

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности

А.А.Панфилов

« 03 » 09 _____ 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Направление подготовки **04.03.01 Химия**

Профиль/программа подготовки **Химический анализ, химическая и экологическая
экспертиза объектов окружающей среды**

Уровень высшего образования **бакалавриат**

Форма обучения **очная**

Семестр	Трудоемкость зач. ед./час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
4	3/108	18		36	54	Зачет с оценкой
Итого	3/108	18		36	54	Зачет с оценкой

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основных физических явлений и идей; овладение фундаментальными понятиями, принципами, законами квантовой физики и достижениями современной квантовой физики, а также методами физического исследования.

Задачи:

1. Формирование научного мировоззрения и современного физического мышления.
2. Овладение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики, помогающих в дальнейшем решать практические задачи.
3. Формирование умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Квантовая физика» относится к базовой части программы бакалавриата.

Курс квантовой физики является частью подготовки специалиста по направлению «Химия» в вузе. Это связано с тем, что специалист должен, применяя законы природы на практике, уметь использовать, обобщать и анализировать информацию, ставить цели и находить пути их достижения. Дисциплина опирается на знание предметов «Математика» и «Физика».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ОПК-4	Способность обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	1) Знать основные положения законы и понятия квантовой физики; 2) Уметь использовать навыки решения и анализа конкретных физических задач; 3) Владеть способностью самостоятельно выявлять естественнонаучную сущность проблем и привлекать для их решения физико-математический аппарат.

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единиц, 108 часов.

№ п/п	Наименование разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость(в часах)	Объем учебной работы, с применением интерактивных методов(в часах/ %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
-------	--------------------------------------	---------	-----------------	---	--	--

				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
	I КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ	4							
1	Тепловое излучение. Квантовая природа света		1	2		4	6	1,2/20	
	II ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ И АТОМНОЙ ФИЗИКИ	4							
2	Строение атома. Теория Бора. Элементы квантовой механики		3	2		4	6	1,2/20	
3	Уравнение Шредингера. Частица в «потенциальной яме». Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект		5	2		4	6	1,2/20	Рейтинг-контроль №1
4	Элементы современной физики атомов и молекул		7	2		4	6	1,2/20	
5	Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева		9	2		4	6	1,2/20	
	III ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА	4							
6	Элементы квантовой статистики. Теория теплоемкости твердых тел.		11	2		4	6	1,2/20	Рейтинг-контроль №2
7	Теория электропроводности твердых тел. Зонная теория твердых тел.		13	2		4	6	1,2/20	
	IV ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ	4							

8	Строение и свойства атомных ядер. Радиоактивность. Ядерные реакции.		15	2		4	6	1,2/20	
9	Элементы физики элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия		17	2		4	6	1,2/20	Рейтинг-контроль №3
Всего за 4 семестр				18		36	54	10,8/20	Зачет с оценкой
Итого по дисциплине				18		36	54	10,8/20	Зачет с оценкой

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел I КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ.

Тема 1. Тепловое излучение. Квантовая природа света.

Содержание темы. Тепловое излучение. Равновесное излучение. Абсолютно черное тело. Законы теплового излучения. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела. «Ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза Планка о квантовом характере излучения. Формула Планка. Квантовая природа света. Внешний фотоэффект. Основные законы фотоэффекта. Фотоны. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Давление света. Эффект Комптона

Раздел II ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ И АТОМНОЙ ФИЗИКИ

Тема 1. Строение атома. Теория Бора. Элементы квантовой механики.

Содержание темы. Строение атома. Теория Бора. Опыт Резерфорда по рассеянию α -частиц веществом. Ядерная модель атома Резерфорда. Спектр атома водорода. Теория водородоподобного атома Бора. Опыт Франка и Герца. Элементы квантовой механики. Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

Тема 2. Уравнение Шредингера. Частица в «потенциальной яме». Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект.

Содержание темы. Волновая функция и ее статистический смысл. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Решение уравнения Шредингера для частицы в «потенциальной яме». Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект.

Тема 3. Элементы современной физики атомов и молекул.

Содержание темы. Современные представления о строении атомов. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа. Спектр атома водорода. Правило отбора. Орбитальный момент импульса электрона. Орбитальный магнитный момент электрона. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Собственный магнитный момент электрона. Магнитное спиновое квантовое число

Тема 4. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева.

Содержание темы. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям. Периодическая система элементов Менделеева.

Раздел III ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА.

Тема 1. Элементы квантовой статистики. Теория теплоемкости твердых тел.

Содержание темы. Элементы квантовой статистики. Принцип тождественности частиц. Бозоны и фермионы. Понятие о квантовых статистиках Бозе – Эйнштейна и Ферми – Дирака. Теория теплоемкости твердых тел. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти. Фононы.

Тема 2. Теория электропроводности твердых тел. Зонная теория твердых тел.

Содержание темы. Теория электропроводности твердых тел. Распределение электронов проводимости в металле по энергиям. Электронный газ. Энергия и уровень Ферми.

Сверхпроводимость Зонная теория твердых тел. Энергетические зоны в кристаллах. Металлы, полупроводники и диэлектрики. Собственная и примесная проводимость полупроводников. p-n – переход. Полупроводниковые диоды.

Раздел IV ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Тема 1. Строение и свойства атомных ядер. Радиоактивность. Ядерные реакции.

Содержание темы. Строение и свойства атомных ядер. Основные характеристики нуклонов и ядер. Изотопы. Модели ядер. Понятие о ядерных силах. Дефект масс и энергия связи в ядре. Удельная энергия связи и ее зависимость от массового числа. Неустойчивость тяжелых ядер по отношению к некоторым типам распада. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Типы радиоактивного распада. Основные характеристики α - и β - распада. γ - излучение радиоактивных ядер. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях. Деление тяжелых ядер. Цепная реакция деления. Реакция синтеза атомных ядер.

Тема 2. Элементы физики элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия.

Содержание темы. Элементарные частицы. Классификация элементарных частиц. Взаимопревращения элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия: сильное, электромагнитное, слабое, гравитационное.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел I КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ.

Тема 1. Тепловое излучение. Квантовая природа света.

Лабораторная работа №6.1. Определение постоянной Стефана-Больцмана.

Содержание лабораторной работы: определение постоянной в законе Стефана –Больцмана по излучению нечерного тела.

Лабораторная работа №6.2. Изучение внешнего фотоэффекта и вакуумных фотоэлементов.

Содержание лабораторной работы: изучение вольт-амперных и световых характеристик вакуумных фотоэлементов.

Раздел II ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ И АТОМНОЙ ФИЗИКИ

Тема 1. Строение атома. Теория Бора. Элементы квантовой механики.

Лабораторная работа №6.3. Определение резонансного потенциала возбуждения атома методом Франка-Герца.

Содержание лабораторной работы: экспериментальное подтверждение дискретности атомных состояний и квантового поглощения энергии атомом.

Раздел III ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА.

Тема 2. Теория электропроводности твердых тел. Зонная теория твердых тел.

Лабораторная работа №6.6. Изучение температурной зависимости сопротивления полупроводников.

Содержание лабораторной работы: измерение электрического сопротивления полупроводникового образца в заданном температурном интервале и определение энергии активации.

Лабораторная работа №6.7. Изучение вольт-амперных характеристик термочувствительных сопротивлений.

Содержание лабораторной работы: снятие вольт-амперных характеристик термочувствительных сопротивлений.

Лабораторная работа №6.8. Изучение вольт-амперных характеристик фотосопротивления.

Содержание лабораторной работы: изучение вольт-амперных характеристик фотосопротивления.

Лабораторная работа №6.9. Изучение свойств электронно-дырочного перехода.

Содержание лабораторной работы: ознакомиться с вольт-амперными характеристиками полупроводникового диода, свойствами и параметрами электронно-дырочного перехода.

Раздел IV ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Тема 1. Строение и свойства атомных ядер. Радиоактивность. Ядерные реакции.

Лабораторная работа №6.4. Изучение счетчика Гейгера-Мюллера.

Содержание лабораторной работы: ознакомиться с работой счетчика и определить его основные характеристики.

Лабораторная работа №6.5. Определение коэффициента поглощения β -излучения.

Содержание лабораторной работы: экспериментальное изучение кривой поглощения β -излучения в алюминии, оценка верхней границы энергии β -спектра.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Квантовая физика» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (раздел I тема 1; раздел II тема 1, тема 3; раздел III тема 2, раздел IV тема 1);

- Групповая дискуссия (раздел I тема 1; раздел II тема 4, раздел IV тема 1).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для контроля работы студентов, а также для стимулирования систематического изучения курса квантовой физики в течение семестра предусмотрены рейтинг-контроли. Они проводятся в письменной форме.

Текущий контроль успеваемости ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЕЙ

Рейтинг-контроль №1.

1. Тепловое излучение. Равновесное излучение. Характеристики теплового излучения.
2. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана и закон Вина.
3. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа.
4. Квантовая гипотеза и формула Планка.
5. Внешний фотоэлектрический эффект и его законы. Фотоны.
6. Эффект Комптона.
7. Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Атом водорода.
1. Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств микрочастиц.
8. Соотношение неопределенностей.
9. Волновая функция, ее свойства и статистический смысл.
10. Стационарное уравнение Шредингера.
11. Частица в потенциальной яме.
12. Прохождение частицы через потенциальный барьер.

Рейтинг-контроль №2.

1. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа.
2. Квантование энергии электрона в атоме водорода. Спектр атома водорода. Правило отбора.
3. Орбитальный момент импульса и магнитный момент электрона.
4. Собственный момент импульса электрона (спин). Спиновый магнитный момент электрона. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа. Опыт Штерна и Герлаха.
5. Принцип запрета Паули. Периодическая система элементов Менделеева.
6. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти.
7. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна.
8. Теория теплоемкости Дебая. Фононы.

9. Бозоны и фермионы. Понятие о квантовых статистиках Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.

Рейтинг-контроль №3.

1. Энергетические зоны в кристаллах.
2. Классификация твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики.
3. Собственная и примесная проводимости полупроводников.
4. Электропроводность твердых тел. Температурная зависимость электропроводности металлов и полупроводников. Уровень Ферми.
5. P-n переход. Полупроводниковые диоды.
6. Заряд, масса и размер атомного ядра. Модели ядер. Ядерные силы.
7. Дефект массы и энергия связи ядра. Удельная энергия связи и ее зависимость от массового числа.
8. Законы радиоактивного распада. Альфа-, бета- и гамма-излучение.
9. Ядерные реакции и законы сохранения. Деление тяжелых ядер. Цепная реакция деления.
10. Реакция синтеза атомных ядер. Проблема управляемых термоядерных реакций.
11. Классификация элементарных частиц.
12. Четыре типа фундаментальных взаимодействий: сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ С ОЦЕНКОЙ

1. Тепловое излучение. Равновесное излучение. Характеристики теплового излучения.
2. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана и закон Вина.
3. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа.
4. Квантовая гипотеза и формула Планка.
5. Внешний фотоэлектрический эффект и его законы. Фотоны.
6. Эффект Комптона.
7. Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Атом водорода.
8. Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств микрочастиц.
9. Соотношение неопределенностей.
10. Волновая функция, ее свойства и статистический смысл.
11. Нестационарное уравнение Шредингера.
12. Стационарное уравнение Шредингера.
13. Частица в потенциальной яме.
14. Прохождение частицы через потенциальный барьер.
15. Квантовый гармонический осциллятор.
16. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа.
17. Квантование энергии электрона в атоме водорода. Спектр атома водорода. Правило отбора.
18. Орбитальный момент импульса и магнитный момент электрона.
19. Собственный момент импульса электрона (спин). Спиновый магнитный момент электрона. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа. Опыт Штерна и Герлаха.
20. Принцип запрета Паули. Периодическая система элементов Менделеева.
21. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти.
22. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна.
23. Теория теплоемкости Дебая. Фононы.
24. Бозоны и фермионы. Понятие о квантовых статистиках Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
25. Энергетические зоны в кристаллах.
26. Классификация твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики.
27. Собственная и примесная проводимости полупроводников.
28. Электропроводность твердых тел. Температурная зависимость электропроводности металлов и полупроводников. Уровень Ферми.
29. P-n переход. Полупроводниковые диоды.
30. Заряд, масса и размер атомного ядра. Модели ядер. Ядерные силы.
31. Дефект массы и энергия связи ядра. Удельная энергия связи и ее зависимость от массового

числа.

32. Законы радиоактивного распада. Альфа-, бета- и гамма-излучение.
33. Ядерные реакции и законы сохранения. Деление тяжелых ядер. Цепная реакция деления.
34. Классификация элементарных частиц.
35. Четыре типа фундаментальных взаимодействий: сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

примерные темы реферативных работ

1. Квантовая физика – наука познания микромира.
2. Пространство и время в физике.
3. Устройство и принцип действия счетчика Гейгера.
4. Выпрямление на контакте металл-полупроводник.
5. Эффект Рамзауэра-Таунсенда.
6. Квантовая теория теплоемкости: формулы Эйнштейна, Дебая и Тарасова..
7. Эффект Зеемана.
8. Полупроводниковые триоды.
9. Зависимость констант равновесия от температуры.
10. Молекулярные спектры.
11. Эффект Мёсбауэра.
12. Эксперимент Дэвиссона и Джермера.
13. Эффект Пашена-Бака.
14. Характеристические рентгеновские спектры. Закон Мозли.
15. Сверхтонкая структура атомных уровней.
16. Парамагнитный резонанс.

Список может быть значительно расширен. Тему реферата студенты согласуют с преподавателем.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
1. Трофимова Т.И.. Физика : учебник для высшего профессионального образования по техническим направлениям / Т. И. Трофимова .— Москва : Академия, 2012 .— 316 с. : ил., табл. — (Высшее профессиональное образование) (Бакалавриат) .— Предм. указ.: с. 302-310 .— ISBN 978-5-7695-7967-7	2012	5	
2. Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики : [учебное пособие для втузов] : в 5 кн. / И. В. Савельев .— Москва : АСТ : Астрель, 2005 .— ISBN 5-17-008962-7 (АСТ) .— ISBN 5-271-01033-3 (Астрель) .	2005	44	
3. Детлаф, Андрей Антонович. Курс физики :	2005	3	

учебное пособие для технических вузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский .— 5-е изд., стер. — Москва : Академия, 2005 .— 720 с. : ил., табл. — (Высшее образование) .— На тит. л. изд-во указано на лат. яз. — Предм. указ.: с. 693-713.— ISBN 5-7695-2312-3.			
4. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов .— Москва ; Санкт-Петербург : Физматлит : Невский Диалект : Лаборатория Базовых Знаний, 2001 .— 271 с. : ил., табл. — (Общая физика) .— Предм. указ.: с. 262-271 .— ISBN 5-93208-055-8.	2001	38	
Дополнительная литература			
1. Прокошева Н.С. Сборник задач по физике/Н.С. Прокошева; Владимирский государственный университет (ВлГУ) .— Изд. 2-е, испр. и доп.— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010 .- 65 с. Библиогр.: с. 64. ISBN 978-5-9984-0043-8.	2010	172	http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1871
2. Жаренова С.В.. Физика твёрдого тела : методические указания к лабораторным работам по физике / С. В. Жаренова, Н. С. Прокошева, Е. Л. Шаманская ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра физики и прикладной математики ; под ред. С. В. Жареновой .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010 .— 39 с. : ил., табл. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 38.	2010	240	http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2088
3. Галкин, А.Ф. Лекции по физике. Квантовая и ядерная физика / А. Ф. Галкин, Н. С. Прокошева ; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. –Владимир : Изд-во ВлГУ, 2016.–87с. Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 85. ISBN978-5-9984-0654-6	2016	223	http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4747/1/01522.pdf

7.2. Периодические издания

«Журнал экспериментальной и теоретической физики» (ЖЭТФ).

7.3. Интернет-ресурсы

1. Открытая Физика 2.6 Электронный ресурс. <http://physics.ru/textbook/index.html>.
2. ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА" Студенческая электронная библиотека <http://www.studentlibrary.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а так же помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в лабораториях атомной и ядерной физики, физики твердого тела ауд. 430-3, 431-3

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: пакет офисных программ Microsoft Office. Microsoft Office Licence 61248656.

Рабочую программу составил
доцент каф.ОиПФ, к.ф.-м.н.



Е.В. Дмитриева

Рецензент

(представитель работодателя) АО «РМ НАНОТЕХ»

начальник аналитического отдела центральной заводской лаборатории

к.х.н.



А.В.Третьяков

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общая и прикладная
физика протокол № 1 от 30.08 2019 года

Заведующий кафедрой



В.В.Дорожков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической
комиссии направления _____

Протокол № 1 от 03.09.2019 2019 года

Председатель комиссии



Б.А.Кухтин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
в рабочую программу дисциплины
Квантовая физика

образовательной программы направления 04.03.01 Химия,
программа подготовки Химический анализ, химическая и экологическая экспертиза
объектов окружающей среды
Уровень высшего образования бакалавриат

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой _____ / _____
Подпись *ФИО*

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Квантовая физика»
для направления подготовки 04.03.01 Химия

Рабочая программа дисциплины «Квантовая физика» разработана для обеспечения выполнения требований Федерального государственного образовательного стандарта к подготовке студентов направления 04.03.01 - Химия. Рецензируемая программа предназначена для методического обеспечения учебной работы студентов очной формы обучения. Дисциплина опирается на знание предметов «Математика» и «Физика».

В рабочей программе представлены цели освоения дисциплины, место дисциплины в структуре ОПОП ВО, планируемые результаты обучения по дисциплине.

Рабочая программа рассчитана на 3 зачётных единицы (1088 часов). Содержание курса представлено четырьмя разделами, которые в полной мере отражают необходимый объем изучаемого материала.

Информация о видах и объеме учебной работы включает в себя: содержание лекционных занятий по дисциплине, содержание практических занятий по дисциплине, содержание лабораторных занятий по дисциплине, которые призваны сформировать необходимые навыки работы с оборудованием, а также умение применять физические методы исследования в профессиональной деятельности.

Приведены вопросы для текущего контроля успеваемости и вопросы к промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. Приведены виды самостоятельной работы студентов. Самостоятельная работа поможет студентам обобщить и углубить изучаемый материал.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины содержит перечень основной и дополнительной литературы, периодических изданий и интернет-ресурсов.

Рабочая программа составлена логично, ее структура соответствует принципу единства теоретического и практического обучения. Последовательность разделов и тем, предлагаемых к изучению, направлена на качественное усвоение учебного материала. Реализация данной программы обеспечит соответствующую подготовку бакалавров.

Программа может быть рекомендована для внедрения в учебный процесс.

Рецензент (представитель работодателя)

АО «РМ НАНОТЕХ»

начальник аналитического отдела центральной заводской лаборатории

К.Х.Н.



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "А.В. Третьяков".

А.В.Третьяков