



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«**ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**»

Физический факультет

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
и инновациям

Ашурбеков Н.А.

2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

по направлению подготовки: **01.04.02 «Теоретическая физика»**

Уровень образования: **подготовка кадров высшей квалификации
(аспирантура)**


Квалификация выпускника:
«Исследователь. Преподаватель – исследователь»

Форма обучения: Очная

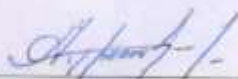
Статус дисциплины: **вариативная часть обязательных дисциплин**

Махачкала 2020

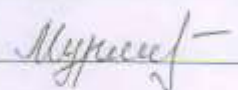
Рабочая программа дисциплины научной специальности «Теоретическая физика» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 - Физика и астрономия, квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь» от «30» июня 2014 г. № 867.

Разработчик (и): кафедра общей и теоретической физики Муртазаев А.К., д.ф.-м.н., профессор 


Рабочая программа дисциплины научной специальности «Теоретическая физика» одобрена на заседании кафедры общей и теоретической физики от «21» января 2020 г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Муртазаев А.К.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «28» февраля 2020 г., протокол №6.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины научной специальности «Теоретическая физика» согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры

«26» марта 2020 г.  Э.Т. Рамазанова

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина научной специальности «**Теоретическая физика**» входит в Вариативную часть основной профессиональной образовательной программы **03.06.01 – Физика и астрономия**. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой общей и теоретической физики.

В основу данной программы положены следующие дисциплины: механика, теория поля, электродинамика и механика сплошных сред, квантовая механика, статистическая физика, квантовая теория поля.

Дисциплина охватывает круг вопросов, связанных с механикой, теорией поля, электродинамикой и механикой сплошных сред, квантовой механикой, статистической физикой, квантовой теорией поля.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций:

универсальных:

- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

профессиональных:

- способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ (ПК-1);
- способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения (ПК-2);
- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-3);
- способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования, и владением методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности (ПК-4).
- способность правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности (ПК-5).

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа.*

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 03.06.01 - Физика и астрономия, изучающих дисциплину научной специальности «Теоретическая физика».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014г. №867;
- Основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации).
- Учебным планом университета по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным в 2020 г.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числ е экза мен	Форма промежуточн ой аттестации (зачет, дифференцир ованный зачет, экзамен	
	в том числе:									
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					КС Р			консул ьтации
		всего	Лекц ии	Лабора торные занятия	Практи ческие занятия	консул ьтации				
4, 5	72	18	8	-	10	36	-	18	Экзамен	

Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины научной специальности «Теоретическая физика» является изучение базовых свойств изучение физических основ, методов, законов и моделей теоретической физики;

- приобретение навыков использования знаний различных разделов теоретической физики в профессиональной деятельности.

Задачами данного курса являются:

- создание основ достаточно широкой теоретической подготовки в области физики, позволяющей будущим специалистам

ориентироваться в потоке научной и технической информации и обеспечивающей им возможность использования новых физических принципов в тех областях науки, в которых они будут специализироваться;

- формирование основ научного мышления, правильного понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий и умения оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или научных методов исследования;
- усвоение основных физических явлений и законов классической и квантовой физики, электричества и магнетизма, методов физического мышления;
- выработка приёмов владения основными методами решения и навыков их применения к решению конкретных физических задач из разных областей физики;
- проверить полноту владения базовыми знаниями по специальности;
- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности;

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ОПОП <i>Содержание компетенций*</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • универсальные этические нормы общения, основы профессиональной и личностной коммуникации; • основы планирования и решения задач собственного профессионального и личностного развития; • основные положения профессионально-этического кодекса преподавателя, уметь интерпретировать их в конкретной ситуации; • особенности и противоречия формирования в современной России ценностных ориентаций, ценностно-

		<p>аксиологического сознания личности учащегося высшей школы.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • следовать этическим нормам в профессиональной деятельности; • разрабатывать профессионально-этические кодексы применительно к специфике профессиональной педагогической деятельности; • следовать этическим нормам в профессиональной деятельности. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками успешной профессиональной коммуникации и самопрезентации, основами публичного выступления; • навыками этико-аксиологического анализа процессов, явлений, ситуаций, отношений, поступков, документов и т.п.; • способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности.
ПК-1	<p>способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • способы выполнения математического моделирования объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ при решении педагогических задач. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться математическим аппаратом для моделирования объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками математического моделирования объектов и процессов с

		<p>целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ при решении научных и научно-образовательных задач.</p>
ПК-2	<p>способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы высшей математики, законы естественных наук, применяемые в физике плазмы; • физические методы исследования и требования к параметрам твердотельных веществ и плазмы при практическом применении готовить сообщения на научно-практической конференции с широким спектром тематики; • информационные технологии, применяемые при моделировании физических свойств твердотельных материалов и плазмы; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать аппарат высшей математики при описании фундаментальных свойств объекта исследования; • применять законы естественных наук в теоретических и экспериментальных исследованиях плазмы и тонких пленок; готовить сообщения на научно-практической конференции с широким спектром тематики; • работать с информацией в области физики плазмы из различных источников: отечественной и зарубежной периодической литературой, монографий и учебников. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами планирования, подготовки проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по специальности 01.04.08 Теоретическая физика;

		<ul style="list-style-type: none"> •навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение НИР и проектных работ по специальности 01.04.08 Теоретическая физика.
ПК-3	<p>способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p>	<p>Знать: способы использования основных законов естественнонаучных дисциплин в педагогической деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p> <p>Уметь: использовать и применять основные законы естественнонаучных дисциплин и методы физического анализа и моделирования при теоретическом и экспериментальном исследовании научных и научно-образовательных задач.</p> <p>Владеть способами применения основных законов естественнонаучных дисциплин и методов физического анализа и моделирования при теоретическом и экспериментальном исследовании, включая возможности привлечения собственных научных исследований в качестве средства совершенствования образовательного процесса.</p>
ПК-4	<p>способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования, и владением методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов в области профессиональной</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • фундаментальные основы физики полупроводников, физические явления в полупроводниках и полупроводниковых композиционных структурах, лежащих в основе работы оптоэлектронных приборов; • принципы работы оптоэлектронных приборов, в том числе приборов квантовой электроники; • нормативные документы для патентных исследований в области оптики полупроводников и полупроводниковых

	<p>деятельности</p>	<p>композиционных структур.</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов в области физики плазмы. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно изучить и анализировать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры; • проводить патентные исследования при создании инновационных продуктов радиоэлектронной и оптической аппаратуры. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры; • методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры.
ПК-5	<p>способность правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • профессионально представить результаты своих исследований простым и доступным научным языком; • теорию и практику (эксперимент) представляемого материала; • основные принципы подготовки научного проекта; • основные требования к заявкам; • состояние проблемы в мире в данной области науки; • оригинальность и новизну предлагаемых методов и подходов, преимущество методов решения предлагаемых проблем и задач по сравнению с ранее известными; • какой новый вклад вносят результаты данного проекта в данную область науки, технологическое и научное

		<p>применение результатов исследований в рамках данного проекта.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • наглядно и в доступной форме представить основные результаты; • свободно пользоваться программой PowerPoint для презентации собственных научных результатов; • правильно и кратко отвечать на вопросы, возникающие по ходу обсуждения представляемого материала; • самостоятельно написать и правильно оформить и представить научную статью или отчет по результатам собственных исследований; • правильно оценить реальные расходы за выполнение проекта и объем запрашиваемой суммы; убедить экспертов, что проект заслуживает поддержки; • показать экспертам оригинальность и новизну и преимущества данного проекта, четко сформулировать цели и задачи, новизна методов и подходов используемых для достижения цели. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • графическим представлением научных результатов; • программным обеспечением PowerPoint; • полной научной информацией в данной области научных исследований в мире; • глубокими знаниями в своей области, чтобы дать критическую оценку опубликованным результатам в данной области науки; • опытом работы в качестве руководителя или исполнителя в проектах.
--	--	--

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
универсальные	УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
профессиональные	ПК-1	способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
профессиональные	ПК-2	способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
профессиональные	ПК-3	способностью	Для

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
		использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
профессиональные	ПК-4	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования, и владением методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
профессиональные	ПК-5	способность правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина научной специальности «Теоретическая физика» входит в вариативную часть основной профессиональной образовательной программы **03.06.01 – Физика и астрономия** и является обязательной для изучения.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах, прохождении практик:

- оформление результатов научного исследования;
- информационные технологии в образовании;
- техника физического эксперимента;
- численные методы в физике;
- научно-исследовательская практика.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Освоение дисциплины **научной специальности «Теоретическая физика»** направлено на формирование следующих универсальных и профессиональных компетенций аспиранта:

универсальных:

- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

профессиональных:

- способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ (ПК-1);
- способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения (ПК-2);
- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-3);
- способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования, и владением методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности (ПК-4).
- способность правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах,

и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности (ПК-5).

В результате освоения дисциплины научной специальности «Теоретическая физика» обучающийся должен

Знать:

- теоретические основы, основные понятия, законы и модели механики, теории поля, электродинамики, механики сплошных сред и физической кинетики, квантовой механики, статистической физики, теории конденсированного состояния;
- иметь представление о современном состоянии этих разделов теоретической физики.

Уметь:

- решать задачи теоретической физики и использовать навыки решений при решении новых задач;
- четко сформулировать задачи, возникающие при решении поставленной проблемы;
- находить правильный и доступный инструментарий для решения задачи;
- самостоятельно ставить конкретные задачи в своей области научных исследований;
- принимать участие в разработке новых подходов в научных исследованиях в своей области;
- проводить анализ чужих результатов и работ в области теоретической физики. Обладать широким кругозором.

Владеть:

- навыками решения задач теоретической физики. демонстрировать способность и готовность;
- - использовать знания в области теоретической физики в научно-исследовательской и преподавательской деятельности.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих за ней дисциплин:

- Квантовая теория поля;
- Физика фазовых переходов и критических явлений;
- Квантовая электродинамика;
- подготовка научно-квалификационной работы (диссертации).

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные	Контроль самост.		
Модуль 1.									
1	Тема 1. Механика Релятивистская механика. Принцип наименьшего действия. Энергия и Интегрирование уравнений движения. Распад частиц, упругие столкновения. Малые колебания. Движение твердых тел. Принцип относительности.			1	1			4	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)
2	Тема 2. Теория поля. Заряд в электромагнитном поле. Действие для электромагнитного поля. Постоянное электромагнитно			1	1			6	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)

	<p>е поле. Электромагнитны е волны. Поле движущихся зарядов. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Движение частицы в гравитационном поле. Физические процессы в ранней Вселенной. Уравнения гравитационного поля.</p>							
3	<p>Тема 3. Электродинамика Ионизационные потери быстрых частиц. Сверхпроводники . Уравнения электромагнитны х волн. Электромагнитны е волны в анизотропных средах. Нелинейная оптика. Электростатика диэлектриков и проводников.</p>			1			4	<p>Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)</p>
4	<p>Тема 4. Механика сплошных сред и физическая кинетика Идеальная жидкость. Вязкая жидкость: уравнения движения вязкой жидкости.</p>			1			6	<p>Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая</p>

	Переход к турбулентности. Одномерное движение сжимаемого газа. Звуковые волны со слабой дисперсией. Кинетическая теория газов. Бесстолкновительная плазма. Столкновения в плазме.								система (РС)
			4	5			27		
Модуль 2									
	Тема 5. Квантовая механика. Движение в магнитном поле. Уравнение Шредингера для движения в магнитном поле. Плотность потока в магнитном поле. Уравнение Шредингера. Момент количества движения. Движение в центральном поле. Теория возмущений. Тождественность частиц. Атом. Состояние электронов атома. Основные положения квантовой механики.		1	1			6		Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)
	Тема 6. Статистическая физика.		1	1			6		Домашнее задание (ДЗ)

<p> Движение в магнитном поле. Уравнение Шредингера для движения в магнитном поле. Плотность потока в магнитном поле. Уравнение Шредингера. Момент количества движения. Движение в центральном поле. Теория возмущений. Тождественность частиц. Атом. Состояние электронов атома. Основные положения квантовой механики. Основные принципы статистики. Термодинамические величины. Термодинамика идеальных газов. Распределение Ферми и Бозе. Неидеальные газы и конденсированные среды. Равновесие фаз. Слабонеидеальный бозе-газ. </p>									<p> Собеседование (С) Рейтинговая система (РС) </p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

<p>Твердые тела. Фазовые переходы второго рода. Сверхпроводимость. Флуктуации. Колебания решетки. Теория упругости. Звук в твердых телах. Процессы распада и слияния фононов. Рассеяние фононов на примесях. Кинетическое уравнение для фононов. Теплопроводность.</p>								
<p>Тема 7. Теория конденсированного Состояния. Неидеальный бозе-газ. Типы и симметрия твердых тел. Энергетические спектры и плотность квантовых состояний. Колебания решетки. Процессы распада и слияния фононов. Магнитный порядок. Сверхпроводимость.</p>			1	1			7	<p>Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)</p>

	<p>Теория сверхпроводимости Гинзбурга—Ландау. Функции Грина. Поверхность Ферми. Диаманитный и циклотронный резонанс. Открытые орбиты. Квантование орбит. Эффект де Газа-ван Альфвена.</p>								
	<p>8. Квантовая теория полей Неидеальный бозе-газ. Типы и симметрия твердых тел. Энергетические спектры и плотность квантовых состояний. Колебания решетки. Процессы распада и слияния фононов. Магнитный порядок. Сверхпроводимость. Теория сверхпроводимости Гинзбурга—Ландау. Функции Грина. Поверхность</p>		1	2			8	<p>Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)</p>	

Ферми. Диаманитный и циклотронный резонанс. От- крытые орбиты. Квантование орбит. Эффект де Газа-ван Альфвена. Квантование свободных полей. Квантовая электродинамика. Квантово- электродинамиче ские расчеты Представление Челлена— Лемана. Ренормгруппа. β - функция и аномальные размерности. Операторное разложение. Аномальные размерности составных операторов. Спонтанное нарушение симметрии, теорема Голдстоуна, явление Хиггса. Глубоконеупруго е рассеяние и партонная модель. Топологические								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

	свойства теории поля. Физика частиц и ранняя Вселенная.								
	<i>Итого по модулю 2:</i>			4	5			27	
	ВСЕГО (часов)			8	10			54	Экзамен

4.3.1. Содержание лекционных занятий

1. Механика

Уравнения движения. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа. Симметрии. Теорема Нетер. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса.

Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение, приведенная масса, движение в центральном поле.

Распад частиц, упругие столкновения. Сечение рассеяния частиц, формула Резерфорда.

Малые колебания. Свободные и вынужденные одномерные колебания, параметрический резонанс. Колебания систем со многими степенями свободы, полярные координаты. Колебания при наличии трения.

Движение твердых тел. Угловая скорость, момент инерции и момент количества движения твердых тел. Эйлеровы углы и уравнение Эйлера.

Канонические уравнения, уравнение Гамильтона, скобки Пуассона, действие как функция координат, теорема Лиувилля, уравнение Гамильтона—Якоби, разделение переменных.

Принцип относительности. Скорость распространения взаимодействий. Интервал. Собственное время. Преобразование Лоренца. Преобразование скорости. Четырехмерные векторы. Четырехмерная скорость.

Релятивистская механика. Принцип наименьшего действия. Энергия и импульс. Распад частиц. Упругие столкновения частиц.

2. Теория поля

Заряд в электромагнитном поле. Четырехмерный потенциал поля. Уравнения движения заряда в поле, калибровочная (градиентная) инвариантность. Тензор электромагнитного поля. Преобразование Лоренца для поля. Инварианты поля.

Действие для электромагнитного поля. Уравнения электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля.

Постоянное электромагнитное поле. Закон Кулона. Электростатическая энергия зарядов. Дипольный момент. Мультипольные моменты. Система зарядов во внешнем поле. Постоянное магнитное поле. Магнитный момент. Теорема Лармора.

Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Плоские волны. Монохроматическая плоская волна. Спектральное разложение. Поляризационные характеристики излучения. Разложение электростатического поля.

Поле движущихся зарядов. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара—Вихерта. Излучение электромагнитных волн. Поле системы зарядов на далеких расстояниях. Мультипольное излучение. Излучение быстро движущегося заряда. Рассеяние свободными зарядами.

Движение частицы в гравитационном поле. Метрика. Ковариантное дифференцирование. Символы Кристоффеля. Действие для частицы в гравитационном поле.

Уравнения гравитационного поля. Тензор кривизны. Действие для гравитационного поля. Тензор энергии-импульса. Уравнения Эйнштейна.

Нерелятивистский предел уравнений Эйнштейна. Закон Ньютона. Центральное-симметричное гравитационное поле. Метрика Шварцшильда. Гравитационный коллапс.

Наблюдаемые эффекты ОТО в ньютоновом и постньютоновом приближении (гравитационное красное смещение, отклонение луча света, задержка сигнала, прецессия гироскопа, прецессия орбит планет). Гравитационные линзы.

Релятивистская космология. Открытая, закрытая и плоская модели. Закон Хаббла. Расширение Вселенной на радиационно-доминированной, пылевидной и вакуум-доминированной стадиях.

Физические процессы в ранней Вселенной. Закалка нейтрино. Первичный нуклеосинтез. Рекомбинация, реликтовые фотоны.

3. Электродинамика сплошных сред

Электростатика диэлектриков и проводников. Диэлектрическая проницаемость и проводимость. Термодинамика диэлектриков. Магнитные свойства. Постоянное магнитное поле. Магнитное поле постоянных токов. Термодинамические соотношения. Диа-, пара-, ферро- и антиферромагнетики.

Сверхпроводники. Магнитные свойства. Сверхпроводящий ток. Критическое поле.

Уравнения электромагнитных волн. Уравнения поля в отсутствие дисперсии. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Соотношения Крамерса—Кронига. Плоская монохроматическая волна. Распространение электромагнитных волн. Отражение и преломление. Принцип взаимности.

Электромагнитные волны в анизотропных средах. Эффекты Керра и Фарадея. Пространственная дисперсия. Естественная оптическая активность. Магнитная гидродинамика. МГД-аолкы. Проблема динамо.

Нелинейная оптика. Нелинейная проницаемость. Самофокусировка. Генерация второй гармоники.

Ионизационные потери быстрых частиц. Излучение Черенкова. Рассеяние электромагнитных волн в средах. Рэлеевское рассеяние.

4. Механика сплошных сред и физическая кинетика

Идеальная жидкость. Уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера. Поток энергии. Поток импульса. Сохранение циркуляции скорости. Потенциальное обтекание тел: присоединенная масса, сила сопротивления, эффект Магнуса.

Вязкая жидкость: уравнения движения вязкой жидкости. Диссипация энергии в несжимаемой жидкости.

Переход к турбулентности. Неустойчивости ламинарных течений. Теория Ландау—Хопфа. Типы аттракторов. Странный аттрактор. Переход к турбулентности путем удвоения периодов. Развитая турбулентность. Спектр турбулентности в вязком интервале. Колмогоровский спектр.

Звук. Звуковые волны. Геометрическая акустика.

Одномерное движение сжимаемого газа. Характеристики. Инварианты Римана. Простая волна Римана. Образование ударных волн. Ударная адиабата. Слабые разрывы. Теория сильного взрыва.

Ударные волны слабой интенсивности. Уравнение Бюргерса.

Звуковые волны со слабой дисперсией. Уравнение КДВ. Солитоны и их взаимодействие. Бесстолкновительные ударные волны.

Гидродинамика сверхтекучей жидкости. Двухжидкостное описание.

Кинетическая теория газов. Кинетическое уравнение Больцмана. 5ВД-теорема. Теплопроводность и вязкость газов. Симметрии кинетических коэффициентов. Диффузионное приближение. Уравнение Фоккера—Планка.

Бесстолкновительная плазма. Уравнения Власова. Диэлектрическая проницаемость бесстолкновительной плазмы. Затухание Ландау. Ленгмюровские и ионно-звуковые волны. Пучковая неустойчивость: гидродинамическая и кинетическая стадии. Квазилинейная теория.

Столкновения в плазме. Интеграл столкновений Ландау. Длина пробега частиц в плазме.

5. Квантовая механика

Основные положения квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Стационарные состояния. Гейзенберговское представление. Соотношения неопределенности.

Уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера. Одномерное движение. Одномерный осциллятор. Плотность потока. Квазиклассическая волновая функция. Прохождение через барьер.

Момент количества движения. Собственные функции и собственные значения момента количества движения. Четность. Сложение моментов. Разложение Клебша—Гордана.

Движение в центральном поле. Сферические волны. Разложение плоской волны. Радиальное уравнение Шредингера. Атом водорода.

Теория возмущений. Возмущения, не зависящие от времени. Периодические возмущения. Квазиклассическая теория возмущений.

Спин. Оператор спина. Тонкая структура атомных уровней.

Тождественность частиц. Симметрия при перестановке частиц. Вторичное квантование для бозонов и фермионов. Обменное взаимодействие.

Атом. Состояние электронов атома. Уровни энергии. Самосогласованное поле. Уравнение Томаса—Ферми. Тонкая структура атомных уровней. Периодическая система Менделеева.

Движение в магнитном поле. Уравнение Шредингера для движения в магнитном поле. Плотность потока в магнитном поле.

Столкновения частиц. Общая теория. Формула Бора. Резонансное рассеяние. Столкновение тождественных частиц. Упругое рассеяние при на линии неупругих процессов. Матрица рассеяния. Формула Брейта—Вигнера.

6. Статистическая физика

Основные принципы статистики. Функция распределения и матрица ρ плотности. Статистическая независимость. Теорема Лиувилля. Роль энергии. Закон возрастания энтропии. Микроканоническое распределение. Распределение Гиббса. Распределение Гиббса с переменным числом частиц.

Термодинамические величины. Температура. Работа и количество q пла. Термодинамические потенциалы. Термодинамические неравенства: Принцип Ле-Шателье. Теорема Нернста. Системы с переменным числом частиц. Свободная энергия в распределении Гиббса. Вывод термодинамических соотношений.

Термодинамика идеальных газов. Распределение Больцмана. Столкновение молекул. Неравновесный идеальный газ. Закон равнораспределения. Одноатомный идеальный газ.

Распределение Ферми и Бозе. Вырожденный идеальный ферми-газ. Свойства вещества при больших плотностях. Вырожденный бозе-газ. Конденсация Бозе—Эйнштейна. Равновесное тепловое излучение. Формула Планка. Светимость абсолютно черного тела.

Неидеальные газы и конденсированные среды. Фононные спектры и термодинамические свойства газа. Термодинамические свойства идеального классического газа.

Равновесие фаз. Формула Клапейрона—Клаузиуса. Критическая точка.

Системы с различными частицами. Правило фаз. Слабые растворы. Смесь идеальных газов. Смесь изотопов. Химические реакции. Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Теплота реакции. Ионизационное равновесие.

Слабонеидеальный бозе-газ. Модель Боголюбова. Спектр возбуждений. Сверхтекучесть. Квантовые вихри.

Твердые тела. Кристаллические структуры. Поверхность Ферми. Зонная структура. Ква-, 1 частицы.

Колебания решетки. Теория упругости. Звук в твердых телах. Процессы распада и слияния фононов. Рассеяние фононов на примесях. Кинетическое уравнение для фононов. Теплопроводность.

Сверхпроводимость. Куперовское спаривание. Теория Бардина—Купера—Шриффера (БКШ). Теория Лондонов. Теория Гинзбурга-Ландау. Ток, калибровочная инвариантность, квантование потока. Сверхпроводники первого и второго рода. Эффект Джозефсона.

Флуктуации. Распределение Гиббса. Флуктуации основных термодинамических величин. Формула Пуассона. Временные флуктуации. Симметрии кинетических коэффициентов. Флуктуационно-диссипативная теорема.

Фазовые переходы второго рода. Теория Ландау. Критические индексы. Масштабная инвариантность. Флуктуации в окрестности критической точки.

7. Теория конденсированного состояния

(Раздел для специалистов по теории твердого тела)

Неидеальный бозе-газ. Симметрия волновой функции системы бозонов, бозе-конденсат) Слабонеидеальный бозе-газ. Модель Боголюбова. Спектр возбуждений. Сверхтекучесть. Двухжидкостное описание. Критерий Ландау ГГТеория Фейнмана. Квантовые вихри. Корреляции в положении частиц бозе-газа.

Типы и симметрия твердых тел. Кристаллические структуры. Симметрия кристаллов. Свойства обратной решетки. Зона Бриллюэна. Теорема Блоха.

Зонная структура и типы связи. Квазичастицы. Электронная теплоемкость.

Поверхность Ферми. Диаманитный и циклотронный резонанс. Открытые орбиты. Квантование орбит. Эффект де Газа-ван Альфвена.

Колебания решетки. Теория упругости. Звук в твердых телах. Акустические и оптические ветви. Модель Дебая. Удельная теплоемкость решетки. Квантование фононов. Ангармонизм и тепловое расширение. Фактор Дебая—Уоллера.

Процессы распада и слияния фононов. Рассеяние фононов на примесях. Кинетическое уравнение для фононов в диэлектрике. Теплопроводность. Электрон-фононное взаимодействие и проблема полярона,

Магнетизм. Обменное взаимодействие. Магнитные свойства изолированного атома. Правило Хунда. Гамильтониан Гейзенберга. Модель Хаббарда. Природа магнетизма металлов. Спиновый парамагнетизм Паули и орбитальный диаманитизм Ландау. Магнитные примеси в металле. Обменное взаимодействие через электроны проводимости (РККИ). Эффект Кондо.

Магнитный порядок. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм. Метод среднего поля для ферромагнетика. Доменная структура. Гистерезис ферромагнетиков. Спиновые волны (магноны). Квантовые флуктуации и

спиновые волны в антиферромагнетике. Вклад магнонов в термодинамику магнетиков. Динамика магнитного момента в ферромагнетике. Уравнение Ландау—Лифшица.

Сверхпроводимость. Куперовское спаривание. Теория Бардина—Купера—Шриффера (БКШ). Теория Лондонов. Нелокальная электродинамика сверхпроводника: лондоновский и пиппардовский случай. Эффекты четности числа электронов в сверхпроводниках малых размеров.

Теория сверхпроводимости Гинзбурга—Ландау. Ток, калибровочная инвариантность, квантование потока. Сверхпроводники первого и второго рода. Верхнее и нижнее критические поля. Вихревая решетка: Эффект Джозефсона. Эффект близости. Флуктуационные эффекты вблизи сверхпроводящего перехода. Туннельные эффекты в сверхпроводниках.

Функции Грина. Корреляционные функции. Термодинамический предел и квазисредние. Основные принципы диаграммной техники. Уравнение Дайсона. Вершинная функция. Многочастичные функции Грина. Диаграммная техника при конечных температурах. Кинетические уравнения.

Динамика критических явлений. Уравнения ренормгруппы.

Особенности электронных свойств систем пониженной размерности.

Энергетические спектры и плотность квантовых состояний. Квантовый эффект Холла в двумерном электронном газе. Эффекты локализации электронов в одно- и двумерных системах, перколяционные явления.

8. Квантовая теория полей

(Раздел для специалистов по теории элементарных частиц и физике высоких энергий)

Квантование свободных полей. Симметрии лагранжиана и теорема Нетер. Алгебра токов. Дискретные симметрии. СРТ теорема и связь спина со статистикой.

Квантовая электродинамика. Правила Фейнмана. Перенормировки. Тожества Уорда—Такахаси.

Квантово-электродинамические расчеты: комптон-эффект, e^+ , e^- аннигиляция, рождение пар. Тормозное излучение и инфракрасная катастрофа. Аномальный магнитный момент электрона. Лэмбовский сдвиг.

Представление Челлена—Лемана. Формула Лемана—Симанчика—Циммермана. Аналитические свойства амплитуд рассеяния. Правила Кутковского. Правила Ландау для особенностей фейнмановских диаграмм.

Ренормгруппа. β -функция и аномальные размерности. Операторное разложение. Аномальные размерности составных операторов.

Калибровочные теории поля. Квантование по Фаддееву—Попову и духи. Тожества Славнова—Тейлора. Квантовая хромодинамика и асимптотическая свобода.

Спонтанное нарушение симметрии, теорема Голдстоуна, явление Хиггса.

Кварковая модель. Спектроскопия адронов и составляющие кварки. Чармоний, боттомоний.

КХД и киральная симметрия сильных взаимодействий. Частичное сохранение аксиального тока. Пионы как голдстоуновские частицы. Киральная аномалия Адлера—Белла—Джакива.

Стандартная модель. W- и Z-бозоны, их распады. Хиггсовский бозон. Поколения лептонов и кварков. Матрица Кабиббо—Кобаяши—Маскава.

β -распад нейтрона, распад мюона, распады тяжелых кварков. Нелептонные слабые распады.

Нарушение CP-инвариантности. Осцилляции нейтральных каонов и тяжелых мезонов.

Глубоконеупругое рассеяние и партонная модель. Нарушение скейлинга и уравнения эволюции Грибова—Липатова—Докшицера—Алтарелли—Паризи. e^+ , e^- аннигиляция в адроны. Рождение адронных струй и существование глюонов.

Топологические свойства теории поля. Инстантоны. Монополи Хоофта—Полякова. Действие Новикова—Веса—Зумино—Виттена.

Вне стандартной модели: великое объединение, распад протона, осцилляции нейтрино.

Суперсимметрия. Суперполя. Суперсимметричные лагранжианы.

Формализм Беки—Руэ—Стора—Тютинга. Теоремы об отсутствии перенормировок.

Физика частиц и ранняя Вселенная. Космологические фазовые переходы. Темная материя, ограничения на свойства массивных нейтрино.

Фазовые переходы в КХД. Кварк-глюонная плазма.

4.3.2. Практические занятия (семинары):

№ п.п.	Темы
	1 модуль
1	Сечение рассеяния частиц, формула Резерфорда.
2	Система зарядов во внешнем поле.
3	Теория сильного взрыва
4	Теория Ландау—Хопфа
5	Кинетическое уравнение Больцмана.
6	Затухание Ландау.
7	Интеграл столкновений Ландау.
	2 модуль
8	6. Статистическая физика

	Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Туннельные эффекты в сверхпроводниках.
9	Формула Бора. Резонансное рассеяние.
10	Условие химического равновесия. Закон действующих масс.
11	Уравнение Ландау—Лифшица.
12	Эффект Джозефсона. Эффект близости. Флуктуационные эффекты вблизи сверхпроводящего перехода.
13	Квантовая хромодинамика и асимптотическая свобода.

4.3.3. Темы самостоятельной работы:

№ п.п.	Темы	Трудоёмкость (количество часов)
1	Теория Бардина—Купера—Шриффера (БКШ).	9
2	Матрица Кабиббо—Кобаяши—Маскава.	9
3	-подготовка к экзамену	36
ВСЕГО (часов)		54

5.Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося

Критерии оценивания компетенций приведены в ОПОП по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия».

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

Вопросы для самоконтроля при самоподготовке

1. Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение, движение в центральном поле.
2. Распад частиц, упругие столкновения. Формула Резерфорда.
3. Свободные и вынужденные одномерные колебания.
4. Постоянное магнитное поле. Магнитный момент. Теорема Лармора.
5. Магнитная гидродинамика.
6. Поле зарядов и токов в вакууме: уравнения Максвелла; скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность; электрическое поле; стационарное магнитное поле. Запасывающие потенциалы.

7. Теория рассеяния. Амплитуда и фаза рассеяния. Борновское приближение. Формула Резерфорда. Резонансное рассеяние. Столкновение тождественных частиц. Упругое рассеяние при наличии неупругих процессов. Матрица рассеяния. Формула Брейта—Вигнера.
8. Слабые растворы. Смесь идеальных газов. Смесь изотопов. Химические реакции. Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Теплота реакции. Ионизационное равновесие.
9. Неидеальные газы, термодинамические свойства.
10. Особенности электронных свойств систем пониженной размерности. Энергетические спектры и плотность квантовых состояний. Квантовый эффект Холла в двумерном электронном газе. Эффекты локализации электронов в одно- и двумерных системах, перколяционные явления.
11. Динамика критических явлений. Уравнения ренормгруппы.
12. Квантовая теория поля.

Перечень контрольных вопросов для сдачи экзамена.

1. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа.
2. Канонические уравнения, уравнения Гамильтона. Уравнение Гамильтона—Якоби, разделение переменных.
3. Задача Кеплера. Задача двух тел и рассеяние частиц.
4. Преобразование Лоренца. Четырехмерная скорость.
5. Движение твердых тел. Уравнения Эйлера.
6. Тензор электромагнитного поля. Действие для электромагнитного поля. Уравнения электромагнитного поля.
7. Поле движущихся зарядов. Запаздывающие потенциалы. Излучение электромагнитных волн.
8. Поле зарядов и токов в вакууме: уравнения Максвелла; скалярный и векторный потенциалы.
9. Диэлектрическая проницаемость и проводимость. Термодинамика диэлектриков.
10. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Соотношения Крамерса—Кронига. Распространение электромагнитных волн.
11. Идеальная жидкость. Уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера.
12. Кинетическая теория газов. Кинетическое уравнение Больцмана. Теплопроводность и вязкость газов.
13. Вязкая жидкость: уравнения движения вязкой жидкости (Навье-Стокса).
14. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Движение в центральном поле.

15. Возмущения, зависящие от времени, переходы под влиянием периодических возмущений и постоянного возмущения. Переходы в непрерывном спектре.
16. Уравнение Дирака. Решение уравнения Дирака для свободной частицы.
17. Вторичное квантование для бозонов и фермионов.
18. Тонкая структура атомных уровней. Эффект Штарка. Эффект Зеемана.
19. Микроканоническое распределение. Каноническое распределение Гиббса.
20. Термодинамика идеальных газов. Распределение Максвелла-Больцмана.
21. Флуктуации основных термодинамических величин. Флуктуационно-диссипативная теорема.
22. Равновесное тепловое излучение. Формула Планка. Светимость абсолютно черного тела.
23. Теорема Блоха. Колебания решетки. Теория упругости. Звук в твердых телах. Акустические и оптические ветви. Модель Дебая. Удельная теплоемкость решетки.
24. Статистика электронов и электронная теплоемкость. Поверхность Ферми.
25. Кинетические явления: кинетическое уравнение; электропроводность и теплопроводность металлов.
26. Магнетизм электронов: парамагнетизм Паули; диамагнетизм Ландау.
27. Кинетические явления в магнитном поле. Эффект де Газа–ван Альфена.
28. Сверхпроводимость. Куперовское спаривание. Теория Бардина—Купера—Шриффера (БКШ).
29. Теория сверхпроводимости Гинзбурга—Ландау.
30. Основные принципы диаграммной техники. Уравнение Дайсона. Вершинная функция. Многочастичные функции Грина.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы аспиранта является оценка сформированности компетенций на основе:

- уровня освоения обучающимся учебного материала;
- умений аспиранта использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- обоснованности и четкости изложения ответа;
- оформления материала в соответствии с требованиями.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература:

1. Вронская Е.С. Теоретическая механика (статика) [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.С. Вронская, Г.В. Павлов, Е.Н. Элекина. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Самарский

- государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 140 с. — 978-5-9585-06651. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58835.html>
2. Диевский, Виктор Алексеевич. Теоретическая механика : учеб. пособие / Диевский, Виктор Алексеевич. - Изд. 2-е, испр. - СПб. [и др.] : Лань, 2009, 2008. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Рекомендовано УМО. - ISBN 978-5-8114-0606-7 : 289-74. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
 3. Давыдов, Александр Сергеевич. Квантовая механика : Учебное пособие для ун-тов / Давыдов, Александр Сергеевич. - Изд. 2-е, испр. перераб. - М. : Наука, 1973. - 703 с. ; 22 см. - 1-73. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
 4. Ландау, Л.Д. Квантовая механика. Нерелятивистская теория : учеб. пособие для физ. специальностей ун-тов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Наука, 1974. - 752 с. - (Серия "Теоретическая физика". Т.3). - 0-0. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
 5. Васильев А.С. Основы теоретической механики [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Васильев, М.В. Канделя, В.Н. Рябченко. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 191 с. — 978-5-4486-0154-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70776.html>
 6. Игнатьева Т.В. Теоретическая механика. Статика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.В. Игнатьева, Д.А. Игнатьев. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2018. — 101 с. — 978-5-4487-0131-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72539.html>
 7. Борчердс Р.Е. Квантовая теория поля [Электронный ресурс] / Р.Е. Борчердс. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 96 с. — 978-5-93972-627-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16540.html>
 8. Магазинников А.Л. Введение в квантовую механику [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Л. Магазинников, В.А. Мухачев. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 112 с. — 978-5-4332-0046-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13860.html>
 9. Толмачев В.В. Основы квантовой механики [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Толмачев В.В., Федотов А.А., Федотова С.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2005.— 240 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=16586>. — «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

10. Квантовая механика частиц со спином в магнитном поле [Электронный ресурс] / Е.М. Овсюк [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2017. — 510 с. — 978-985-08-2132-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74074.html>
11. Балашов В.В. Курс квантовой механики [Электронный ресурс] / В.В. Балашов, В.К. Долинов. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2001. — 336 с. — 5-93972-077-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16546.html>
12. Зоммерфельд Арнольд Термодинамика и статистическая физика [Электронный ресурс] / Арнольд Зоммерфельд. — Электрон. текстовые данные. — Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2002. — 480 с. — 5-93972-178-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17666.html>
13. Березин Ф.А. Лекции по статистической физике [Электронный ресурс] / Ф.А. Березин. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2002. — 192 с. — 5-93972-193-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16556.html>
14. Московский С.Б. Курс статистической физики и термодинамики [Электронный ресурс] : учебник для вузов / С.Б. Московский. — Электрон. текстовые данные. — М. : Академический Проект, Фонд «Мир», 2015. — 317 с. — 5-8291-0616-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/36735.html>
15. Лисейкина Т.А. Курс физики. Раздел шестой. Статистическая физика и термодинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Лисейкина, Т.Ю. Пинегина, А.Г. Черевко. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2013. — 122 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45476.html>
16. Пастухов Д.И. Элементы теории поля [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.И. Пастухов, Н.В. Кулиш. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 92 с. — 978-5-7410-1533-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69978.html>
17. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М.: Физматлит, 2001.
18. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М.: Физматлит, 2001.
19. Берестеский В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Квантовая электродинамика. М.: Физматлит, 2001
20. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Физматлит, 2001.

6.2. Дополнительная литература:

1. Шостак А.С. Электродинамика сплошных сред [Электронный ресурс] : курс лекций для студентов очного, заочного и дистанционного

- обучения специальности 201300 / А.С. Шостак. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 190 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72227.html>
2. Борчердс Р.Е. Квантовая теория поля [Электронный ресурс] / Р.Е. Борчердс. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 96 с. — 978-5-93972-627-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16540.html>
 3. Смирнов В.П. Курс статистической физики [Электронный ресурс] : конспект лекций / В.П. Смирнов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2010. — 101 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67234.html>
 4. Михнев Л.В. Термодинамика и статистическая физика [Электронный ресурс] : практикум / Л.В. Михнев, Е.А. Бондаренко. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 125 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69442.html>
 5. Диевский, Виктор Алексеевич. Теоретическая механика. Интернет-тестирование базовых знаний : учеб. пособие / Диевский, Виктор Алексеевич, Диевский Алексей Викторович. - СПб;М;Краснодар : Лань, 2010. - 246-40. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
 6. Гантмахер Ф. Р. Лекции по аналитической механике. М.: Физматлит, 2001.
 7. Абрикосов А.А. Основы теории металлов. М.: Наука, 2000.
 8. Пескин М., Шредер Д. Введение в квантовую теорию поля. М. Ижевск: РиХД, 2001.
 9. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 2000.

6.3. Программное обеспечение

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства: Origin Lab MapInfo, 3D Max, ChemOffice Professional AcademicEdition, Statistica Russian, MATLAB Russian, Mathcad Russian, CorelDRAW Russian, Autodesk 3ds Max 2010, Acrobat Professional Russian, Photoshop Russian.

6.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www URL: http://www.biblioclub.ru/](http://www.biblioclub.ru/).

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www URL: <http://e.lanbook.com/>.

6.5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»,

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»:

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/> Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 15.10.2018-14.10.2019 по подписке (доступ будет продлен.)
2. Методы получения наноразмерных материалов / курс лекций и руководство к лабораторным занятиям. Екатеринбург. 2007.
3. http://www.chem.spbu.ru/chem/Programs/Bak/ultradisp_sost_SS.pdf
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг (доступ продлен до сентября 2019 года).
5. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
6. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 31.07.2018г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания (доступ продлевается автоматически).
7. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
9. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
10. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
11. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
12. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
13. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.
14. Springer. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на

неограниченный срок

15. SCOPUS <https://www.scopus.com> Доступ предоставлен согласно лицензионному договору № Scopus/73 от 08 августа 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
16. Web of Science - webofknowledge.com Доступ предоставлен согласно лицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017г. (*доступ будет продлен*).
17. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). - база данных зарубежных –диссертации. Доступ продлен согласно лицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
18. Sage - мультидисциплинарная полнотекстовая база данных. Доступ продлен на основании лицензионного договора № Sage/73 от 09.01.2017 <http://online.sagepub.com/> Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
19. American Chemical Society. Доступ продлен на основании лицензионного договора № ACS/73 от 09.01.2017 г. pubs.acs.org Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
20. Science (академическому журналу The American Association for the Advancement of Science (AAAS) <http://www.sciencemag.org/>. Доступ продлен на основании лицензионного договора № 01.08.2017г. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Освоение дисциплины "Теоретическая физика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel

Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

8. Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

- Информационные технологии.
- Проблемное обучение.
- Индивидуальное обучение.
- Междисциплинарное обучение.
- Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения предусмотренных по дисциплине компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практические занятия, самостоятельная работа, консультация.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы аспиранта является оценка сформированности компетенций на основе:

- уровня освоения обучающимся учебного материала;
- умений аспиранта использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- обоснованности и четкости изложения ответа;
- оформления материала в соответствии с требованиями.

№ п/п	Вид занятия	Форма проведения занятий	Цель
1	лекция	изложение теоретического материала	получение теоретических знаний по дисциплине
2	лекция	изложение теоретического материала с помощью презентаций	повышение степени понимания материала
3	самостоятельная работа аспиранта	подготовка к экзамену с оценкой	повышение степени понимания материала

9. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

для слабовидящих:

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

для слабослышащих

- все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться письменно.