

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 16.06.2022 15:15:05  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

**Факультет физико-математических и естественных наук**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Квантовая теория**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

**03.03.02 Физика**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

**Физика**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2022 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса является изучение микроскопической теории вещества. Курс опирается на полученные ранее знания по математике (математический анализ, методы математической физики) и физике (классическая и релятивистская механика, электродинамика) и в свою очередь является основой специальных курсов.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Квантовая теория» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-1.	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает основные законы, модели и методы исследования физических процессов и явлений;
		ОПК-1.2. Применяет физические и математические модели и методы при решении теоретических и прикладных задач.

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Квантовая теория» относится к обязательной части/части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Квантовая теория».

*Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины*

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1.	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных	Механика, Молекулярная физика, Электричество и магнетизм, Аналитическая	Физика атомного ядра и элементарных частиц, Численные методы и математическое моделирование

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	наук в сфере своей профессиональной деятельности	геометрия, Математический анализ, Физический практикум по механике, Физический практикум по молекулярной физике, Физический практикум по электричеству и магнетизму, Базовые пакеты, Вычислительная физика Теоретическая механика Электродинамика	

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Квантовая теория» составляет 6 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для ОЧНОЙ формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		5	6	7	
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	102		48	54	
в том числе:					
Лекции (ЛК)	68		32	36	
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические/семинарские занятия (СЗ)	34		16	18	
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	87		24	63	
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27			27	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	216	72	144	
	зач.ед.	6	2	4	

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Предмет квантовой теории	Предмет и место квантовой механики в структуре теоретической физики. Классические и квантовые закономерности. Принцип причинности в квантовой области. Диалектика непрерывного и дискретного в квантовой теории (корпускулярно-волновые свойства микробъектов).	ЛК, СЗ
Основные положения квантовой теории	Аналогия между классической механикой и оптикой. Волновые пакеты. Групповая и фазовая скорости. Постоянная Планка. Уравнение Шредингера (общий и стационарный случаи). Интерпретация волновой функции и состояния физических систем. Простейшие одномерные задачи. Линейный осциллятор с точки зрения уравнения Шредингера. Линейные операторы. Собственные функции оператора Гамильтона и их ортогональность. Общая теория линейных операторов. Собственные значения и собственные функции эрмитовых операторов. Операторы материальной точки (координата, импульс, момент импульса). Квазиклассическое приближение. Метод Вентцеля–Крамерса–Бриллюэна. Квантование по Бору–Зоммерфельду.	ЛК, СЗ
Соотношение неопределенностей и задача об атоме водорода	Соотношение неопределенностей. Различные пути вывода соотношения неопределенностей для координаты и импульса, для времени и энергии. Объективный характер ограничений, накладываемых соотношением неопределенности, и их интерпретация в физике. Использование соотношения неопределенностей для качественных оценок в квантовой теории. Матричное представление операторов. Алгебра матриц. Эрмитовы матрицы. Задачи о собственных значениях. Унитарные матрицы и преобразования. Наблюдаемые величины и матричное представление соответствующих операторов. Момент импульса. Перестановочные соотношения для компонент момента. Собственные значения момента и собственные	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	<p>функции. Связь между орбитальным и магнитным квантовыми числами. Электрон в центральном поле. Сферические функции. Общий случай центральных сил. Атом водорода и классификация уровней.</p>	
Квантовая динамика	<p>Зависимость наблюдаемых величин от времени. Шредингеровское и гейзенберговское представления. Квантовые скобки Пуассона. Квантовые уравнения Гамильтона. Законы сохранения и сохраняющиеся величины. Преобразования симметрии. Квантовый аспект теоремы Нетер. Законы сохранения энергии, импульса, момента, четности</p>	ЛК, СЗ
Теория возмущений	<p>Стационарная теория возмущений. Линейный осциллятор, возмущенный постоянной силой. Эффект Зеемана без учета спина. Метод Ритца и Галеркина. Решение задачи об осцилляторе по методу Ритца. Случай вырождения. Эффект Штарка для водорода. Нестационарная теория возмущений. Квантовые переходы. Борновское приближение и задачи о рассеянии. Испускание и поглощение радиации. Метод коэффициентов Эйнштейна. Правила отбора и свойства собственных функций.</p>	ЛК, СЗ
Спин и теория многих частиц	<p>Теория спина Паули. Матрицы Паули. Спин и магнитный момент. Электрон в центральном поле (спиновые нерелятивистские поправки и релятивистские бесспиновые поправки). Нормальный и аномальный эффекты Зеемана. Сложение векторов момента. Векторная модель атома. Периодическая система элементов Менделеева. Тонкая структура спектральных линий. Атомные мультиплеты. Система тождественных частиц. Принцип Паули. Статистики Больцмана, статистика Бозе–Эйнштейна и статистика Ферми–Дирака. Статистические веса. Задача многих тел в квантовой механике. Теория атома гелия. Ортогелий и парагелий. Молекула водорода. Ортоводород и параводород. Экспериментальное подтверждение принципа Паули</p>	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Основы квантовой теории рассеяния	Основы теории столкновений. Фазовый анализ. Рассеяние твердой сферой, кулоновским полем, явление тени. Матрица рассеяния. Парциальное разложение матрицы рассеяния. Борновский ряд.	ЛК, СЗ
Основы релятивистской квантовой теории	Релятивистский электрон Дирака. Теория свободного электрона Дирака. Матрицы Дирака и их свойства. Гамиль-тониан. Неопределенность знака энергии и истолкование отрицательных уровней энергии. Спин электрона. Электрон Дирака в электромагнитном поле (общая теория). Теория атома водорода в последовательной релятивистской форме. Закон преобразования дираковских спиноров и конструи-рование тензоров из спинорных волновых функций и матриц Дирака.	ЛК, СЗ
Основные представления квантовой теории поля и физики частиц	Распространение квантовой механики на случай переменного числа частиц (вторичное квантование). Поле как совокупность осцилляторов. Обобщение канонических перестановочных соотношений на случай поля. Частицы как возбуждения поля. Основные понятия об элементарных частицах, таблица элементарных частиц. Законы сохранения в микромире. Барионный и лептонный заряды. Классификация элементарных частиц: приближенные симметрии и приближенные законы сохранения (изотопический спин и странность, $G$ -четность, унитарный спин).	ЛК, СЗ
Основы физики элементарных частиц	Иерархия взаимодействий элементарных частиц: сильные, электромагнитные и слабые взаимодействия, их особенности. Составные модели элементарных частиц (восьмеричный путь, кварки). Квантовая хромодинамика (глюоны как переносчики взаимодействия). Принцип калибровочной симметрии. Электрослабая теория. Релятивистское описание элементарных частиц: основные типы полей(скалярное, векторное, спинорное) и уравнения для них. Связь спина со статистикой. Основные дискретные	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	симметрии: отражения пространства и времени, зарядовое сопряжение. СРТ-теорема. Космические лучи, их состав и спектр. Теории множественного образования элементарных частиц. Каскадные процессы. Теории происхождения космических лучей.	

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### *Основная литература:*

1. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика в 10 томах. т.3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) / Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц. - М.: Физматлит, 2016. - 800 с.
2. Иродов, И.Е. Квантовая физика. Основные законы: Учебное пособие / И.Е. Иродов. - М.: Бином, 2014. - 256 с.

### *Дополнительная литература:*

1. Соколов А.А. и Тернов И.М. Квантовая механика и атомная физика. М.: Просвещение, 1970. 424 с.
2. Энрико Ферми. Лекции по квантовой механике. Ижевск. Регулярная и хаотическая динамика. 2000

### *Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН  
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации  
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS  
<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

Курс лекций по дисциплине «Квантовая теория».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**



## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Квантовая теория» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

### РАЗРАБОТЧИК:

Профессор, ИФИТ

Должность, БУП



Подпись

Рыбаков Ю.П.

Фамилия И.О.

### РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Директор ИФИТ

Наименование БУП



Лоза О.Т.

Фамилия И.О.

### РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Директор ИФИТ

Должность, БУП



Подпись

Лоза О.Т.

Фамилия И.О.