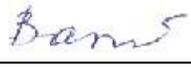


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДЕНО:  
на заседании кафедры теоретической физики  
протокол №5 от «9» марта 2022 г.

Зав. кафедрой  / Р.М.Вахитов

СОГЛАСОВАНО  
Директор физико-технического  
института

 / И.Ф.Шарафуллин  
«14» марта 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ  
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО – ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ  
В АСПИРАНТУРЕ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Теоретическая физика**  
Б1В1.ОД.6 (Вариативная часть)

**Направление подготовки**  
**03.06.01 «Физика и астрономия»**

Направленность подготовки Теоретическая физика

Направленность подготовки  
**«Теоретическая физика»**

Квалификация  
**«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**

Форма обучения  
Очная, заочная

Уфа, 2022 г.

Составитель: Вахитов д.ф.-м.н., проф. Вахитов Р.М.

Дополнения и изменения, внесенные в программу дисциплины, приняты на заседании кафедры теоретической физики, протокол № 5 от «9» марта 2022 г.

Зав. кафедрой Вахитов / Р.М. Вахитов

## **Список документов и материалов**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП
2. Цели и место дисциплины в структуре ОПОП
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине
  - Приложение № 1. Содержание рабочей программы (очная форма)
  - Приложение № 2. Содержание рабочей программы (заочная форма)

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине,  
соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной  
профессиональной образовательной программы  
(с ориентацией на карты компетенций)**

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	применение в собственной исследовательской работе методологии и терминологии современной теоретической физики	ПК-1 способностью к применению в собственной исследовательской работе методологии и терминологии современной теоретической физики	
	критическое обобщение литературных источников предшествующих научных исследований	ПК-2 способностью к углубленному изучению и критическому обобщению литературных источников предшествующих научных исследований	
		ПК-3 способностью проводить научные исследования в области физики и смежных дисциплин с помощью современного аппарата теоретической и математической физики, а также информационных технологий	
	построение математических моделей, изучение физических процессов и явлений	ПК-4 способностью применять	

	реального мира и нахождения способов их исследования	полученные знания и навыки по теоретической физике для построения математических моделей, изучение физических процессов и явлений реального мира и нахождения способов их исследования	
Умения	Применять в собственной исследовательской работе методологии и терминологии современной теоретической физики	ПК-1 способностью к применению в собственной исследовательской работе методологии и терминологии современной теоретической физики	
	Уметь использовать основные законы теоретической физики;	ПК-2 способностью к углубленному изучению и критическому обобщению литературных источников предшествующих научных исследований	
	Уметь решать линейные и нелинейные уравнения физики различных типов, формулировать и доказывать теоремы, применять методы математической физики для решения задач, построения и анализа моделей механики, физики и естествознания, самостоятельно решать классические задачи;	ПК-3 способностью проводить научные исследования в области физики и смежных дисциплин с помощью современного аппарата теоретической и математической физики, а также информационных технологий	

	<p>Уметь применять полученные знания и навыки по теоретической физике для построения математических моделей, изучение физических процессов и явлений реального мира и нахождения способов их исследования;</p>	<p>ПК-4 способностью применять полученные знания и навыки по теоретической физике для построения математических моделей, изучение физических процессов и явлений реального мира и нахождения способов их исследования</p>	
<p>Владения (навыки / опыт деятельности)</p>	<p>Владеть методами математической и теоретической физики и численного моделирования, а также применения современных информационно-коммуникационных технологий для решения исследовательских задач;</p>	<p>ПК-1 способностью к применению в собственной исследовательской работе методологии и терминологии современной теоретической физики</p>	
	<p>Владеть информацией о наиболее важных достижениях современной теоретической физики и применениях физических моделей при разработке теории мезоскопических систем;</p>	<p>ПК-2 способностью к углубленному изучению и критическому обобщению литературных источников предшествующих научных исследований</p>	
	<p>Владеть аналитическими методами решения линейных и нелинейных уравнений, навыками практического использования современного математического инструментария для решения и анализа задач механики и физики;</p>	<p>ПК-3 способностью проводить научные исследования в области физики и смежных дисциплин с помощью современного аппарата теоретической и математической</p>	

		физики, а также информационных технологий	
	Владеть базовыми навыками использования современного научного оборудования, а также применения современных информационно-коммуникационных технологий для решения исследовательских задач в области теоретической физике	ПК-4 способностью применять полученные знания и навыки по теоретической физике для построения математических моделей, изучение физических процессов и явлений реального мира и нахождения способов их исследования	

## **2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Теоретическая физика» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Целью дисциплины «Теоретическая физика» является подготовка высококвалифицированного специалиста в области теоретической и фундаментальной физики, математического моделирования физических объектов, явлений и процессов.

В результате аспирант приобретает умение ориентироваться в современной науке, приобщается к ее передовому краю, получает возможность соотнести собственные исследовательские интересы с актуальными задачами, стоящими перед современной наукой, сделать их частью научного поля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Теоретическая механика, Механика сплошных сред, Термодинамика, Статистическая физика, Физическая кинетика, Электродинамика сплошных сред, Квантовая теория

### **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы по очной форме представлено в Приложении № 1.

Содержание рабочей программы по заочной форме представлено в Приложении №

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

**ПК-1** способностью к применению в собственной исследовательской работе методологии и терминологии современной теоретической физики

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (Пороговый уровень)	Знать методы математической и теоретической физики, основные понятия и методики исследования, методики анализа поиска и анализа информации	Фрагментарное владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но не систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

					областях
Второй этап (Базовый уровень)	Уметь осуществлять отбор и анализ информации, необходимой для исследований в области квантовой теории поля и физики конденсированного состояния	Фрагментарное владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но не систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
Третий этап (Повышенный уровень)	Владеть методами математической и теоретической физики и численного моделирования, а также применения современных	Фрагментарное владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений,	В целом успешное, но не систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью к критическому анализу	Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке

	информационно-коммуникационных технологий для решения исследовательских задач	генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
--	---	---	---	--	---

ПК-2 - способностью к углубленному изучению и критическому обобщению литературных источников предшествующих научных исследований

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (Пороговый уровень)	Знать основы теоретической физики, современные области ее использования, иметь представление о направлениях разработок;	Фрагментарное владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических	В целом успешное, но не систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирова	Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генериро

		задач, в том числе в междисциплинарных областях	числе в междисциплинарных областях	нию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	ванию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
Второй этап (Базовый уровень)	Уметь использовать основные законы теоретической физики;	Фрагментарное владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но не систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Третий этап (Повышенный уровень)	Владеть информацией о наиболее важных достижениях современной теоретической физики и применениях физических моделей при разработке теории мезоскопических систем;	Фрагментарное владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но не систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
----------------------------------	---	---	---	---	--

ПК-3 - способностью проводить научные исследования в области физики и смежных дисциплин с помощью современного аппарата теоретической и математической физики, а также информационных технологий

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

<p>Первый этап (Пороговый уровень)</p>	<p>Знать теоретические и методологические основы смежных с физикой математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных физических задач;</p>	<p>Фрагментарное владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>
<p>Второй этап (Базовый уровень)</p>	<p>Уметь решать линейные и нелинейные уравнения физики различных типов, формулировать и доказывать теоремы, применять методы математической физики для решения задач, построения и анализа моделей механики,</p>	<p>Фрагментарное владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при</p>	<p>Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых</p>

	физики и естествознания, самостоятельно решать классические задачи;	междисциплинарных областях	решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
Третий этап (Повышенный уровень)	Владеть аналитическими и методами решения линейных и нелинейных уравнений, навыками практического использования современного математического инструментария для решения и анализа задач механики и физики;	Фрагментарное владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но не систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

ПК-4 - способностью применять полученные знания и навыки по теоретической физике для построения математических моделей, изучение физических процессов и явлений реального мира и нахождения способов их исследования

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (Пороговый уровень)	Знать методы и основные этапы построения математических моделей, методы обработки числовой и текстовой информации, основные методы решения уравнений математической физики;	Фрагментарное владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но не систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
Второй этап (Базовый уровень)	Уметь применять полученные знания и навыки по теоретической	Фрагментарное владение способностью к критическому	В целом успешное, но не систематическое владение способностью к критическому	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное и систематическое владение способно

	<p>физике для построения математических моделей, изучение физических процессов и явлений реального мира и нахождения способов их исследования;</p>	<p>анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>стью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>
<p>Третий этап (Повышенный уровень)</p>	<p>Владеть базовыми навыками использования современного научного оборудования, а также применения современных информационных технологий для решения исследовательских задач в области теоретической физике</p>	<p>Фрагментарное владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в</p>	<p>Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в</p>

				междисциплинарных областях	ских задач, в том числе в междисциплинарных областях
--	--	--	--	----------------------------	--

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать: Методы математической и теоретической физики, основные понятия и методики исследования, методики анализа поиска и анализа информации;	ПК-1 способностью к применению в собственной исследовательской работе методологии и терминологии современной теоретической физики	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов
	Знать: Основы теоретической физики, современные области ее использования, иметь представление о направлениях разработок;	ПК-2 способностью к углубленному изучению и критическому обобщению литературных источников предшествующих научных исследований	
	Знать теоретические и методологические основы смежных с физикой математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных физических задач;	ПК-3 способностью проводить научные исследования в области физики и смежных дисциплин с помощью современного аппарата теоретической и математической физики, а также	

		информационных технологий	
	Методы и основные этапы построения математических моделей, методы обработки числовой и текстовой информации, основные методы решения уравнений математической физики;	ПК-4 способностью применять полученные знания и навыки по теоретической физике для построения математических моделей, изучение физических процессов и явлений реального мира и нахождения способов их исследования	
2-й этап	Уметь: Осуществлять отбор и анализ информации, необходимой для исследований в области квантовой теории поля и физики конденсированного состояния;	ПК-1 способностью к применению в собственной исследовательской работе методологии и терминологии современной теоретической физики	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач
Умения	Уметь: Использовать основные законы теоретической физики;	ПК-2 способностью к углубленному изучению и критическому обобщению литературных источников предшествующих научных исследований	
	Уметь: Решать линейные и нелинейные уравнения физики различных типов, формулировать и доказывать теоремы, применять методы математической физики для решения задач, построения и анализа моделей механики, физики и естествознания, самостоятельно решать классические задачи;	ПК-3 способностью проводить научные исследования в области физики и смежных дисциплин с помощью современного аппарата теоретической и математической физики, а также информационных технологий	
	Уметь применять	ПК-4 способностью	

	полученные знания и навыки по теоретической физике для построения математических моделей, изучение физических процессов и явлений реального мира и нахождения способов их исследования;	применять полученные знания и навыки по теоретической физике для построения математических моделей, изучение физических процессов и явлений реального мира и нахождения способов их исследования	
3-й этап	Владеть: методами математической и теоретической физики и численного моделирования, а также применения современных информационно-коммуникационных технологий для решения исследовательских задач;	ПК-1 способностью к применению в собственной исследовательской работе методологии и терминологии современной теоретической физики	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач
Владеть навыками	Владеть: информацией о наиболее важных достижениях современной теоретической физики и применениях физических моделей при разработке теории мезоскопических систем;	ПК-2 способностью к углубленному изучению и критическому обобщению литературных источников предшествующих научных исследований	
	Владеть: Аналитическими методами решения линейных и нелинейных уравнений, навыками практического использования современного математического инструментария для решения и анализа задач механики и	ПК-3 способностью проводить научные исследования в области физики и смежных дисциплин с помощью современного аппарата теоретической и математической физики, а также информационных	

	физики;	технологий	
	Базовыми навыками использования современного научного оборудования, а также применения современных информационно-коммуникационных технологий для решения исследовательских задач в области теоретической физике	ПК-4 способностью применять полученные знания и навыки по теоретической физике для построения математических моделей, изучение физических процессов и явлений реального мира и нахождения способов их исследования	

В качестве основного оценочного средства текущего контроля используются индивидуальная проверка заданий по самостоятельной работе, дискуссии на лекционном и практических занятиях по прочитанной литературе. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – письменная работа. Аттестация по итогам освоения дисциплины – кандидатский экзамен.

## **Примерные критерии оценивания**

Собеседование проходит в виде устной беседы для выявления у аспиранта знаний по предметной области

### **Программа кандидатского экзамена для специальности – 03.06.01 Физика и астрономия (Направленность подготовки «Теоретическая физика»)**

#### **I. Теоретическая механика. Механика сплошных сред.**

1. Основные понятия классической механики и законы Ньютона. Законы сохранения импульса, момента импульса, энергии. Материальная точка и система материальных точек.
2. Уравнение движения твердого тела. Тензор инерции. Общее решение задачи двух тел. Упругое рассеяние частиц.
3. Движение относительно неинерциальной системы отсчета, силы инерции. Принцип относительности Эйнштейна, релятивистская кинематика. Преобразование Лоренца и кинематические следствия из них, сложение скоростей в С.Т.О. Основные положения релятивистской динамики. Соотношение между массой и энергией. Функция Лагранжа и уравнение Лагранжа в нерелятивистской механике и в С.Т.О.
4. Собственные колебания механической системы. Вынужденные колебания и резонанс.
5. Функция Гамильтона и уравнение Гамильтона.
6. Функция действия и принцип наименьшего действия в нерелятивистской механике и в С.Т.О.
7. Основные положения механики сплошных сред. Уравнения движения. Уравнение непрерывности. Законы изменения плотности импульса и плотности энергии. Интеграл импульса и плотности энергии. Интеграл Бернулли. Потенциальное течение. Ламинарное и турбулентное течение.
8. Волновое уравнение. Звуковые волны. Эффект Доплера.
9. Упругие деформации твердого тела, обобщенный закон Гука. Бегущие и стоячие волны в твердых телах.

#### **II. Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика**

1. Термодинамические (статистические) системы. Состояние термодинамического равновесия. 1-е, 2-е, 3-е начала термодинамики для квазистатических процессов. Абсолютная температура. Энтропия. Термодинамические потенциалы.
2. 2-е начало термодинамики для неравновесных процессов. Экстремальные свойства термодинамических потенциалов. Условия равновесия и устойчивости. Фазовые переходы.
3. Микроскопическое описание статистической системы. Смешанное состояние. Матрица плотности. Классическая система: фазовое пространство и уравнение Лиувилля. Каноническое распределение Гиббса. Сумма состояний и свободная энергия. Большое каноническое распределение Гиббса.
4. Квазиклассический переход к интегралу состояний. Распределение Максвелла и Больцмана.
5. Неидеальный классический газ с короткодействием. Парная корреляционная функция.
6. Вирьяльное положение. Система с кулоновским взаимодействием. Дебаевский радиус экранирования. Свободная энергия плазмы.
7. Идеальные квантовые газы Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Средние числа заполнения (распределения Ферми и Бозе). Теплоёмкость при низких температурах. Квантовая теория теплоёмкости двухатомного идеального газа.

Фотонный газ, равновесное излучение и формула Планка. Фононы и теория теплоёмкости твердого тела (по Дебаю и Эйнштейну).

8. Квазитермодинамическая теория флуктуации основных термодинамических величин.
9. Случайные процессы. Броуновское движение. Уравнение Фоккера-Планка. Спектральные представления и временные корреляции случайных процессов. Тепловые шумы и формула Найквиста.
10. Кинематические уравнения (общие положения). Понятие об H-теореме Больцмана.
11. Кинематическое уравнение с релаксационным членом и его простейшие применения (явления переноса).

### **III. Электродинамика сплошных сред.**

1. Уравнение Максвелла (в вакууме) как обобщение опытных фактов и их свойств. Закон Ампера и сила Лоренца. Электромагнитные потенциалы, тензор энергии импульса электромагнитного поля.
2. Калибровочное преобразование. Ковариантность уравнений Максвелла и преобразование потенциалов, токов и полей. Инварианты поля.
3. Уравнение для вектор-потенциала для статистической системы и его решение, разложение потенциала по мультиполям (магнитный диполь).
4. Плотность энергии и плотность электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойтинга.
5. Решение нестационарных уравнений Максвелла (в вакууме) с правой частью. Запаздывающие потенциалы, излучение электромагнитных волн. Поляризация волн. Волновая зона. Электрическое дипольное и квадрупольное излучение, магнитное дипольное излучение.
6. Уравнение Максвелла для поля в среде. Материальные уравнение. Электромагнитные потенциалы в кусочно-однородной среде, граничные условия для поля.
7. Электростатика, энергия системы заряженных проводников в среде, пондеромоторные силы. Поляризация полярных и неполярных диэлектриков. Сегнетоэлектрики.
8. Магнитостатика, магнитное поле стационарных токов. Электромагнитные волны в среде.
9. Диэлектрическая проницаемость вещества при различных частотах. Излучение Вавилова-Черенкова.
10. Основные законы распространения, отражения и преломления света. Световое давление. Поляризация света. Особенности распространения света в кристаллах. Естественная ширина линии излучения.
11. Интерференция света. Пространственная и временная когерентность. Интерференционные приборы.
12. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Интеграл Кирхгофа. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Понятие о голографии. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах. Структурный анализ.
13. Геометрическая оптика. Элементы теории оптических инструментов. Законы теплового излучения.
14. Корпускулярные свойства света. Фотоэффект и эффект Комптона. Рассеяние света. Люминесценция. Спонтанное и вынужденное излучение. Усиление света. Лазеры.
15. Элементы нелинейной оптики: основные нелинейные эффекты (детектирование, умножение, гармоники, самофокусировка, многофотонное поглощение, параметрические процессы).

### **IV. Квантовая теория.**

1. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов и нейтронов. Волновая функция и её вероятностная интерпретация. Уравнение Шредингера. Динамические переменные как операторы (операторы координаты, импульса, момента, энергии). Некоммутирующие операторы и соотношение неопределенностей.
2. Элементы теории представлений. Координатное и импульсное представления. Изменение физических величин со временем.
3. Гармонический осциллятор. Движение в центральном поле, атом водорода. Стационарная и нестационарная теория возмущений. Полуклассическая теория взаимодействия с изучением. Коэффициенты Эйнштейна. Правила отбора.
4. Элементы квантовой теории рассеяния. Броуновское приближение. Уравнение Дирака.
5. Собственные механический и магнитный моменты электрона. Уравнение Паули. Сложение спинового и орбитального моментов. Тонкая структура атомных спектров. Понятие о квантовании электромагнитного поля. Лэмбовский сдвиг уровней.
6. Квантовая механика многих частиц. Принцип неразличимости частиц. Принцип Паули и строение атомов.
7. Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул. Рентгеновские спектры. Сверхпроводимость и её квантовая природа.
8. Ядро как система протонов и нейтронов. Масса, заряд, спин, момент ядра. Энергия связи ядра. Размеры ядер. Четность состояний ядра. Статистика.
9. Ядерные силы. Энергия взаимодействия нуклонов и радиус действия ядерных сил. Зарядовая независимость. Зависимость ядерных сил от спина. Обменный характер ядерных сил. Эффект Месбауэра. Ядерные реакции. Эффект сечения реакции. Модель составного ядра Бора. Резонансные реакции. Прямые реакции. Реакции при высоких энергиях. Модели ядер. Оболочечная модель ядер. Коллективные движения в ядрах. Обобщенная модель ядра.
10. Деление ядер. Механизм деления. Замедление нейтронов. Цепная реакция. Коэффициент размножения. Ядерные реакторы гомогенные и гетерогенные. Реакторы на быстрых нейтронах.
11. Термоядерные реакции. Реакции в звездах. Водородный и углеродный циклы. Работы по управляемому термоядерному синтезу.
12. Элементарные частицы. Систематика частиц. Характеристики фундаментальных взаимодействий частиц и античастиц. Законы сохранения в физике элементарных частиц. Гипотеза кварков.

## Экзаменационные билеты

Кандидатский экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Кандидатский экзамен оценивается по пятибалльной шкале.

### Вопросы кандидатского экзамена

1. Основные понятия классической механики и законы Ньютона. Законы сохранения импульса, момента импульса, энергии. Материальная точка и система материальных точек.
2. Уравнение движения твердого тела. Тензор инерции. Общее решение задачи двух тел. Упругое рассеяние частиц.
3. Движение относительно неинерциальной системы отсчета, силы инерции. Принцип относительности Эйнштейна, релятивистская кинематика. Преобразование Лоренца и кинематические следствия из них, сложение скоростей в С.Т.О. Основные положения релятивистской динамики. Соотношение между массой и энергией. Функция Лагранжа и уравнение Лагранжа в нерелятивистской механике и в С.Т.О.
4. Собственные колебания механической системы. Вынужденные колебания и резонанс.
5. Функция Гамильтона и уравнение Гамильтона.
6. Функция действия и принцип наименьшего действия в нерелятивистской механике и в С.Т.О.
7. Основные положения механики сплошных сред. Уравнения движения. Уравнение непрерывности. Законы изменения плотности импульса и плотности энергии. Интеграл импульса и плотности энергии. Интеграл Бернулли. Потенциальное течение. Ламинарное и турбулентное течение.
8. Волновое уравнение. Звуковые волны. Эффект Доплера.
9. Упругие деформации твердого тела, обобщенный закон Гука. Бегущие и стоячие волны в твердых телах.
10. Термодинамические (статистические) системы. Состояние термодинамического равновесия. 1-е, 2-е, 3-е начала термодинамики для квазистатических процессов. Абсолютная температура. Энтропия. Термодинамические потенциалы.
11. 2-е начало термодинамики для неравновесных процессов. Экстремальные свойства термодинамических потенциалов. Условия равновесия и устойчивости. Фазовые переходы.
12. Микроскопическое описание статистической системы. Смешанное состояние. Матрица плотности. Классическая система: фазовое пространство и уравнение Лиувилля. Каноническое распределение Гиббса. Сумма состояний и свободная энергия. Большое каноническое распределение Гиббса.
13. Квазиклассический переход к интегралу состояний. Распределение Максвелла и Больцмана.
14. Неидеальный классический газ с коротко действующим взаимодействием. Парная корреляционная функция.
15. Вирialное положение. Система с кулоновским взаимодействием. Дебаевский радиус экранирования. Свободная энергия плазмы.

16. Идеальные квантовые газы Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Средние числа заполнения (распределения Ферми и Бозе). Теплоёмкость при низких температурах. Квантовая теория теплоёмкости двухатомного идеального газа. Фотонный газ, равновесное излучение и формула Планка. Фононы и теория теплоёмкости твёрдого тела (по Дебаю и Эйнштейну).
17. Квазитермодинамическая теория флуктуации основных термодинамических величин.
18. Случайные процессы. Броуновское движение. Уравнение Фоккера-Планка. Спектральные представления и временные корреляции случайных процессов. Тепловые шумы и формула Найквиста.
19. Кинематические уравнения (общие положения). Понятие об H-теореме Больцмана.
20. Кинематическое уравнение с релаксационным членом и его простейшие применения (явления переноса).
21. Уравнение Максвелла (в вакууме) как обобщение опытных фактов и их свойств. Закон Ампера и сила Лоренца. Электромагнитные потенциалы, тензор энергии импульса электромагнитного поля.
22. Калибровочное преобразование. Ковариантность уравнений Максвелла и преобразование потенциалов, токов и полей. Инварианты поля.
23. Уравнение для вектор-потенциала для статистической системы и его решение, разложение потенциала по мультиполям (магнитный диполь).
24. Плотность энергии и плотность электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойтинга.
25. Решение нестационарных уравнений Максвелла (в вакууме) с правой частью. Запаздывающие потенциалы, излучение электромагнитных волн. Поляризация волн. Волновая зона. Электрическое дипольное и квадрупольное излучение, магнитное дипольное излучение.
26. Уравнение Максвелла для поля в среде. Материальные уравнение. Электромагнитные потенциалы в кусочно-однородной среде, граничные условия для поля.
27. Электростатика, энергия системы заряженных проводников в среде, ponderomotorные силы. Поляризация полярных и неполярных диэлектриков. Сегнетоэлектрики.
28. Магнитостатика, магнитное поле стационарных токов. Электромагнитные волны в среде.
29. Диэлектрическая проницаемость вещества при различных частотах. Излучение Вавилова-Черенкова.
30. Основные законы распространения, отражения и преломления света. Световое давление. Поляризация света. Особенности распространения света в кристаллах. Естественная ширина линии излучения.
31. Интерференция света. Пространственная и временная когерентность. Интерференционные приборы.
32. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Интеграл Кирхгофа. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Понятие о голографии. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах. Структурный анализ.
33. Геометрическая оптика. Элементы теории оптических инструментов. Законы теплового излучения.

34. Корпускулярные свойства света. Фотоэффект и эффект Комптона. Рассеяние света. Люминесценция. Спонтанное и вынужденное излучение. Усиление света. Лазеры.
35. Элементы нелинейной оптики: основные нелинейные эффекты (детектирование, умножение, гармоники, самофокусировка, многофотонное поглощение, параметрические процессы).
36. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов и нейтронов. Волновая функция и её вероятностная интерпретация. Уравнение Шредингера. Динамические переменные как операторы (операторы координаты, импульса, момента, энергии). Некоммутирующие операторы и соотношение неопределенностей.
37. Элементы теории представлений. Координатное и импульсное представления. Изменение физических величин со временем.
38. Гармонический осциллятор. Движение в центральном поле, атом водорода. Стационарная и нестационарная теория возмущений. Полуклассическая теория взаимодействия с излучением. Коэффициенты Эйнштейна. Правила отбора.
39. Элементы квантовой теории рассеяния. Броуновское приближение. Уравнение Дирака.
40. Собственные механический и магнитный моменты электрона. Уравнение Паули. Сложение спинового и орбитального моментов. Тонкая структура атомных спектров. Понятие о квантовании электромагнитного поля. Лэмбовский сдвиг уровней.
41. Квантовая механика многих частиц. Принцип неразличимости частиц. Принцип Паули и строение атомов.
42. Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул. Рентгеновские спектры. Сверхпроводимость и её квантовая природа.
43. Ядро как система протонов и нейтронов. Масса, заряд, спин, момент ядра. Энергия связи ядра. Размеры ядер. Четность состояний ядра. Статистика.
44. Ядерные силы. Энергия взаимодействия нуклонов и радиус действия ядерных сил. Зарядовая независимость. Зависимость ядерных сил от спина. Обменный характер ядерных сил. Эффект Месбауэра. Ядерные реакции. Эффект сечения реакции. Модель составного ядра Бора. Резонансные реакции. Прямые реакции. Реакции при высоких энергиях. Модели ядер. Оболочечная модель ядер. Коллективные движения в ядрах. Обобщенная модель ядра.
45. Деление ядер. Механизм деления. Замедление нейтронов. Цепная реакция. Коэффициент размножения. Ядерные реакторы гомогенные и гетерогенные. Реакторы на быстрых нейтронах.
46. Термоядерные реакции. Реакции в звездах. Водородный и углеродный циклы. Работы по управляемому термоядерному синтезу.
47. Элементарные частицы. Систематика частиц. Характеристики фундаментальных взаимодействий частиц и античастиц. Законы сохранения в физике элементарных частиц. Гипотеза кварков.

Экзаменационный билет кандидатского экзамена включает 4 вопроса:  
3 вопроса по программе кандидатского минимума, 1 вопрос по теме диссертации

Образец вопроса на собеседование:  
Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия,  
Направленность «Теоретическая физика»

### **ВОПРОС №1**

1. Основы, теория измерений, общая теория рассеяния. Квантовая теория физических явлений в ядрах, атомах и молекулах.

#### **Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:**

**5 баллов (отлично)** выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

**4 балла (хорошо)** выставляется, если аспиранту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки.

**3 (удовлетворительно)** выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Аспирант не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки.

**2 (неудовлетворительно)** выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

## Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. М.Х. Харрасов, А.У. Абдуллин, И.Р. Кызыргулов, И.Ф. Шарафуллин,. Введение в физику конденсированного состояния: учебное пособие. Изд. 2-е – Уфа: РИЦ БашГУ, 2015, 122 с.
2. Движение частиц в поле сферической симметрии: учеб. пособие / Р. М. Вахитов, А. Р. Юмагузин ; БашГУ .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2011 .— 77 с. — Библиогр.: с.76 .— ISBN 978-5-7477-2672-7.
3. Е.С. Боровик, В.В. Еременко, А.С. Мильнер. Лекции по магнетизму. М: Физматлит. 2005, 512 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2118](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2118)
4. Магнитоупругие солитоны в легкоплоскостном антиферромагнетике вблизи фазового перехода антиферромагнетизм-ферромагнетизм / А. Т. Харисов, М. А. Шамсутдинов, Р. Д. Сакаев // Физика металлов и металловедение. — 2004 .— Т. 97, N 2 .— С. 3-7 .— ISSN 0015-3230 .— Библиогр.: с. 7 (10 назв. ) .— <URL:<http://www.maik.ru>>.
5. Щелевые дискретные бризеры в двухкомпонентном трехмерном и двумерном кристаллах с межатомными потенциалами Морзе / С. В. Дмитриев [и др.] // Физика твердого тела. — 2010. — Т. 52, вып. 7.— С. 13981403 .— (Динамика решетки. Фазовые переходы). — ISSN 0367-3294 .— Библиогр.: с. 1403

#### Дополнительная литература:

6. Колебания, волны, структуры А.В. Баранов, В.Г. Маслов В.Г., А.О. Орлова , А.В. Федоров НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), Практическое использование наноструктур. 2014, 102 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71551](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71551)
7. Хаос, солитоны, фракталы [Электронный ресурс] .— / Электрон. данные и прогр. — М. : НИЦ "РХД", 2003 .— 1 электрон. опт. диск [CD-ROM] .— (Электронная библиотека) .— Загл. с контейнера. — Систем. требования : Windows 95/98/ME/NT4/0/2000/XP.

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства ([www.fepo.ru](http://www.fepo.ru)).
4. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>

5. [www.affp.mics.msu.su](http://www.affp.mics.msu.su)
6. Учебные пособия, физический практикум, демонстрации. Кафедра теоретической физики физфака МГУ им. М.В. Ломоносова: <http://genphys.phys.msu.ru>
7. Учебно-методические материалы и лабораторные практикумы. Кафедра общей физики Новосибирского государственного университета: <http://phys.nsu.ru/ok01/>
8. Физикам - преподавателям и студентам: <http://teachmen.csu.ru>
9. Решение задач по физике. Иродов И.Е.: <http://irodov.nm.ru>
10. Учебные материалы по физике - механика, термодинамика, электродинамика, электростатика, оптика, квантовая физика: [http://www.omsknet.ru/acad/fr\\_elect.htm](http://www.omsknet.ru/acad/fr_elect.htm)
11. Физическая энциклопедия в 5-ти томах: <http://www.elmagn.chalmers.se>

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для успешного осуществления рабочей программы необходимы программа курса «Теоретическая физика», литература и методические указания; принтер и ксерокс для копирования учебных материалов и материалов тестов, мультимедийный класс. Физико-технический институт располагает аудиториями, оснащенными современным оборудованием для проведения занятий лекционного типа и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы.

На факультете есть компьютерные классы с доступом к глобальной сети Интернет (WWW), в соответствии с объемом изучаемых дисциплин, каждый аспирант может быть обеспечен рабочим местом. Данные компьютерный классы обеспечивают доступ в электронно-библиотечную систему (электронную библиотеку) университета.

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид работы</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 219а (физмат-корпус)</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 219а (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых консультаций</b> (аудитория 219а физмат корпус-учебное)</p> <p><b>4. индивидуальных консультаций</b> (аудитория 219а физмат корпус-учебное)</p> <p><b>5. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> (аудитория 219а физмат корпус-</p>	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория 219а</b></p> <p>1. Проектор Aser P1220 (DLP, 3D,1024*768,USB)                  2 Экран на штативе 244*183                  3. Монитор 19" LG,                  4. Клавиатура Genius,                  5. мышь Genius.                  6. Телескоп Celestron NexStar 127 SLT                  7. Проектор PJ5226                  8. Сервер Depo Rase S770S 2XE5-2640/32GR1333E/C602-8i/1GB_Q600/Tesla_C20                  9. Нетбук Asus EEE PC 1011CXN2600/2G/320G/10.1"(1024x600)/WiFi/BT/4400mAh/Win7 (№ 21013400000991), 10. Персональный компьютер в комплекте №1 iRU Corp: процессор Intel Core 2 Quad Q 8400, 2.6 GHz, память 2048 Mb,                  11. Ноутбук Acer E1-571G-52454G50Mnks 15.6" i5 wifi, cam. MS Win7                  12. Ноутбук ASUS K42JY i3 2.13ГГц/3G 1066/320G/DVDRW/GF310M                  13. Ноутбук Asus K50IJ T3100/2G/250Gb/DVD-SMulti/WiFi/15.6"                  14. Персональный компьютер Lenovo ThinkCentre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19"</p> <p style="text-align: center;"><b>Лаборатория</b>  <b>По техническому обеспечению учебного процесса № 605г</b></p> <p>Станок токарный ТВ-16;                  Станок сверлильный НС-III;                  Осциллограф С1-67;                  Паяльная аппаратура;                  Весы аналитические Labof;                  Весы лабораторные;                  Шкаф с набором вспомогательного материала (резисторов, конденсаторов, предохранителей и т.д)                  Набор инструментов для ремонта оборудования.</p>	<p>1. Windows 8 Russian.                  Windows Professional 8 Russian Upgrade.                  Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.                  2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.                  3. Maxima (свободно распространяемое ПО)                  4. Python, (свободно распространяемое ПО)                  5. Anaconda (свободно распространяемое ПО)</p>

<p>учебное)  <b>6. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного процесса</b>  (аудитория 605 г физмат корпус-учебное)</p> <p><b>7. помещения для самостоятельной работы</b>  Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж): Зал доступа к электронной информации</p>	<p style="text-align: center;"><b>Читальный зал</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p><b>Зал доступа к электронной информации Библиотеки</b>  ПК (моноблок) – 8 шт., подключенных к сети Интернет, неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС; количество посадочных мест</p>	
--	---	--

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Теоретическая физика» на 5 семестре  
(наименование дисциплины)

Очная форма обучения

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	8
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	64
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	36

Формы контроля: кандидатский экзамен 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая аспирантам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе аспирантов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	5	6	7	8	9
1.	<p><b>Теоретическая механика, механика сплошных сред</b></p> <p>Основные понятия классической механики и законы Ньютона. Законы сохранения импульса, момента импульса, энергии. Материальная точка и система материальных точек.</p> <p>Уравнение движения твердого тела. Тензор инерции. Общее решение задачи двух тел. Упругое рассеяние частиц.</p> <p>Движение относительно неинерциальной системы отсчета, силы инерции. Принцип относительности Эйнштейна, релятивистская кинематика. Преобразование Лоренца и кинематические следствия из них, сложение скоростей в С.Т.О. Основные положения релятивистской динамики. Соотношение между массой и энергией. Функция Лагранжа и уравнение Лагранжа в</p>	2	2	20	1, 2, 3	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов	Индивид. проверка заданий по самостоятельной работе,

	<p>нерелятивистской механике и в С.Т.О.</p> <p>Собственные колебания механической системы.</p> <p>Вынужденные колебания и резонанс.</p> <p>Функция Гамильтона и уравнение Гамильтона.</p> <p>Функция действия и принцип наименьшего действия в нерелятивистской механике и в С.Т.О.</p> <p>Основные положения механики сплошных сред. Уравнения движения. Уравнение непрерывности. Законы изменения плотности импульса и плотности энергии. Интеграл импульса и плотности энергии. Интеграл Бернулли. Потенциальное течение. Ламинарное и турбулентное течение.</p> <p>Волновое уравнение. Звуковые волны. Эффект Доплера.</p> <p>Упругие деформации твердого тела, обобщенный закон Гука. Бегущие и стоячие волны в твердых телах.</p>					
2.	<p><b>Термодинамика, статистическая физика, Физическая кинетика</b></p> <p>Термодинамические (статистические) системы.</p> <p>Состояние термодинамического равновесия. 1-е, 2-е, 3-е начала</p>	1	20	1, 2, 3, 4	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов	Индивид. проверка заданий по самостоятельной работе,

<p> термодинамики для  квазистатических процессов.  Абсолютная температура. Энтропия.  Термодинамические потенциалы.  2-е начало термодинамики для  неравновесных процессов.  Экстремальные свойства  термодинамических потенциалов.  Условия равновесия и устойчивости.  Фазовые переходы.  Микроскопическое описание  статистической системы.  Смешанное состояние. Матрица  плотности. Классическая система:  фазовое пространство и уравнение  Лиувилля. Каноническое  распределение Гиббса. Сумма  состояний и свободная энергия.  Большое каноническое  распределение Гиббса.  Квазиклассический переход к  интегралу состояний. Распределение  Максвелла и Больцмана.  Неидеальный классический газ с  короткодействием. Парная  корреляционная функция.  Вириальное положение. Система с  кулоновским взаимодействием.  Дебаевский радиус экранирования.  Свободная энергия плазмы.  Идеальные квантовые газы Ферми-  Дирака и Бозе-Эйнштейна. Средние  числа заполнения (распределения </p>						
--	--	--	--	--	--	--

	<p>Ферми и Бозе). Теплоёмкость при низких температурах. Квантовая теория теплоёмкости двухатомного идеального газа. Фотонный газ, равновесное излучение и формула Планка. Фононы и теория теплоёмкости твердого тела (по Дебаю и Эйнштейну). Квизитермодинамическая теория флуктуации основных термодинамических величин. Случайные процессы. Броуновское движение. Уравнение Фоккера-Планка. Спектральные представления и временные корреляции случайных процессов. Тепловые шумы и формула Найквиста. Кинематические уравнения (общие положения). Понятие об H-теореме Больцмана. Кинематическое уравнение с релаксационным членом и его простейшие применения (явления переноса).</p>						
3.	<p><b>Электродинамика сплошных сред.</b> Уравнение Максвелла (в вакууме) как обобщение опытных фактов и их свойств. Закон Ампера и сила Лоренца. Электромагнитные потенциалы, тензор энергии</p>		1	10	3, 4, 5	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов	Индивид. проверка заданий по самостоятельной работе

<p>импульса электромагнитного поля. Калибровочное преобразование. Ковариантность уравнений Максвелла и преобразование потенциалов, токов и полей. Инварианты поля. Уравнение для вектор-потенциала для статистической системы и его решение, разложение потенциала по мультиполям (магнитный диполь). Плотность энергии и плотность электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойтинга. Решение нестационарных уравнений Максвелла (в вакууме) с правой частью. Запаздывающие потенциалы, излучение электромагнитных волн. Поляризация волн. Волновая зона. Электрическое дипольное и квадрупольное излучение, магнитное дипольное излучение. Уравнение Максвелла для поля в среде. Материальные уравнение. Электромагнитные потенциалы в кусочно-однородной среде, граничные условия для поля. Электростатика, энергия системы заряженных проводников в среде, ponderomotorные силы. Поляризация полярных и неполярных диэлектриков. Сегнетоэлектрики.</p>						
--	--	--	--	--	--	--

<p>Магнитостатика, магнитное поле стационарных токов. Электромагнитные волны в среде. Диэлектрическая проницаемость вещества при различных частотах. Излучение Вавилова-Черенкова. Основные законы распространения, отражения и преломления света. Световое давление. Поляризация света. Особенности распространения света в кристаллах. Естественная ширина линии излучения. Интерференция света. Пространственная и временная когерентность. Интерференционные приборы. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Интеграл Кирхгофа. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Понятие о голографии. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах. Структурный анализ. Геометрическая оптика. Элементы теории оптических инструментов. Законы теплового излучения. Корпускулярные свойства света. Фотоэффект и эффект Комптона. Рассеяние света. Люминесценция. Спонтанное и вынужденное излучение. Усиление света. Лазеры. Элементы нелинейной оптики: основные нелинейные эффекты</p>						
---	--	--	--	--	--	--

	(детектирование, умножение, гармоника, самофокусировка, многофотонное поглощение, параметрические процессы).						
4.	<p><b>Квантовая теория.</b>  Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов и нейтронов. Волновая функция и её вероятностная интерпретация. Уравнение Шредингера. Динамические переменные как операторы (операторы координаты, импульса, момента, энергии). Некоммутирующие операторы и соотношение неопределенностей. Элементы теории представлений. Координатное и импульсное представления. Изменение физических величин со временем. Гармонический осциллятор. Движение в центральном поле, атом водорода. Стационарная и нестационарная теория возмущений. Полуклассическая теория взаимодействия с изучением. Коэффициенты Эйнштейна. Правила отбора. Элементы квантовой теории рассеяния. Броуновское приближение. Уравнение Дирака. Собственные механический и магнитный моменты электрона. Уравнение Паули. Сложение</p>	2	4	14	2, 3, 5	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов	Индивид. проверка заданий по самостоятельной работе

<p> спинового и орбитального моментов.  Тонкая структура атомных спектров.  Понятие о квантовании электромагнитного поля. Лэмбовский сдвиг уровней.  Квантовая механика многих частиц.  Принцип неразличимости частиц.  Принцип Паули и строение атомов.  Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул.  Рентгеновские спектры.  Сверхпроводимость и её квантовая природа.  Ядро как система протонов и нейтронов. Масса, заряд, спин, момент ядра. Энергия связи ядра. Размеры ядер. Четность состояний ядра. Статистика.  Ядерные силы. Энергия взаимодействия нуклонов и радиус действия ядерных сил. Зарядовая независимость. Зависимость ядерных сил от спина. Обменный характер ядерных сил. Эффект Месбауэра. Ядерные реакции. Эффект сечения реакции. Модель составного ядра Бора. Резонансные реакции. Прямые реакции. Реакции при высоких энергиях. Модели ядер. Оболочечная модель ядер. Коллективные движения в ядрах. Обобщённая модель ядра.  Деление ядер. Механизм деления. </p>						
---	--	--	--	--	--	--

	<p>Замедление нейтронов. Цепная реакция. Коэффициент размножения. Ядерные реакторы гомогенные и гетерогенные. Реакторы на быстрых нейтронах. Термоядерные реакции. Реакции в звездах. Водородный и углеводородный циклы. Работы по управляемому термоядерному синтезу.</p> <p>Элементарные частицы. Систематика частиц. Характеристики фундаментальных взаимодействий частиц и античастиц. Законы сохранения в физике элементарных частиц. Гипотеза кварков.</p>						
	<b>Всего часов:</b>	2	4	64			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Теоретическая физика» на 5 семестрах  
(наименование дисциплины)  
очная форма обучения  
форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	10
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	89
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	9

Формы контроля: кандидатский экзамен 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая аспирантам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе аспирантов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	5	6	7	8	9
1.	<p><b>Термодинамика и статистическая физика</b>            Законы термодинамики.            Термодинамические функции.            Термодинамические неравенства. Распределение Гиббса. Энтропия.            Статистическое обоснование закона возрастания энтропии.            Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц.            Статистическое описание идеального газа.            Распределение Больцмана.            Квантовая статистика идеального газа.            Распределение Бозе            .            Термодинамика черного излучения. Распределение Ферми. Условие химического равновесия. Закон</p>	2	2	10	1, 2, 3	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов	Индивид. проверка заданий по самостоятельной работе,

	<p>действующих масс. Теплота реакции. Термическая диссоциация, ионизация, возбуждение.</p> <p>Неидеальные газы. Разложения по степеням плотности. Вириальные коэффициенты.</p> <p>Фазовые переходы первого и второго рода.</p> <p>Термодинамическая теория Ландау фазовых переходов второго рода.</p>						
2.	<p><b>Теория неравновесных процессов.</b></p> <p>Уравнения переноса, основы термодинамики необратимых явлений. Соотношение симметрии кинетических коэффициентов Онсагера.</p> <p>Применения методов неравновесной термодинамики к явлениям в сплошных средах с одновременным протеканием различных процессов: диффузии, теплопроводности, вязкости, химических реакций.</p> <p>Случайные блуждания и броуновское движение.</p> <p>Уравнение Ланжевена.</p> <p>Уравнение Фоккера-Планка.</p> <p>Релаксационные явления.</p> <p>Основное кинетическое уравнение. Колебательная</p>		1	8	1, 2, 3, 4	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов	Индивид. проверка заданий по самостоятельной работе,

	релаксация. Вращательная релаксация. Кинетика диссоциации и ионизации. Газовые лазеры. Столкновительные механизмы создания инверсной населенности.						
3.	<b>Физика газов и плазмы.</b> Взаимодействие молекул. Источники сведений о межмолекулярных силах. Различные составляющие межмолекулярных сил. Потенциальные функции межмолекулярного взаимодействия. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний, термодинамическое подобие. Теплоемкость. Сжимаемость. Эффект Джоуля-Томпсона. . Явление переноса в газах. Вязкость. Теплопроводность. Диффузия. Термодиффузия. Пристеночные явления в умеренно разреженном газе. Кинетические явления в сильноразреженном газе (газ Кнудсена). Методы исследования явлений		1	8	3, 4, 5	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов	Индивид.проверка заданий по самостоятельной работе

	<p>переноса. Методы получения сверхнизких и высоких давлений. Диффузионные методы разделения изотопов. Низкотемпературная плазма. Дебаевский радиус. Ионизационное равновесие. Формула Саха. Кинетика ионизации. Явление переноса в плазме. Излучение плазмы.</p>						
4.	<p><b>Физика жидкостей.</b>          Строение жидкости. Радиальная функция распределения. Изучение структуры жидкости методом рассеяния рентгеновских лучей. Уравнения состояния жидкости и плотных газов. Плотность, сжимаемость, теплоемкость. Статистическая теория жидкостей. Частичные функции распределения, методы интегральных уравнений. Модельные теории. Компьютерное моделирование. Явление переноса и релаксации в жидкости. Вязкость, теплопроводность, диффузия и самодиффузия. Поверхностные</p>	2	4	10	2, 3, 5	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов	Индивид. проверка заданий по самостоятельной работе

	<p>явления. Поверхностное натяжение, смачивание. Осмотическое давление. Экзотические жидкости, жидкие кристаллы, жидкие металлы. Квантовые жидкости. Сверхтекучесть гелия.</p>						
5.	<p><b>Фазовые переходы.</b>          Диаграммы состояния. Условия равновесия фаз. Закон Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка и физические свойства системы в окрестности критической точки. Соотношения между критическими показателями. Экспериментальные методы исследования критических состояний. Методы термостатирования и получения низких температур. Кипение. Кризис кипения. Метастабильные состояния. Перегрев, переохлаждение. Давление насыщенных паров над раствором. Плавление, кристаллизация. Возгонка и сублимация. Правило фаз Гиббса. Равновесие в гомогенных многокомпонентных системах. Закон действующих масс.</p>	2	4	4	3, 4, 5	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов	Индивид. проверка заданий по самостоятельной работе,
6.	<b>Явления переноса массы и</b>	2	4	4	О-1, О-3	изучение основной	Индивид. проверка

	<p><b>импульса в сплошных средах</b>  Перенос массы – уравнение непрерывности с источниками и стоками. Идеальная жидкость. Уравнение Эйлера. Вихревое движение. Потенциальное движение. Уравнение Бернулли. Вязкая жидкость. Тензор вязких напряжений. Уравнение Навье-Стокса. Диссипация кинетической энергии в вязкой жидкости. Устойчивость стационарного движения жидкости. Уравнение Рейнольдса для турбулентного движения. Теория турбулентности Прандтля. Движение жидкости в пограничном слое. Уравнение Прандтля. Отрыв и турбулизация пограничного слоя. Кризис сопротивления.</p>				Д-8, Д-9	и дополнительной литературы, составление кратких конспектов	заданий по самостоятельной работе,
7.	<p><b>Теплопроводность</b>  Тепловой поток. Уравнение теплопроводности, краевые задачи. Стационарная теплопроводность, решение задачи для простейших тел. Объемные и поверхностные источники тепла. Нестационарная теплопроводность.</p>		4	5	2, 4, 5	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач	Индивид.проверка заданий по самостоятельной работе, дискуссия на практическом занятии

	<p>Простейшие задачи для бесконечных и конечных областей. Нелинейная теплопроводность. Автомодельные решения. Тепловые волны. Основные аналитические методы решения уравнения теплопроводности. Метод Фурье, метод интегральных преобразований Лапласа, метод функций Грина.</p>						
8.	<p><b>Конвективный теплообмен</b>  Общие уравнения переноса тепла., Критериальные уравнения теплообмена.  Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.  Теплообмен в ламинарном пограничном слое.  Теплообмен при испарении, конденсации и кипении, пленочная и капельная конденсация. Теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.  Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей. Режимы кипения. Механизм процесса теплообмена при пузырьковом кипении. Кризис кипения. Механизмы теплообмена при пленочном</p>		4	5	2, 3, 5	<p>изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач</p>	<p>.Проверка решений задач , дискуссия на практическом занятии</p>

	кипении. Теплопередача при ламинарном и турбулентном движении паровой пленки.						
9.	<b>Теплообмен излучением</b> Основные законы теплового излучения. Формула Планка. Закон Стефана Больцмана. Закон Кирхгофа. Лучистый теплообмен между телами. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах. Особенности излучения газов и паров. Критерий радиационного подобия.			10	2, 5	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов	Кандидатский экзамен
	<b>Всего часов:</b>	2	4	64			