок Пуассона. Скобки Пуассона для компонент момента импульса. Действие как функция значений координат в верхнем пределе интегрирования. Связь действия с импульсом. Канонические преобразования и производящая функция. Геометрическая интерпретация механических явлений, фазовое пространство, теорема Лиувилля. Разделение переменных в уравнении Гамильтона- Якоби.

**Раздел II. Теория поля. Четырехмерный потенциал поля. Электромагнитные волны (3 час.)**

**Тема 1. Уравнения движения заряда в поле, калибровочная (градиентная) инвариантность. Тензор электромагнитного поля. Преобразование Лоренца для поля. Инварианты поля (1 час.)**

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы лекции*

Принцип относительности и пространство-время Минковского. Преобразования Лоренца, четырехмерные векторы и тензоры. Уравнения движения заряда и четырехмерный потенциал поля. Сила Лоренца, электрическое и магнитное поля. Калибровочная инвариантность потенциалов.

**Тема 2. Действие для электромагнитного поля. Уравнения электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса (1 час.)**

*Интерактивная форма : лекция визуализация*

Тензор электромагнитного поля и его инварианты. Вариационный метод получения уравнений. Первая и вторая пары уравнений Максвелла, четырехмерная плотность тока. Закон сохранения заряда и уравнение непрерывности. Связь тензора энергии-импульса поля с плотностью функции Лагранжа.

**Тема 3. Волновое уравнение. Плоские волны. Монохроматическая плоская волна. Теория излучения (1 час.)**

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы лекции*

Волновое уравнение для векторного потенциала поля. Лоренцова калибровка потенциала. Плоская монохроматическая волна и поток энергии. Поляризация. Спектральное разложение

Поле системы зарядов на больших расстояниях. Спектральное разложение. Дипольное излучение. Квадрупольное и магнитно-дипольное излучения.

**Раздел III. Теория тяготения (4 час.)**

**Тема 1. Метрика. Ковариантное дифференцирование. Символы Кристоффеля. Действие для частицы в гравитационном поле (2 час.)**

Криволинейные координаты, метрический тензор, векторы и тензоры в произвольных криволинейных координатах. Ковариантное дифференцирование. Символы Кристоффеля и их связь с метрическим тензором. Движение частицы в гравитационном поле.

**Тема 2. Уравнения гравитационного поля. Тензор кривизны. Действие для гравитационного поля. Тензор энергии-импульса. Уравнения Эйнштейна (2 час.)**

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы лекции*

Тензор кривизны и его свойства. Плотность Лагранжиана и действие. Уравнения Эйнштейна, законы сохранения. Космологический член. Три эффекта ОТО. Понятие об эволюции Вселенной.

#### **Раздел IV. Квантовая механика (3 час.)**

**Тема 1. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Стационарные состояния. Уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера. Одномерное движение. Одномерный осциллятор (2 час.)**

*Интерактивная форма : лекция визуализация*

Равновесное излучение, кванты, спектр атома водорода и уравнение Шредингера. Операторы физических величин, собственные функции и собственные значения. Принцип суперпозиции. Стационарные состояния. Уравнение сохранения для плотности вероятности. Задача об осцилляторе. Операторы рождения и уничтожения. Уравнение Дирака.

**Тема 2. Симметрия при перестановке частиц. Задача об атоме гелия. Обменное взаимодействие. Состояние электронов атома. Уровни энергии. Самосогласованное поле. Тонкая структура атомных уровней. Периодическая система Менделеева (1 час.)**

Симметрия волновых функций и ее связь со спином. Симметричные и антисимметричные функции. Принцип Паули. Элементарная теория атома с двумя электронами. Метод самосогласованного поля Хартри-Фока. Периодическая система Менделеева.

#### **Раздел V. Статистическая физика (4 час.)**

**Тема 1. Закон возрастания энтропии. Микроканоническое распределение. Распределение Гиббса. Распределение Гиббса с переменным числом частиц. Термодинамические величины. Температура. Работа и количество тепла. Термодинамические потенциалы. Термодинамические неравенства (2 час.)**

Модельная система спинов Изинга. Спиновый избыток и степень вырождения. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Определение температуры и химического потенциала. Фактор Гиббса. Статистическая сумма. Давление и энтропия. Тепло и работа. Термодинамические потенциалы и термодинамические неравенства.

**Тема 2. Металлы и белые карлики. Вырожденный бозе-газ. Конденсация Бозе-Эйнштейна. Равновесное тепловое излучение. Формула Планка. Светимость абсолютно черного тела (2 час.)**

*Интерактивная форма : лекция визуализация*

Функции распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Ферми-газ. Энергия и теплоемкость электронного газа. Ферми-газ в металлах. Белые карлики. Функция распределения Планка для фотонов. Закон излучения. Понятие о Бозе-конденсации.

## II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

( 18 час., в том числе 9 час. с использованием методов активного обучения)

Практические занятия ( 18 / 9 час.)

Занятие 1-2. Метрика Шварцшильда. Гравитационный коллапс. Релятивистская космология. Открытая, закрытая и плоская модели (2/1 час.)

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы*

Занятие 3-4. Решение Райснера-Нордстрема. Учет космологического члена. Уравнения геодезической (2/1 час.)

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы*

Занятие 5-6. Сверхпроводники. Магнитные свойства. Сверхпроводящий ток. Критическое поле (2/1 час.)

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы*

Занятие 7-8. Неидеальный бозе-газ. Симметрия волновой функции системы бозонов, бозе-конденсат. Слабонеидеальный бозе-газ. Модель Боголюбова (2/1 час.)

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы*

Занятие 9-10. Спектр возбуждений. Сверхтекучесть. Двухжидкостное описание. Критерий Ландау. Теория Фейнмана. Квантовые вихри. Корреляции в положении частиц бозе-газа (2/1 час.)

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы*

Занятие 11-12. Обменное взаимодействие. Магнитные свойства изолированного атома. Правило Хунда. Гамильтониан Гейзенберга. Модель Хаббарда. Природа магнетизма металлов. Спиновый парамагнетизм. Магнитный порядок. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм. Метод среднего поля для ферромагнетика (2/1 час.)

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы*

Занятие 13-14. Теория случайных полей взаимодействия в магнетизме. Точка Кюри и парамагнитная температура Кюри. Спиновые стекла в теории случайных полей (2/1 час.)

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы*

Занятия 15-16. Модели беспорядка. Ближний порядок, дальний порядок, упорядоченные домены. Топологический и континуальный беспорядки (2/1 час.)

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы*

Занятия 17-18. Теория протекания. Критические концентрации и связь с ферромагнетизмом (2/1 час.)

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы*

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теоретическая физика» представлено в приложении 1и включает в себя:

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

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Механика	ПК-1; УК-1	Знает	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 1-16
			Умеет	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 1-16
			Владеет	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 1-16
2	Раздел II. Теория поля. Четырехмерный потенциал поля. Электромагнитные волны	ПК-2; ОПК-1	Знает	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 17-31
			Умеет	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 17-31
			Владеет	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 17-31
3	Раздел III. Теория тяготения	ПК-3; УК-1	Знает	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену

					1-15
			Умеет	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 1-15
			Владеет	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 1-15
4	Раздел IV. Квантовая механика	ОПК-1; УК-1	Знает	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 16-32
			Умеет	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 16-32
			Владеет	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 16-32
5	Раздел V. Статистическая физика	ПК-1; ОПК-1	Знает	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 33-39
			Умеет	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 33-39
			Владеет	Собеседование; доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 33-39

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.

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

### Основная литература

1. Акимов В.А., Скляр О.Н., Федута А.А.; Под общ. ред. проф. А.В. Чигарева. Теоретическая механика. Кинематика. Практикум - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2012. - 635 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381457&theme=FEFU>

2. Балашов В.В. Курс квантовой механики [Электронный ресурс]/ Балашов В.В., Долинов В.К.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2001.— 336 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16546.html>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Классическая электродинамика / Пейсахович Ю.Г. - Новоси�.:НГТУ, 2013. - 636 с.: ISBN 978-5-7782-2211-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/557086>.

4. Ландау, Л. Д., Теоретическая физика : учебное пособие для физических специальностей университетов : [в 10 т.] т. 2 . Теория поля / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского, Москва : Физматлит, 2012. 533 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:674994&theme=FEFU>

### **Дополнительная литература**

1. Вайнберг, С. Квантовая теория поля. Т.1. Общая теория [Электронный ресурс] / С. Вайнберг ; под ред. В.Ч. Жуковского ; пер. с англ. В.Ч. Жуковского. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2015. — 648 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91164> . — Загл. с экрана.

2. Солтаханов, Ш.Х. Основы механики голономных и неголономных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ш.Х. Солтаханов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2013. — 184 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59673> . — Загл. с экрана.

3. Теоретическая физика : учебное пособие для физических специальностей университетов : в 10 т. Т. 1 . Механика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского, Москва : Физматлит, 2017. 222 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:863704&theme=FEFU>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://www.elitarium.ru/psychology/> – Система дистанционного образования;
2. <http://www.studentlibrary.ru/> – Студенческая электронная библиотека;
3. <http://znanium.com/> – Электронно-библиотечная система;
4. <http://www.nelbook.ru/> – Электронная библиотека;

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

### **Перечень информационных технологий**

## и программного обеспечения

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L560. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L556. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
3.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L557. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
4.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 07, Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk. +2 Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание методических указаний включает:

1. Эффективное изучение курса предполагает регулярное посещение занятий и систематическое повторение материала, излагаемого преподавателем на лекции;

2. Алгоритм изучения данной дисциплины состоит в методическом изучении материала курса его регулярном повторении в часы самостоятельной работы, а также посещение консультаций с преподавателем;

3. Работа с указанной литературой должна осуществляться прежде всего в рамках лекционного курса;

4. Подготовка к зачёту должна проходить регулярно в течении семестра отведённых для занятий.

### **Подготовка к сдаче коллоквиумов в формате устный опрос**

При подготовке к сдаче коллоквиумов воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой.

### **Подготовка к практическим занятиям**

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется пользоваться рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно подготовлены и по ним составлена схема (план), которой аспирант пользуется на занятии. При ответе надо логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

### **Подготовка к экзамену**

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзаменам. Для этого важны следующие моменты – соблюдение режима дня: сон не менее 8 часов в сутки; занятия заканчивать не позднее, чем за 2-3 часа до сна; прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом во время перерывов между занятиями. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L560. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Парты и стулья, экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229 , проектор BenQ MW 526 E.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L556. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Парты и стулья, экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229 , проектор BenQ MW 526 E.
3.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L557. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Парты и стулья, экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229 , проектор BenQ MW 526 E.
4.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А , ауд. А1017. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.
5.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L539a помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования	



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

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**По дисциплине «Теоретическая физика»**  
Направление подготовки *03.06.01 Физика и астрономия*  
Профиль «Теоретическая физика»  
Форма подготовки (очная)

**Владивосток**  
**2015**

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**  
1 семестр

№* п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-2 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию. Подготовка к коллоквиуму/тестированию	9 часов	Устный ответ, работа на практическом занятии
2	3-6 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию. Подготовка к коллоквиуму/тестированию	9 часов	Устный ответ, работа на практическом занятии
3	7-10 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию. Подготовка к коллоквиуму/тестированию	9 часов	Устный ответ, работа на практическом занятии
4	11-13 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию. Подготовка к коллоквиуму/тестированию	9 часов	Устный ответ, работа на практическом занятии
5	14-15 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию. Подготовка к коллоквиуму/тестированию	9 часов	Устный ответ, работа на практическом занятии
6	15-17 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию. Подготовка к коллоквиуму/тестированию	9 часов	Устный ответ, работа на практическом занятии
7	18 неделя	Подготовка к экзамену	9 часов	Сдача кандидатского экзамена

### **Методические указания по работе с литературой**

Надо составить первоначальный список источников. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие. Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, при этом не стесняйтесь обращаться за помощью к сотрудникам библиотеки.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

### **Методические рекомендации к самостоятельной работе аспиранта**

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения практических занятий (устный опрос), коллоквиумов и тестирования. На основании этих результатов аспирант получает текущие и экзаменационные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме устного экзамена.

### **Методические указания по подготовке к практическим занятиям и их выполнению**

Поскольку семинар является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все аспиранты, хотя и не у всех будут доклады. На каждый семинар заранее объявляется тема и перечень вопросов для устных сообщений (докладов) – на 5-7 минут на каждый вопрос. К докладу надо проработать соответствующий материал из учебника, конспекта лекций, дополнительной литературы и интернет-источников. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.

Семинарские занятия могут проводиться в форме развернутой беседы, дискуссии, пресс-конференции. Подготовка к ним проводится по тем же требованиям.

### **Методические указания по подготовке к коллоквиумам**

Поскольку коллоквиум является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все аспиранты. Коллоквиум обычно проводится в форме развернутой беседы, диспута, пресс-конференции. На каждый коллоквиум заранее объявляется тема и

перечень вопросов для устных сообщений. По всем вопросам надо проработать соответствующий материал из учебника, конспекта лекций, дополнительной литературы и соответствующей лабораторной работы. Преподаватель объявляет вопрос и предлагает сделать сообщение на 5-7 минут одному из аспирантов – либо по их желанию, либо по своему выбору. После сообщения преподаватель и аспиранты задают вопросы и выступают с дополнениями и комментариями.

Ответы на вопросы, выступления и активность аспирантов на занятии оцениваются текущей оценкой.

### **Методические указания по подготовке доклада**

По отдельным темам на коллоквиумах могут делаться более емкие и глубокие доклады – до 15-20 минут. Тема доклада может быть предложена преподавателем или выбрана аспирантом самостоятельно.

При подготовке к докладу проводится подбор литературных источников по теме из рекомендуемой основной и дополнительной литературы, а также работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», указанными в рабочей программе.

Работа с текстом научных книг и учебников состоит не только в прочтении материала, необходимо провести анализ, сравнить изложение материала в разных источниках, подобрать материал таким образом, чтобы он раскрывал тему доклада. Проанализированный материал конспектируют, при этом надо избегать простого переписывания текстов без каких либо комментариев и анализа. Прямое заимствование текстов других авторов в науке не допускается, оно определяется как плагиат и является наказуемым. Цитирование небольших фрагментов (со ссылкой на автора) допускается, если надо подчеркнуть стиль или сущность авторского определения, но злоупотреблять чужими текстами нельзя. Доклад должен быть выстроен логично, материал излагается цельно, связно и последовательно, делаются выводы. Желательно, чтобы аспирант мог выразить своё мнение по обсуждаемой проблеме. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно необходимо использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.



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

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**По дисциплине «Теоретическая физика»**

Направление подготовки *03.06.01 Физика и астрономия*

Профиль *«Теоретическая физика»*

Форма подготовки (очная/заочная)

**Владивосток**  
**2015**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 Владение методами математического описания физических полей	Знает	Основные методы математического описания физических полей
	Умеет	Выделять математические методы, необходимые для описания физических процессов, протекающих как на уровне элементарных частиц, так и на атомном уровне и в конденсированных средах
	Владеет	Методами математического описания физических полей
ПК-2 Владение основными методами компьютерного моделирования различных состояний вещества и физических явлений в них	Знает	Основные методы компьютерного моделирования
	Умеет	Критически оценивать область применимости выбранных математических методов
	Владеет	Основными методами компьютерного моделирования физических процессов
ПК-3 Владение основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред	Знает	Основные методы математического описания полей и процессов, протекающих в конденсированных средах; Основные методы исследования полей и физических свойств конденсированных сред
	Умеет	Определять рамки применимости математического метода описания процессов, протекающих в конденсированных средах для решения конкретной задачи; Выбирать и применять методы исследования функциональных характеристик конденсированных сред
	Владеет	Основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает	Современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области теоретической физики Основные методы компьютерного моделирования
	Умеет	Рационально организовывать научную работу в выбранной области теоретической физики
	Владеет	Навыками осуществления научно-исследовательской деятельности в области физики и астрономии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знает	Методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
	Умеет	Анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений
	Владеет	Навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Механика	ПК-1; УК-1	Знает	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 1-16
			Умеет	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 1-16
			Владеет	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 1-16
2	Раздел II. Теория поля. Четырехмерный потенциал поля. Электромагнитные волны	ПК-2; ОПК-1	Знает	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 17-31
			Умеет	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 17-31
			Владеет	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 17-31
1	Раздел III. Теория тяготения	ПК-3; УК-1	Знает	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену

				УО-3 доклад	1-15
			Умеет	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 1-15
			Владеет	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 1-15
2	Раздел IV. Квантовая механика	ОПК-1; УК-1	Знает	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 16-32
			Умеет	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 16-32
			Владеет	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 16-32
3	Раздел V. Статистическая физика	ПК-1; ОПК-1	Знает	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 33-39
			Умеет	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 33-39
			Владеет	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад	Вопросы для подготовки к экзамену 33-39

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ПК-1 Владение методами математического описания физических полей	Знает (пороговый уровень)	Основные методы математического описания физических полей	Сформированные систематические знания основных методов математического описания физических полей	Способность систематического знания основных методов математического описания физических полей
	Умеет (продвинутый)	Выделять математические методы, необходимые	Сформированное умение выделять математические методы,	Способность выделять математические методы, необходимые для описания

		для описания физических процессов, протекающих как на уровне элементарных частиц, так и на атомном уровне и в конденсированных средах	необходимые для описания физических процессов, протекающих как на уровне элементарных частиц, так и на атомном уровне и в конденсированных средах	физических процессов, протекающих как на уровне элементарных частиц, так и на атомном уровне и в конденсированных средах
	Владеет (высокий)	Методами математического описания физических полей	Успешное и систематическое владение основными методами математического описания физических полей	Способность успешного и систематического владения основными методами математического описания физических полей
ПК-2 Владение основными методами компьютерного моделирования различных состояний вещества и физических явлений в них	Знает (пороговый уровень)	Основные методы компьютерного моделирования	Знание содержания методов компьютерного моделирования, всех их особенностей, аргументировано обосновывает способ выбора при решении профессиональных задач	Способность раскрывать полное содержание методов компьютерного моделирования, всех их особенностей, аргументировано обосновывает способ выбора при решении профессиональных задач
	Умеет (продвинутый)	Критически оценивать область применимости выбранных математических методов	Сформированное умение критически оценивать область применимости выбранных методов	Способность критически оценивать область применимости выбранных математических методов
	Владеет (высокий)	Основными методами компьютерного моделирования физических процессов	Владеет системой способов выявления оценки методов компьютерного моделирования, необходимых для профессиональной самореализации, и определяет адекватные пути их	Способность владения системой способов выявления оценки методов компьютерного моделирования, необходимых для профессиональной самореализации, и определяет адекватные пути их совершенствования

			совершенствовани я	
ПК-3 Владение основными методами исследования физически х свойств и функциона льных характеристик конденсиро ванных сред	Знает (порогов ый уровень)	Основные методы математического описания полей и процессов, протекающих в конденсированн ых средах; Основные методы исследования полей и физических свойств конденсированн ых сред	Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательски х и практических задач, в том числе междисциплинарн ых	Способность систематических знаний методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных
	Умеет (продвин утый)	Определять рамки применимости математического метода описания процессов, протекающих в конденсированн ых средах для решения конкретной задачи; Выбирать и применять методы исследования функциональн ых характеристик конденсированн ых сред	Сформированное умение аргументировано применять методы исследования функциональных характеристик конденсированн ых сред при решении исследовательски х и практических задач	Способность аргументировано применять методы исследования функциональных характеристик конденсированных сред при решении исследовательских и практических задач
	Владеет (высокий)	Основными методами исследования физических свойств и функциональн ых характеристик конденсированн ых сред	Успешное и систематическое владение и применение навыков анализа применение навыков исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированн ых сред	Способность систематического применения навыков анализа применение навыков исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред при решении исследовательских и практических задач

			х сред при решении исследовательских и практических задач	
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает (пороговый уровень)	Современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области теоретической физики Основные методы компьютерного моделирования	знание методов применения и возможностей информационно-коммуникационных технологий, анализ, выявление слабых и сильных сторон разных техник	Способность знаний методов применения и возможностей информационно-коммуникационных технологий, анализ, выявление слабых и сильных сторон разных техник
	Умеет (продвинутый)	Рационально организовывать научную работу в выбранной области теоретической физики	Умение анализировать и применять необходимый для данной ситуации метод организации научной работы	Способность анализировать и применять необходимый для данной ситуации метод организации научной работы
	Владеет (высокий)	Навыками осуществления научно-исследовательской деятельности в области физики и астрономии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Понимает и может самостоятельно организовать процесс исследования и представления результатов нир, грамотно определить этапы выполнения нир, и проанализировать полученные результаты	Способность самостоятельно организовать процесс исследования и представления результатов нир, грамотно определить этапы выполнения нир, и проанализировать полученные результаты
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений,	Знает (пороговый уровень)	Методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении	Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при	Способность систематических знаний методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в

генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях		исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	том числе междисциплинарных
	Умеет (продвинутый)	Анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов и умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	Способность анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов и умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
	Владеет (высокий)	Навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	Способность успешного и систематического применения технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Согласно приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 марта 2014 г. № 247 «Об утверждении порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня», кандидатские экзамены являются формой промежуточной аттестации при освоении программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Для приема кандидатских экзаменов создаются комиссии по приему кандидатских экзаменов из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству), высококвалифицированных научно-педагогических и научных кадров. В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом, в котором указывается:

Наименование дисциплины;

Код и наименование направления подготовки, профиль, по которому сдавался кандидатский экзамен;

Вопросы по билетам и дополнительные вопросы;

Оценка уровня знаний аспиранта (по пятибалльной шкале);

Фамилия, имя, отчество (последнее – при наличии), ученая степень, ученое звание и должность каждого члена экзаменационной комиссии.

Протокол подписывается членами экзаменационной комиссии, присутствующими на экзамене, и утверждается проректором по научной работе.

### **Методические указания по сдаче экзамена**

На экзамене в качестве оценочного средства применяется собеседование по вопросам билетов, составленных ведущим преподавателем и подписанных заведующим кафедрой и проректором по научной работе. Экзамены принимаются комиссией в составе ведущего преподавателя, его ассистентов и других специалистов из числа высококвалифицированных научно-педагогических и научных кадров.

Во время проведения экзамена аспиранты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины. В случае использования аспирантом средств для списывания, комиссия имеет право удалить аспиранта с экзамена, а в протокол экзамена поставить неудовлетворительную оценку.

При явке на экзамен аспиранты обязаны иметь при себе зачетную книжку и документ, удостоверяющий личность аспиранта. Ведущий преподаватель или Председатель комиссии заполняет соответствующие графы зачетной книжки аспиранта: название дисциплины в соответствии с

учебным планом, ее трудоемкость, фамилии членов комиссии, оценка, дата, подпись.

Выходить из аудитории во время подготовки к ответам без разрешения членов комиссии аспирантам запрещается. Время, предоставляемое аспиранту на подготовку к ответу на устном экзамене – 60 минут.

При проведении экзамена экзаменационный билет выбирает сам аспирант. При сдаче устного экзамена любой член комиссии может задавать дополнительные вопросы. Если аспирант затрудняется ответить на один вопрос выбранного билета, то ему можно предложить взять другой билет, при этом оценка снижается на балл.

При промежуточной аттестации установлены оценки на экзаменах: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

При неявке аспиранта на экзамен без уважительной причины в ведомости делается запись «не явился».

Оценки, выставленные экзаменатором по итогам экзаменов, не подлежат пересмотру. Аспирант, не согласный с выставленной оценкой, имеет право подать заявление на имя директора Школы. В случае обоснованности поданного заявления директор Школы создает комиссию в составе трех преподавателей по соответствующей кафедре. Оценка, полученная аспирантом во время пересдачи экзамена комиссии, является окончательной.

#### Шкала оценивания (экзамен)

Оценка	Критерии
Оценка «5» «Отлично»	Аспирант показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Аспирант обнаружил понимание материала, обоснованной суждений, способность применить полученные знания на практике.
Оценка «4» «Хорошо»	Аспирант дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает некоторые ошибки, которые исправляет самостоятельно, и некоторые недочеты в изложении вопроса.
Оценка «3» «Удовлетворительно»	Аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в ответе.
Оценка «2» «Неудовлетворительно»	Аспирант обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса; допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке аспиранта, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

#### Вопросы для подготовки экзамену

#### по дисциплине «Теоретическая физика»

1. Интегралы движения.
2. Теорема об изменении импульса системы материальных точек.

3. Теорема об изменении энергии системы материальных точек.
4. Теорема об изменении момента импульса системы материальных точек.
5. Принцип наименьшего действия.
6. Уравнения Лагранжа второго рода.
7. Теорема Нетер.
8. Связи. Принцип Д'Аламбера.
9. Уравнения Лагранжа первого рода.
10. Вывод уравнений Лагранжа первого рода из принципа наименьшего действия.
11. Движение частицы в центральном поле сил: качественное рассмотрение.
12. Движение частицы в центральном поле сил: общее решение
13. Уравнения Гамильтона.
14. Скобки Пуассона. Теорема Пуассона.
15. Канонические преобразования.
16. Теорема Лиувилля.
17. Система отсчета. Свойства пространства и времени. Принцип относительности. Понятие пространственно-временного интервала. Собственное время.
18. Преобразование Лоренца. Следствие преобразований Лоренца. Закон сложения скоростей.
19. Принцип наименьшего действия. Действие, функция Лагранжа, энергия и импульс релятивистской частицы. 4-мерный импульс частицы.
20. Тензор момента импульса.
21. 4-мерный потенциал электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность потенциала. Действие, функция Лагранжа, энергия и импульс релятивистской частицы в электромагнитном поле.
22. Уравнение движения заряженной частицы в электромагнитном поле.
23. Тензор электромагнитного поля. Инварианты электромагнитного поля.
24. 4-мерный вектор плотности тока. Уравнение непрерывности. Действие электромагнитного поля.
25. Уравнения электромагнитного поля в ковариантной форме.
26. Тензор энергии-импульса.
27. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля. Система уравнений электромагнитного поля в веществе. Вектор электрической индукции. Напряженность магнитного поля. Электрическая проницаемость (восприимчивость). Магнитная проницаемость (восприимчивость). Границы применимости линейной теории.
28. Поведение электромагнитного поля на границе раздела двух сред.
29. Полярные и неполярные диэлектрики. Описание поляризации полярных и неполярных диэлектриков. Зависимость поляризации от внешнего электрического поля.

30. Классификация магнетиков. Диамагнетики (модель). Парамагнетики (термодинамическая модель).
31. Ферромагнетики. Модель Вейсса. Термодинамическая модель ферромагнетика
32. Принцип относительности Эйнштейна.
33. Пространство Минковского. Криволинейные координаты.
34. Расстояние и промежутки времени.
35. Ковариантное дифференцирование. Тензор кривизны и его основные свойства.
36. Тензор Риччи и тождество Бианки.
37. Уравнения Эйнштейна.
38. Синхронная система отсчета. Метрика Шварцшильда.
39. Движение частицы в поле центральных сил.
41. Гравитационный коллапс сферического тела.
42. Гравитационный коллапс пылевидной сферы. Слабые гравитационные волны.
43. Излучение гравитационных волн. Изотропное пространство.
44. Пространственная метрика.
45. Закрытая изотропная модель.
46. Открытая изотропная модель.
47. Красное смещение. Эволюция вселенной.
48. Квантовые состояния системы многих частиц. Фермионы и бозоны. Спин и статистика. Магнитный момент.
49. Модельная система – цепочка спинов. Степень вырождения и полный магнитный момент.
50. Системы в тепловом и диффузионном контакте. Энтропия. Температура и химический потенциал.
51. Квантовые состояния системы многих частиц. Фермионы и бозоны. Спин и статистика.
52. Большая статистическая сумма. Вычисление средних значений. Плотность заполнения для фермионов и бозонов.
53. Общие свойства неупорядоченных систем. Модели. Самоусредняющиеся величины. Размерность и порядок.
54. Операторы физических величин.
55. Уравнение Шредингера. Общие свойства, стационарное уравнение.
56. Симметрия волновых функций. Спин и статистика.
57. Обменный интеграл и магнитные свойства твердых тел
58. Принцип Паули. Элементарная теория атома с двумя электронами. Метод самосогласованного поля Хартри-Фока. Периодическая система Менделеева.

## **Оценочные средства для текущего контроля**

**Темы докладов (сообщений)**  
По дисциплине «*Теоретическая физика*»

1. Вариационные методы в теоретической механике
2. Электростатика диэлектриков и проводников. Диэлектрическая проницаемость и проводимость. Термодинамика диэлектриков.
3. Сверхпроводники. Магнитные свойства. Сверхпроводящий ток. Критическое поле.
4. Различные типы магнитного упорядочения.  
Уравнения Максвелла как результат обобщения опытных данных.
5. Обменное взаимодействие. Магнитные свойства изолированного атома. Правило Хунда. Гамильтониан Гейзенберга. Модель Хаббарда. Природа магнетизма металлов. Спиновый парамагнетизм. Магнитный порядок. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм. Метод среднего поля для ферромагнетика.
6. Квантовые флуктуации и спиновые волны в ферромагнетике. Вклад магнонов в термодинамику магнетиков. Динамика магнитного момента в ферромагнетике. Уравнение Ландау-Лифшица.
7. Симметрии лагранжиана и теорема Нетер. Алгебра токов.
8. Дискретные симметрии. СРТ теорема и связь спина со статистикой.

**Темы для собеседований**  
по дисциплине «*Теоретическая физика*»

1. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа
2. Канонические уравнения, уравнение Гамильтона, скобки Пуассона, действие как функция координат, теорема Лиувилля, уравнение
3. Гамильтона-Якоби, разделение переменных
4. Уравнения движения заряда в поле, калибровочная (градиентная) инвариантность
5. Тензор электромагнитного поля
6. Преобразование Лоренца для поля
7. Инварианты поля
8. Действие для электромагнитного поля
9. Уравнения электромагнитного поля
10. Четырехмерный вектор тока
11. Волновое уравнение. Плоские волны. Монохроматическая плоская волна
12. Теория излучения
13. Метрика. Ковариантное дифференцирование
14. Символы Кристоффеля. Действие для частицы в гравитационном поле
15. Уравнения гравитационного поля. Тензор кривизны. Действие для гравитационного поля.
16. Тензор энергии-импульса. Уравнения Эйнштейна

17. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Стационарные состояния

18. Уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера. Одномерное движение. Одномерный осциллятор

19. Симметрия при перестановке частиц. Задача об атоме гелия. Обменное взаимодействие. Состояние электронов атома

20. Тонкая структура атомных уровней. Периодическая система Менделеева

21. Закон возрастания энтропии. Микроканоническое распределение. Распределение Гиббса. Распределение Гиббса с переменным числом частиц

22. Термодинамические величины. Температура. Работа и количество тепла. Термодинамические потенциалы. Термодинамические неравенства

23. Металлы и белые карлики. Вырожденный бозе-газ. Конденсация Бозе-Эйнштейна

24. Равновесное тепловое излучение. Формула Планка. Светимость абсолютно черного тела