

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный социально-педагогический университет»
Факультет математики, информатики и физики
Кафедра алгебры, геометрии и математического анализа

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Ю. А. Жадаев

2019 г.



Квантовая механика

Программа учебной дисциплины

Направление 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями
подготовки)»

Профили «Математика», «Физика»

очная форма обучения

Волгоград
2019

Обсуждена на заседании кафедры алгебры, геометрии и математического анализа
«26» 03 2019 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой Карташов В.К. «26» 03 2019 г.
(подпись) (зав. кафедрой) (дата)

Рассмотрена и одобрена на заседании учёного совета факультета математики, информатики и
физики «02» 04 2019 г., протокол № 7

Председатель учёного совета Сергеев А.И. «02» 04 2019 г.
(подпись) (дата)

Утверждена на заседании учёного совета ФГБОУ ВО «ВГСПУ»
«31» 05 2019 г., протокол № 10

Отметки о внесении изменений в программу:

Лист изменений № _____
(подпись) (руководитель ОПОП) (дата)

Лист изменений № _____
(подпись) (руководитель ОПОП) (дата)

Лист изменений № _____
(подпись) (руководитель ОПОП) (дата)

Разработчики:

Кухарь Егор Иванович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики и физики ФГБОУ ВО "ВГСПУ",
Глазов Сергей Юрьевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики и физики ФГБОУ ВО "ВГСПУ",
Сыродоев Геннадий Алексеевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики и физики ФГБОУ ВО "ВГСПУ".

Программа дисциплины «Квантовая механика» соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (утверждён приказом Министерства образования и науки РФ от 22 февраля 2018 г. N 125) и базовому учебному плану по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (профили «Математика», «Физика»), утверждённому Учёным советом ФГБОУ ВО «ВГСПУ» (от 31 мая 2019 г., протокол № 10).

1. Цель освоения дисциплины

Сформировать систематизированные знания по разделу теоретической физики квантовая механика.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Квантовая механика» относится к вариативной части блока дисциплин.

Для освоения дисциплины «Квантовая механика» обучающиеся используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения дисциплин «Микроэлектроника», «Радиотехника», «Электротехника», прохождения практики «Учебная (проектная) практика».

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин «Актуальные проблемы физического образования», «Астрономия», «Инновационные технологии обучения физике», «История естествознания и техники», «Методы и технологии решения физических задач», «Физика колебаний», «Физика неравновесных систем», «Физика ядра и элементарных частиц», «Электронные процессы в твердых телах», прохождения практик «Преддипломная практика», «Учебная (методическая) практика».

3. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

– владеет системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, методами организации и постановки физического эксперимента, теорией и практикой организации физического образования (ПКР-2).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать

– основные принципы квантовой механики: свойства волновых функций и операторов динамических величин;
– приближенные методы квантовой механики;

уметь

– решать типовые задачи на нахождение собственных значений операторов динамических переменных;

владеть

– методами решения типовых задач квантовой механики.

4. Объём дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	60	60
В том числе:		
Лекции (Л)	30	30

Практические занятия (ПЗ)	30	30
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Самостоятельная работа	48	48
Контроль	36	36
Вид промежуточной аттестации		ЭК
Общая трудоемкость	часы	144
	зачётные единицы	4

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Математический аппарат квантовой механики	Волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. Соотношения неопределенностей. Собственные значения и собственные функции эрмитовых операторов. Матрица оператора. Условие, при котором два оператора имеют общий набор собственных функций. Постулаты квантовой механики. Волновая функция. Принцип суперпозиции состояний. Уравнение Шредингера. Вычисление средних значений динамических величин. Переход от одного представления к другому. Унитарный оператор и унитарные преобразования. Зависимость состояний и операторов от времени. Представления Шредингера и Гейзенберга. Квантовые уравнения движения. Квантовые скобки Пуассона. Представление взаимодействия. Операторы координаты, импульса, момента импульса, энергии (гамильтониан). Структура общего решения уравнения Шредингера для частицы в стационарном поле. Стационарное уравнение Шредингера. Гамильтониан частицы в сферически симметричном поле. Сферические функции, полиномы Лежандра. Плотность потока вероятности. Уравнение непрерывности. Принцип тождественности частиц. Бозоны и фермионы. Метод вторичного квантования. Операторы рождения и уничтожения частиц.
2	Движение частиц в силовых полях	Одномерная потенциальная яма. Граничные условия. Бесконечно глубокая прямоугольная потенциальная яма. Одномерный прямоугольный потенциальный барьер. Прозрачность барьера. Движение частицы в периодическом поле. Теорема Блоха. Дисперсионное соотношение. Энергетические зоны. Запрещенные и разрешенные зоны. Одномерный гармонический осциллятор (метод вторичного квантования). Основное состояние гармонического осциллятора. Полиномы Эрмита. Принцип дополнительности. Матрица импульса и матрица координаты гармонического осциллятора в энергетическом представлении. Электрон в магнитном поле. Уровни Ландау. Атом водорода. Уравнение для радиальной части волновой функции. Полиномы Лагерра. Собственные значения

		энергии электрона в атоме водорода. Главное квантовое число. Орбиталь. Основное состояние атома водорода. Квантовомеханический смысл первого боровского радиуса. Магнитный момент атома. Магнетон Бора.
3	Приближенные методы в квантовой механике	Стационарная теория возмущений невырожденных состояний. Возмущение вырожденных состояний. Секулярное уравнение. Возмущение двукратно вырожденного уровня. Эффект Штарка. Нестационарная теория возмущений. Квантовые переходы. Переход системы из дискретного спектра в квазинепрерывный. Плотность состояний. Золотое правило Ферми. Квантовые переходы в двухуровневой системе. Взаимодействие квантовых систем с ЭМ излучением. Правила отбора для гармонического осциллятора и для атома водорода. Упругое рассеяние частиц. Формула Резерфорда. Квазиклассическое приближение. Правила квантования Бора-Зоммерфельда. Квантование ЭМ поля. Элементы релятивистской квантовой теории. Уравнение Дирака. Позитрон. Спин. Опытные обоснования существования спина. Матрицы Паули. Уравнение Паули.

5.2. Количество часов и виды учебных занятий по разделам дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего
1	Математический аппарат квантовой механики	6	10	–	16	32
2	Движение частиц в силовых полях	6	14	–	20	40
3	Приближенные методы в квантовой механике	8	14	–	14	36

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

6.1. Основная литература

1. Балашов, В. В. Курс квантовой механики / В. В. Балашов, В. К. Долинов. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2001. — 336 с. — ISBN 5-93972-077-3. — ЭБС IPR Books. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/16546.html>.

2. Мултановский В.В., Василевский А.С. Курс теоретической физики для педагогических вузов. Книга 4. Квантовая механика. Москва, ДРОФА, 2007, 399 стр. (Библиотека ВГСПУ, 20 экз.).

6.2. Дополнительная литература

1. Ландау Л.Д, Лифшиц Е.М. Курс теоретической физики. Том III. Квантовая механика. Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2004, 808 стр. (Библиотека ВГСПУ, 35 экз.).

2. Ведринский, Р. В. Квантовая механика : учебник / Р. В. Ведринский. — Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2009. — 384 с. — ISBN 978-5-

9275-0706-1. — ЭБС IPR Books. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/46976.html>.

3. Толмачев, В. В. Основы квантовой механики : учебное пособие / В. В. Толмачев, А. А. Федотов, С. В. Федотова. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2005. — 240 с. — ISBN 5-93972-446-9. — ЭБС IPR Books. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/16586.htm>.

4. Краснопевцев, Е. А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела : учебное пособие / Е. А. Краснопевцев. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 354 с. — ISBN 978-5-7782-1464-4. — ЭБС IPR Books. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45097.html>.

5. Чечуев, В.Я. Элементы квантовой механики: учебное пособие / В. Я. Чечуев, С. В. Викулов, Л. А. Митина. — Новосибирск : Новосибирский государственный аграрный университет, 2011. — 59 с. — ISBN 2227-8397. — ЭБС IPR Books. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/64828.html>.

6. Магазинников, А. Л. Введение в квантовую механику : учебное пособие / А. Л. Магазинников, В. А. Мухачев. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 112 с. — ISBN 978-5-4332-0046-3. — ЭБС IPR Books. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13860.html>.

7. Шандаров, В. М. Основы физической и квантовой оптики : учебное пособие / В. М. Шандаров. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 197 с. — ISBN 5-86889-228-3. — ЭБС IPR Books. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/14018.html>.

8. Галицкий В.М., Карнаков Б.М., Коган В.И., Задачи по квантовой механике, Москва, ЕДИТОРИАЛ УРСС, 2001, часть 1, 300 стр., часть 2, 303 стр. (Библиотека ВГСПУ, 5 экз.).

7. Ресурсы Интернета

Перечень ресурсов Интернета, необходимых для освоения дисциплины:

1. https://mipt.ru/education/chair/theoretical_physics/courses/.
2. https://mipt.ru/education/chair/theoretical_physics/biblio/.

8. Информационные технологии и программное обеспечение

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости):

1. Офисный пакет Open Office.
2. Программное обеспечение для коммуникации.
3. Ocrad (программа для оптического распознавания документов).

9. Материально-техническая база

Для проведения учебных занятий по дисциплине «Квантовая механика» необходимо следующее материально-техническое обеспечение:

1. Аудитория с мультимедийной поддержкой для проведения лекционных занятий.
2. Лаборатория механики и молекулярной физики - ауд. 2337.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Квантовая механика» относится к вариативной части блока дисциплин. Программой дисциплины предусмотрено чтение лекций и проведение практических занятий. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Лекционные занятия направлены на формирование глубоких, систематизированных

знаний по разделам дисциплины. В ходе лекций преподаватель раскрывает основные, наиболее сложные понятия дисциплины, а также связанные с ними теоретические и практические проблемы, даёт рекомендации по практическому освоению изучаемого материала. В целях качественного освоения лекционного материала обучающимся рекомендуется составлять конспекты лекций, использовать эти конспекты при подготовке к практическим занятиям, промежуточной и итоговой аттестации.

Практические занятия являются формой организации педагогического процесса, направленной на углубление научно-теоретических знаний и овладение методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения учебных действий в сфере изучаемой науки. Практические занятия предполагают детальное изучение обучающимися отдельных теоретических положений учебной дисциплины. В ходе практических занятий формируются умения и навыки практического применения теоретических знаний в конкретных ситуациях путем выполнения поставленных задач, развивается научное мышление и речь, осуществляется контроль учебных достижений обучающихся.

При подготовке к практическим занятиям необходимо ознакомиться с теоретическим материалом дисциплины по изучаемым темам – разобрать конспекты лекций, изучить литературу, рекомендованную преподавателем. Во время самого занятия рекомендуется активно участвовать в выполнении поставленных заданий, задавать вопросы, принимать участие в дискуссиях, аккуратно и своевременно выполнять контрольные задания.

Контроль за качеством обучения и ходом освоения дисциплины осуществляется на основе рейтинговой системы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Рейтинговая система предполагает 100-балльную оценку успеваемости студента по учебной дисциплине в течение семестра, 60 из которых отводится на текущий контроль, а 40 – на промежуточную аттестацию по дисциплине. Критериальная база рейтинговой оценки, типовые контрольные задания, а также методические материалы по их применению описаны в фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к данной программе.

11. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства.

Самостоятельная работа обучающихся во внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям, а также изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины. Такая работа может предполагать проработку теоретического материала, работу с научной литературой, выполнение практических заданий, подготовку ко всем видам контрольных испытаний, выполнение творческих работ.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине представлено в рабочей программе и включает в себя:

- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- информационно-справочные и образовательные ресурсы Интернета;
- оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Конкретные рекомендации по планированию и проведению самостоятельной работы по дисциплине «Квантовая механика» представлены в методических указаниях для обучающихся, а также в методических материалах фондов оценочных средств.

12. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств, включающий перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы является приложением к программе учебной дисциплины.