

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической  
и учебной работе

*Е.И. Скафа* Е.И. Скафа

апреля 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Квантовая механика

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

Профиль подготовки:

Образовательная программа: бакалавриат

Квалификация: академический бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Донецк 2020



**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан физико-технического факультета

С.А.Фоменко

«17» апреля 2020 г.

Программа учебной дисциплины «Квантовая механика» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от 28 сентября 2016 г. № 987; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Доцент кафедры

теоретической физики и нанотехнологий

В.И. Фиохи́н

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол №15 от «02» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

В.Н.Варюхин

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета

В.Н.Котенко

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

«Квантовая механика» является дисциплиной базовой части Профессионального Блока по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения предметов Физика атома и атомного ядра, Теоретическая механика, Математический анализ, Дифференциальные уравнения, Методы математической физики на предыдущем уровне образования. Полученные знания используются студентами во время выполнения учебной и производственной практики, при написании выпускной квалификационной работы.

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	28.03.03 Наноматериалы	
Профиль		
Образовательная программа	бакалавриат	
Квалификация	академический бакалавр	
Количество содержательных модулей	1	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина базовой части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, , зачет 6 сем., экзамен 7 сем.	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	7	7
Год подготовки	3,4	3,4
Семестр	6.7	
Количество часов	252	252
- лекционных	64	12
- практических, семинарских	64	12
- лабораторных		
- самостоятельной работы	124	228
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	2,2	24
в т.ч. аудиторных	2,2	24

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Цель** - формирование знаний и умений студента в области решения задач по расчету квантово-механических систем.

**Задача** - формирование и обобщение знаний по квантовой механике на уровне фундаментальной физической теории; овладение математическим аппаратом квантовой механики; формирование умения применять теоретические знания при решении задач квантовой механики; развитие физического мышления; овладение теоретическими методами познания.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Квантовая механика» направлен на формирование элементов следующих компетенций в

соответствии с ГОС ВПО ДНР по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы.

**а) общекультурных (ОК):**

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способностью к культурному мышлению, к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-10);

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке) (ОПК-1);

способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);

способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией (ОПК-6);

**в) профессиональных (ПК):**

**научно-исследовательская и проектная деятельность:**

- способность использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой (ПК-2);

- способность применять навыки использования (под руководством) методов моделирования, оценки, прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств наноматериалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов (ПК-4);

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

**знать:** основные понятия квантовой механики; принципы квантовой механики; уравнения Шредингера; переход к квазиклассическому приближению; теория возмущений; движение в центрально-симметричном поле; метод вторичного квантования; квантовая статистика и системы тождественных частиц.

**уметь:** вычислять собственные функции и собственные значения операторов физических величин, как методом решения дифференциальных уравнений для потенциала поля, так и на основе интегральных теорем; вычислять волновые функции квантово-механических систем и плотность вероятности квантово-механических состояний; вычислять коэффициенты прохождения потенциальных барьеров; вычислять энергетические спектры частиц в потенциальных ямах; решать задачи квантовой механики методом теории возмущений.

**владеть:** навыками вычисления собственных функций и собственных значений операторов физических величин, волновых функций квантово-механических систем и плотностей вероятности квантово-механических состояний и др.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<b>Содержательный модуль 1 «Уравнение Шредингера»</b>	
<b>Тема 1.</b> Основные	Принцип неопределенности. Волновая функция. Принцип суперпозиции. Операторы. Составление и умножения операторов.

понятия квантовой теории.		Операторы физических величин. Дискретный и непрерывный спектры. Собственные функции и собственные значения линейных операторов.
<b>Тема 2.</b> Энергия и импульс.	и	Оператор Гамильтона. Дифференцировки операторов по времени. Стационарные состояния. Гайзенберговские наводнения операторов. Матрицы. Преобразование матриц. Импульс. Импульсное наведение. Соотношение неопределенности Гайзенберга.
<b>Тема 3.</b> Уравнение Шредингера.		Уравнения Шредингера. Предельный переход к классической механике. Основные свойства уравнения Шредингера. Плотность потока. Вариационный принцип. Общие свойства одномерного движения. Потенциальный ящик. Линейный осциллятор. Коэффициент прохождения.
<b>Тема 4.</b> Момент импульса.		Момент импульса. Собственные значения оператора момента. Собственные функции оператора момента. Матричные элементы операторов момента. Составление моментов. Коэффициенты Клебш-Гордана.
<b>Тема 5.</b> Движение в центрально-симметричном поле.	в	Движение в центрально-симметричном поле. Движение в колоне поле (сферические координаты). Атом водорода. Гибридизация волновых функций и химическая связь в молекулах.
<b>Содержательный модуль 2 «Квантовые статистики»</b>		
<b>Тема 6.</b> Теория возмущений.		Стационарная теория возмущений. Случай наличия вырождения. Секулярное уравнение. Возмущения, зависящие от времени. Переходы под действием возбуждения, действует в течении конечного времени. Переходы под действием периодического возбуждения. Соотношение неопределенности для энергии.
<b>Тема 7.</b> Квазиклассический случай.		Волновая функция в квазиклассическом случае. Граничные условия в квазиклассическом случае. Правило квантования Бора-Зоммерфельда. Прохождение сквозь потенциальный барьер.
<b>Тема 8.</b> Спин.		Спин. Оператор спина. СПИНОР. Спиноры высших рангов. Волновая функция частиц с произвольным спином. Связь спина с векторами.
<b>Тема 9.</b> Системы тождественных частиц.		Принцип неразличения частиц. Три вида квантовых чатинок. Обменное взаимодействие. Симметрия по отношению к перестановкам. Комбинаторика квантовых многочастичных систем. Статистика Максвелла-Больцмана, Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна. Смеси частиц разных типов. Атом гелия. Вторично квантования в случаях статистики Бозе. Вторично квантования в случае статистики Ферми.
<b>Тема 10.</b> Атом		Атомные уровни энергии. Состояния электронов в атоме. Уровни энергии в водородоподобных атомах. Самосогласованное поле. Уравнения Томаса-Ферми. Тонкая структура атомных уровней. Периодическая система элементов Менделеева. Эффект Штарка.

### Тематический план

Содержательный модуль 1 «Уравнение Шредингера»				
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов			
	Очная форма обучения		Заочная форма обучения	
	Ф	В.Т.Ч.	Ф	В.Т.Ч.

		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
<b>Тема 1.</b> Основные понятия квантовой теории.	22	6	6		10		26	2	2		22	
<b>Тема 2.</b> Энергия и импульс.	22	6	6		10		26	2	2		22	
<b>Тема 3.</b> Уравнение Шредингера.	22	6	6		10		26	2	2		22	
<b>Тема 4.</b> Момент импульса.	21	6	6		9		26	2	2		22	
<b>Тема 5.</b> Движение в центрально-симметричному поле.	21	6	6		9		22				22	
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	108	30	30		48		126	8	8		110	

## Тематический план

Содержательный модуль 2 «Перспективы развития метода электронно-микроскопического исследования»												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
<b>Тема 6.</b> Теория возмущений.	23	6	6		15		26	1	1		24	
<b>Тема 7.</b> Квазиклассический случай.	25	7	7		15		26	1	1		24	
<b>Тема 8.</b> Спин.	26	7	7		15		26	1	1		24	
<b>Тема 9.</b> Системы тождественных частиц.	26	7	7		15		25	0,5	0,5		24	
<b>Тема 10.</b> Атом	26	7	7		16		23	0,5	0,5		22	
<b>Итого по содержательному модулю 2</b>	126	34	34		76		126	4	4		118	
<b>Всего по модулю</b>	252	64	64		124		252	12	12		228	

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Основные понятия квантовой теории.	6
2	Энергия и импульс.	6
3	Уравнение Шредингера.	6
4	Момент импульса.	6
5	Движение в центрально-симметричном поле.	6
6	Теория возмущений.	6
7	Квазиклассический случай.	7
8	Спин.	7
9	Системы тождественных частиц.	7
10	Атом	7
	<b>ВСЕГО</b>	<b>64</b>

### Темы практических занятий

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Основные понятия квантовой теории	8
2	Энергия и импульс.	8
3	Уравнение Шредингера.	8
4	Момент импульса.	8
5	Теория возмущений.	8
6	Квазиклассическое приближение	8
7	Спин.	8
8	Системы тождественных частиц	8
	<b>ВСЕГО</b>	<b>64</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Основные свойства уравнения Шредингера.	10
2	Матрицы. Преобразование матриц.	10
3	Линейный осциллятор.	10
4	Потенциальный ящик.	10
5	Коэффициент прохождения.	10

6	Коэффициент Клебш-Гордана.	10
7	Уровни энергии водородоподобных атомов.	10
8	Переходы под действием возбуждения, действует в течении конечного времени.	10
9	Соотношение неопределенности для энергии.	10
10	Прохождение сквозь потенциальный барьер.	10
11	Связь спина с векторами.	10
12	Уравнение Томаса-Ферми.	7
13	Периодическая система элементов Менделеева	7
	<b>ВСЕГО</b>	<b>124</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ *(не предусмотрено рабочим планом)*

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

- Волновая функция. Принципы неопределенности и суперпозиции в квантовой теории.
- Операторы физических величин в квантовой теории. Алгебра операторов.
- Матрицы операторов. Преобразование матриц.
- Показать, что  $(AB)^+ = B^+ A^+$ . Доказать, что след квадратной матрицы является инвариантным относительно любого унитарного преобразования.
- Оператор импульса. Собственные функции и собственные значения оператора импульса.
- Соотношение неопределенности.
- Гамильтониан. Волновое уравнение. Дифференцировки операторов по времени.
- Оператор момента. Собственные значения и собственные функции оператора момента. Составление моментов.
- Вычислить матрицу операторов  $\hat{L}_z$ ,  $\hat{L}_+$ ,  $\hat{L}_-$ ,  $\hat{L}_x$ ,  $\hat{L}_y$  и  $\hat{L}^2$  на собственных функциях момента при  $l = 2$ .
- Уравнения Шредингера. Стационарные состояния.
- Плотность потока. Уравнение непрерывности.
- Общие особенности одномерного движения.
- Рассчитать уровни энергии квантовомеханической частицы в прямоугольной потенциальной яме.
- Вычислить уровни энергии линейного осциллятора.
- Вычислить волновую функцию квантовомеханической частицы в центрально-симметричном поле.
- Вычислить волновую функцию и уровни энергии квантовомеханической частицы в кулоновском поле (дискретный спектр).

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

*(образец варианта и критерии оценивания)*

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет физико-технический

Направление подготовки: **28.03.03 Наноматериалы**

Профиль:

Программа подготовки:

**бакалавриат**

Семестр  
Учебная дисциплина

7  
**Квантовая механика**

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Соотношение неопределенности.
2. Матрицы операторов. Преобразование матриц.
3. Плотность потока. Уравнение непрерывности.

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий,  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
Преподаватель

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	10
Задание 2	10
Задание 3	10
<b>Всего</b>	<b>30</b>

#### 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

##### *Теоретические вопросы к экзамену*

1. Принцип неопределенности.
2. Волновая функция. Принцип суперпозиции.
3. Операторы. Операторы физических величин. Алгебра операторов.
4. Собственные функции и собственные значения линейных операторов. Дискретный спектр.
5. Собственные функции и собственные значения линейных операторов. Непрерывный спектр.
6. Предельный переход к классической механике
7. Волновое уравнение. Гамильтониан.
8. Дифференцирование операторов по времени.
9. Стационарные состояния.
10. Гейзенберговское представление операторов.
11. Импульс.
12. Собственные функции оператора импульса. Импульсное представление.
13. Соотношение неопределенности Гейзенберга.
14. Уравнение Шредингера.
15. Классический предел уравнения Шредингера.
16. Плотность потока.
17. Вариационный принцип для уравнения Шредингера.
18. Общие свойства одномерного движения.
19. Прямоугольная потенциальная яма.

20. Линейный осциллятор.
21. Коэффициент прохождения.
22. Момент импульса.
23. Собственные значения оператора квадрата момента.
24. Собственные значения операторов проекций момента.
25. Теория возмущений не зависящих от времени.
26. Теория возмущений при наличии вырождения.
27. Теория возмущений зависящих от времени.

## ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

*Направление подготовки:* **28.03.03 Наноматериалы**

*Профиль:*

*Программа подготовки:* **бакалавриат**

*Семестр* **7**

*Учебная дисциплина* **Квантовая механика**

### БИЛЕТ №1

1. Предельный переход к классической механике.
2. Момент импульса.
3. Уравнение Шредингера.

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий,  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Экзаменатор \_\_\_\_\_

### *Критерии оценивания экзамена*

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	15
Задание 2	15
Задание 3	20
<b>Всего</b>	<b>50 баллов</b>

## 11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу «Квантовая механика» предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

*Распределение баллов, которые могут получить студенты  
в процессе изучения дисциплины*

Организационно учебная работа студента	СРС		Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	

max 10 баллов	max 10 баллов	max 30 баллов	100
---------------	---------------	------------------	-----

**Шкала соответствия баллов национальной шкале**

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные и практические занятия по учебной дисциплине «Квантовая механика» проводятся в Компьютерном классе №304. Оборудован комплектом учебной мебели на 28 посадочных мест, комплектом рабочего места преподавателя, меловой доской, 10 компьютеров с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, 1 сетевой коммутатор, 1 wi-fi роутер, 1 мультимедийный проектор, 1 экран переносной.

Самостоятельная работа студентов проходит в читальном зале № 4 периодической литературы, укомплектован учебной мебелью на 31 посадочное место, оснащен компьютером в комплекте (1 шт.), расположен по адресу г. Донецк, ул. Университетская, 24, каб. 19.

Индивидуальные и групповые консультации студентам для проведения самостоятельной работы предоставляются в кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий, укомплектованном комплектом мебели на 12 посадочных мест, оснащенном компьютером в комплекте (1 шт.), принтером, сканером, расположенном по адресу г. Донецк, пр. Театральный 13, ауд. 256.

## 13. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<b>Основная литература</b>			
1.	Ландау, Лев Д. Теоретическая физика : В 10 т. : Учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов. Т. 3 : Квантовая механика : Нерелятивистская теория / Л. Д. Ландау, Е. М. Лившиц ; Под ред. Л. П. Питаевского. - 5-е изд. - М. : Наука, 2001. - 803 с.	3	
2.	Ландау, Лев Д. Краткий курс теоретической физики : [Учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. Кн. 2 : Квантовая механика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. -	10	

	М. : Наука, 1972. - 368 с.		
3.	Ландау, Лев Д. Теоретическая физика : В 10 т. : Учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов. Т. 3 : Квантовая механика : Нерелятивистская теория / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; Под ред. Л. П. Питаевского. - 5-е изд. - М. : Физматлит, 2002. - 803 с.	1	
<i><b>Дополнительная литература</b></i>			
4.	Елютин, П. В. Квантовая механика с задачами : [Учеб. пособие для студентов физ. фак. вузов] / П. В. Елютин, В. Д. Кривченков ; Под ред. акад. Н. Н. Боголюбова. - 2-е изд. - М. : ФИЗМАТЛИТ : УНЦ довуз. образования МГУ, 2001. - 298,[2] с.	12	
5.	Давыдов, А. С. Квантовая механика : Учеб. пособие для ун-тов / А. С. Давыдов. - М. : Физматлит, 1963. - 748 с.	63	
6.	Липкин, Г. Квантовая механика : Новый подход к некоторым проблемам / Г. Липкин ; Пер. с англ. под ред. В. В. Толмачева. - М. : Мир, 1977. - 592 с.	10	

#### 14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://donnu.ru/> – сайт ДонНУ.

<http://library.donnu.ru/> – сайт библиотеки

#### 15. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения: FreeLab, Scilab, Free Pascal, Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20\_\_ год.

Протокол № \_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20\_\_ год.

Протокол № \_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_