ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научно-методической
и учебной работе
_____ Е.И. Скафа
“__21__”_____декабря_____2016 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ»

Направление подготовки:	03.03.02 «ФИЗИКА»
Профиль подготовки:	Общий
Образовательный уровень выпускника:	Академический бакалавр
Форма обучения:	очная

Донецк 2016

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

_____Н.Г. Малюк

“__16_____декабря_____2016 г.

М.П.

Программа учебной дисциплины **«КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ»** составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «04» апреля 2016 г. №284 и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. №750.

Разработчики
к. ф.-м. н., доцент кафедры теоретической физики и нанотехнологий — В. И. Финохин
Старший преподаватель кафедры теоретической физики и нанотехнологий — В. Д. Пойманов
К.пед. н., доцент кафедры общей физики и дидактики физики — И.Н. Пустынникова

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики

Протокол № 5 от «17» ноября 2016 г.

Зав. кафедрой общей физики и дидактики физики — Б.И. Бешевли

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол № 4 от «12» декабря 2016 г.

Зав. кафедрой теоретической физики и нанотехнологий — В.Н. Варюхин

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

Протокол № 4 от «14» декабря 2016 г.

Председатель учебно-методической комиссии физико-технического факультета — В.Н. Котенко

***1.* Область применения и место дисциплины в учебном процессе:**

Программа учебной дисциплины **«Квантовая теория»** является частью основной образовательной программы в соответствии с ГОС по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» и состоит из одного содержательного модуля и трех тем.

Учебная дисциплина «Квантовая теория» принадлежит к вариативной части профессионального блока учебного плана.

Основывается на базе дисциплин: «Общая и экспериментальная физика (Физика атома и атомных явлений», «Теоретическая физика», «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Теория групп», «Дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисление», «Методы математической физики».

***2.* Нормативные ссылки** *(при необходимости)*

3.* Структура дисциплины *(модуля)

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		**заочная форма обучения на базе*		
	СОО	СПО (ускор.)	СОО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Образовательный уровень:	Академический бакалавр				
Направление подготовки	03.03.02 «Физика»				
Профиль					
Количество содержательных модулей (тем)	***1(3)***				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы [1]	**Профессиональный блок,** Вариативная часть				
Формы контроля	модульный контроль и экзамен				
Показатели	очная форма обучения на базе		**заочная форма обучения на базе*		
	СОО	**СПО (ускор.)*	СОО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Количество зачетных единиц (кредитов)	2				
Количество часов	72				
Год подготовки	4				
Семестр	7				
Количество часов					
- лекционных	28				
- практических, семинарских					
- лабораторных	14				
- самостоятельной работы	30				
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, т.ч.	3				
аудиторных	3				

СОО – среднее общее образование

СПО – среднее профессиональное образование

ВПО – высшее профессиональное образование

1- в соответствии с ООП (основной образовательной программой)

4. Описание дисциплины

Цели и задачи: формирование знаний и умений студента в области нерелятивистской и релятивисткой квантовых теориях.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки (профилю):

общекультурные компетенции (ОК):

- способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском, украинском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

общепрофессиональные компетенции (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 физики, химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке) (ОПК-1);
- способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);
- способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);

профессиональные компетенции (ПК):

научно-исследовательская и проектная деятельность:

- способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

научно-инновационная деятельность:

- готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3);
- способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

Знать: Основные положения квантовой механики, элементы теории представлений, решения простейших за
дач квантовой механики, приближенные методы квантовой механики (теория возмущений, квазиклассическое приближение, прямой вариационный метод), основные идеи и подходы к решению задач рассеяния, основы теории атомов и молекул, обобщения квантовой механики на релятивистский случай.

Уметь: использовать математический аппарат квантовой механики в нерелятивистском и релятивистском случаях, физически интерпретировать квантовые процессы, применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.

Владеть основными методами научных исследований, навыками проведения физического (лабораторного) эксперимента, статистической обработки экспериментальных данных с помощью современных информационных технологий

5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Порядковый номер и тема	**Краткое содержание темы**
	Содержательный модуль 1.
Тема 1. Теория стационарных возмущений	Лекция 1. Уравнение Томаса-Ферми Лекция 2. Теория стационарных возмущений для состояний дискретного спектра. Случай невырожденного спектра Лекция 3. Теория стационарных возмущений в случае невырожденного спектра. Примеры. Лекция 4. Теория стационарных возмущений для состояний дискретного спектра. Случай вырожденного спектра Лекция 5. Теория стационарных возмущений в случае вырожденного спектра. Примеры
Тема 2. Теория нестационарных возмущений	Лекция 6. Теория нестационарных возмущений. Переходы под влиянием возмущений, зависящих от времени Лекция 7. Теория нестационарных возмущений. Примеры Лекция 8. Адиабатические и внезапные возмущения. Переходы под действием внезапных возмущений Лекция 9. Переходы под действием периодических возмущений. Резонансное приближение. Переходы в непрерывный спектр
Тема 3. Системы тождественных частиц. Метод вторичного квантования.	Лекция 10. Системы тождественных частиц в квантовой механике. Бозоны и фермионы. Принцип запрета Паули Лекция 11. Системы тождественных частиц. Обменное взаимодействие. Симметрия координатных и спиновых функций Лекция 12. Метод вторичного квантования. Операторы уничтожения и рождения. Коммутационные соотношения Лекция 13. Квантовое описание рассеяния. Амплитуда и сечение рассеяния. Оптическая теорема Лекция 14. Борновское приближение. Условия применимости. Быстрые и медленные частицы. Примеры

Курс дисциплины «**Квантовая теория**» предусматривает следующие **формы организации учебного процесса**:

1. лекции;
2. лабораторные занятия;
3. самостоятельная работа студента.

По источнику передачи и восприятия учебной информации используются словесные (лекция, беседа), наглядные (иллюстрация, демонстрация), практические (исследования, упражнения, лабораторные работы) методы.

По характеру познавательной деятельности студентов используются объяснительно-иллюстративные и репродуктивные методы, проблемное преподавание, частично-поисковый и исследовательский методы.

В зависимости от основной дидактической цели и задач используются методы устного изложения знаний, закрепление учебного материала, самостоятельной работы студентов по осмыслению и усвоению нового материала, работы по применению знаний на практике и выработке умений и навыков, проверки и оценки знаний, умений и навыков.

Используются следующие методы контроля:

1. устный контроль (экспресс-опрос на лекциях);
2. защита лабораторных работ;
3. проверка самостоятельных работ;
4. итоговый тест (экзаменационные билеты).

Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 1																						
	Количество часов																						
	Очная форма						Заочная форма																
							на базе общего среднего образования						на базе среднего профессионального образования						на базе высшего профессионального образования				
	Всего	в т.ч.				индивидуальная	всего	в т.ч.				работаиндивидуальная	всего	в т.ч.				работаиндивидуальная	всего	в т.ч.			работаиндивидуальная
		лекции	практические	лабораторные	работасамостоятельная			лекции	практические	лабораторные	работасамостоятельная			лекции	практические	лабораторные	работасамостоятельная			лекции	практические	работасамостоятельная	
Тема 1. Теория стационарных возмущений	24	9		5	10																		
Тема 2. Теория нестационарных возмущений	24	9		5	10																		
Тема 3. Системы тождественных частиц. Метод вторичного квантования.	24	10		4	10																		
Итого по модулю	72	28		14	30																		

7. Темы лабораторных занятий.

1. Полуэмпирический квантово-химический расчет молекул
2. Сравнение точности расчета полуэмпирическими методами
3. Расчет удельной энергии связи в циклических соединениях
4. Изучение симметрии молекулярных орбиталей двухатомных молекул
5. Неэмпирический квантово-химический расчет молекул

8. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов по курсу «**Квантовая теория**» предусматривает: разработки теоретических основ прослушанного лекционного материала; изучение отдельных тем или вопросов, которые предусмотрены для самостоятельной работы; подготовку к практическим занятиям; самостоятельное решение задач; подготовку к модульному контролю.

Темы для самостоятельной работы:

1. Математический аппарат квантовой теории.
2. Уравнение Шредингера и изменение состояний со временем.
3. Одномерные задачи квантовой теории: линейный осциллятор, приложения.
4. Одномерные задачи квантовой теории: потенциальная яма конечной и бесконечной
5. глубины, приложения.
6. Одномерные задачи квантовой теории: потенциальный барьер, приложения.
7. Канонические преобразования в теории представлений.
8. Центральное поле, проблема атома водорода.
9. Метод возмущений в квантовой теории, приложения.
10. Спин электрона, уравнение Шредингера с учётом спина электрона.
11. Основные уравнения релятивистской квантовой теории.

9. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

1. Волновая функция в квазиклассическом случае.
2. Граничные условия в квазиклассическом случае. Правило квантования Бора-Зоммерфельда.
3. Прохождение через потенциальный барьер.
4. Спин. Оператор спина.
5. Спиноры. Оператор конечных вращений.
6. Принцип неразличимости одинаковых частиц. Обменное взаимодействие.
7. Вторичное квантование в случае статистики Бозе.
8. Вторичное квантование. в случае статистики Ферми.
9. Приближенные методы диагонализации гамильтонианов в методе вторичного квантования.
10. Атомные уровни энергии. Состояния электронов в атоме. Водородоподобные уровни энергии.
11. Метод самосогласованного поля.
12. Метод Томаса -Ферми.
13. Периодическая система элементов Менделеева.
14. Атом в электрическом поле.
15. Теория рассеяния. Рассеяние в классической механике. Рассеяние в квнтовой механике. Амплитуда рассеяния.

10. Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень образования – Академический бакалавр
Направление подготовки – 03.03.02 «Физика»
Семестр – 7
Учебная дисциплина – «Квантовая теория»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ___

1. Метод самосогласованного поля.
2. Уравнение Дирака.

«Утверждено»
на заседании кафедры
протокол №___ от «__»_____ ___ г.

Заведующий кафедрой В.Н. Варюхин
Экзаменатор В.И.Финохин

11. Критерии оценивания

Согласно модульному принципу организации учебного процесса содержание дисциплины «Квантовая теория» включает в себя одного зачётного модуля. Модуль состоит из теоретического материала и практических задач, выполнение которых требует овладения теорией в указанном в модуле объёме.

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале по следующим критериям:

Зачётные модули	Форма контроля	Баллы
Содержательный модуль 1	Блок лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	15
Содержательный модуль 2	Блок лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	15
Экзамен		50
Общий итог		100

К первому промежуточному модульному контролю студент должен защитить 3 лабораторные работы. *За первую, вторую и третью* лабораторные работы студент может получить в сумме 10 баллов.

На первом промежуточном модульном контроле студент имеет возможность получить 15 баллов, ответив на вопросы из списка предложенных для самостоятельной работы.

Ко второму промежуточному модульному контролю студент должен защитить 4 лабораторные работы. За *четвёртую*, *пятую* лабораторные работы студент может получить по 10 баллов.

На втором промежуточном модульном контроле студент имеет возможность получить 15 баллов, ответив на вопросы из списка предложенных для самостоятельной работы.

На экзамене студент имеет возможность получить 50 баллов. Основой для получения оценки на экзамене является уровень овладения студентами материала курса «Квантовая теория», предусмотренного учебным планом направления подготовки 03.03.02 Физика. Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов. От студента требуется устное изложение ответов на них. Ответ на каждый из вопросов оценивается в 25 баллов.

(Разрабатываются и утверждаются кафедрой на основе Положения ДонНУ)

Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ	**По шкале ECTS**	**Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет. зачёт)**	**Определение**
90–100	A	«Отлично» (5) *(зачтено)*	отлично – отличное выполнение с незначительным количеством неточностей
80–89	B	«Хорошо» (4) *(зачтено)*	хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 10%)
75–79	C		хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 15%)
70–74	D	«Удовлетворительно» (3) *(зачтено)*	удовлетворительно – неплохо, но со значительным количеством недостатков
60–69	E		достаточно – выполнение удовлетворяет минимальные критерии
35–59	FX	«Неудовлетворительно» с возможностью повторной аттестации (2) *(не зачтено)*	неудовлетворительно – надо поработать над тем, как получить положительную оценку
0-34	F	2 (неудовлетворительно) *(не зачтено)*	с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов

12. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для обеспечения **лекционных и лабораторных занятий** по данному курсу используется аудитория **304 «Компьютерный класс»**, оснащенная интерактивной доской, ПЭВМ в количестве 10 шт .

13. Рекомендованная литература

Основная

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М., 1974.
2. Дирак П. А. М. Принципы квантовой механики. М., 1960.
3. Давыдов А. С. Квантовая механика. М., 1973.
4. Шифф Л. Квантовая механика. М., 1959.

Дополнительная

1. Фок В. А. Начала квантовой механики. М., 1976.
2. Елютин П. В., Кривченков В. Д. Квантовая механика с задачами. М., 1976.
3. Флюгге Э. Задачи по квантовой механике, т. 1, 2. М., 1974.
4. В.М.Галицкий, Б.М.Карнаков, В.И.Коган. Задачи по квантовой механике. М:Наука, 1981.

14. Информационные ресурсы

1. Программа курса МФТИ: https://mipt.ru/education/chair/theoretical_physics/courses/QuantumMechanicsI.php

Видеолекции и открытые образовательные материалы Физтеха: http://lectoriy.mipt.ru/course/TheoreticalPhys

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2017 год. Протокол заседания кафедры

№ ___ от _____

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2018/2019 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____

Зав. кафедрой _____ _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2019/2020 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____

Зав. кафедрой _____ _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2018/2019 год. Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08.2018

Зав. кафедрой _____ _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2019/2020 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____

Зав. кафедрой _____ _____