


**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)**

**Институт физико-математического образования, информационных и
обслуживающих технологий**

Кафедра физики и методики преподавания физики

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИФМОИОТ


Е.Е. Горбенко
«13» декабря 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Основы теоретической физика
(квантовая механика)

По направлению подготовки **44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ (С ДВУМЯ ПРОФИЛЯМИ ПОДГОТОВКИ)**

Профиль подготовки **Физика. Информатика**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Курс **5 (9 семестр)**

Луганск, 2023

Программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы для подготовки бакалавров по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль «Физика. Информатика» очной формы обучения. Программа разработана кафедрой физики и методики преподавания физики.


Программа учебной дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 г. № 125 (с изменениями и дополнениями) и Профессиональным стандартом, утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» от 18 октября 2013 г. № 544н (с изменениями и дополнениями); «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» от 22 сентября 2021 г. № 652н., соответствующих профессиональной деятельности выпускников.

СОСТАВИТЕЛИ:

доцент кафедры физики и методики преподавания физики ФГБОУ ВО «ЛГПУ», кандидат физико-математических наук Кара-Мурза С.В.

Утверждена на заседании кафедры физики и методики преподавания физики
Протокол от «30» ноября 2023 г. № 4.

Заведующий кафедрой физики и
методики преподавания физики



А.Г. Сильчева

ОДОБРЕНА на заседании учебно-методической комиссии Института физико-математического образования, информационных и обслуживающих технологий

Протокол «06» декабря 2023 г. № 5.

Председатель учебно-методической комиссии
Института физико-математического образования,
информационных и обслуживающих технологий



О.В. Давыскиба

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий учебно-методическим
отделом



В.В. Савенков

Структура и содержание учебной дисциплины

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины **Основы теоретической физики (квантовая механика)** являются овладение основами базовой теории физики микромира и формирование современного физического мировоззрения.

К задачам изучения дисциплины **Основы теоретической физики (квантовая механика)** относятся:

- освоение основных положений, принципов и приемов квантовой механики;
- освоение методов решения базовых задач физики микромира.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Курс **Основы теоретической физики (Квантовая механика)** входит в вариативную часть естественнонаучного цикла дисциплин базового блока учебного плана подготовки бакалавров по направлению 44.03.05 **Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)** Профиль: **Физика. Математика**. Индекс дисциплины в учебном плане Б1.О.08.09.

дисциплина «**квантовая механика**» является логическим продолжением освоения дисциплин математического цикла, всех составных частей курса «Общая и экспериментальная физика», а также продолжением дисциплины «Основы теоретической физики» после изучения классической механики и электродинамики.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания: дисциплин математического цикла, уравнений математической физики, курса «Общая и экспериментальная физика (Механика, Электричество и магнетизм, Оптика, Атомная физика);

Умения: выполнять операции дифференциального и интегрального исчисления, уметь решать краевые задачи, уметь применять полученные в рамках курсов общей физики знания для решения задач теоретической физики.

Навыки: анализа физических ситуаций и решения задач в объеме курса общей физики, владения математическим аппаратом.

Полученные в курсе Квантовая механика знания являются базой для дальнейшего изучения основ теоретической физики, а также профессионально ориентированных спецкурсов.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения	Результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-1	Способен осваивать использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении	Знает: основные принципы и положения квантовой механики; Умеет: применять полученные знания к решению базовых

профессиональных задач	задач, умеет описывать движение частицы в потенциальных ямах, при наличии потенциальных барьеров, квантового гармонического осциллятора, состояние электронов в многоэлектронных атомах; Владеет навыками ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ и приемов квантовой механики при решении основных задач физики микромира, анализа характера движения и энергетического спектра
------------------------	--

4. Структура и содержание учебной дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов / зач. ед.	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка	180	
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего часов), в том числе:	60	
Лекции	30	
Семинарские занятия	30	
Практические занятия		
Лабораторные работы		
Контрольные работы		
Курсовая работа / курсовой проект		
Другие формы организации учебного процесса		
Самостоятельная работа студента (всего часов)	93	
Форма аттестации	27/экзамен в 9 семестре	

4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1: Экспериментальные основы квантовой теории

Раздел 2: Основные положения и математический аппарат квантовой механики

Раздел 3: Одномерные квантово-механические задачи

Раздел 4: Движение в центральном поле

Раздел 5: Теория возмущений. Квантовые переходы и теория излучения

Раздел 6: Многоэлектронные атомы. Молекула

4.3. Лекции

№ п/п	7-ой семестр Наименование темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Корпускулярные свойства света 1. Тепловое излучение 2. Фотоэффект 3. Эффект Комптона	1	-
2	Полуклассическая теория Бора 1. Постулаты Бора-Зоммерфельда 2. Водородоподобный атом 3. Спектры атома водорода	1	-
3	Волновые свойства частиц. Вероятностный характер описания состояния движения микрочастиц 1. Дифракция электронов на кристаллической решетке 2. Волна де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга 3. Волновая функция и ее интерпретация 4. Вероятностный характер описания состояния движения микрочастиц	1	-
4	Описание состояния движения микрочастиц в квантовой механике 1. Полный набор физических величин. Собственные значения и собственные состояния динамических переменных 2. Волновая функция. Задачи квантовой механики 3. Квантово-механический принцип суперпозиции состояний	2	-
5	Основные положения и математический аппарат квантовой механики 1. Вероятность определенного значения физической величины	1	-

	<p>2. Среднее значение физической величины. Операторы физических величин</p> <p>3. Элементы теории линейных самосопряженных операторов</p> <p>4. Условие одновременной измеримости физических величин</p> <p>5. Среднеквадратичные отклонения от средних значений физических величин</p>		
6	<p>Операторы физических величин</p> <p>1. Оператор координаты и функций координат</p> <p>2. Оператор проекции и вектора импульса, Собственные функции оператора импульса</p> <p>2. Соотношение неопределенностей для сопряженных координаты и импульса</p> <p>3. Операторы кинетической и полной энергии. Гамильтониан</p> <p>4. Оператор момента импульса. Перестановочные соотношения</p>	2	-
7	<p>Собственные функции и собственные значения операторов проекции и квадрата модуля момента импульса</p> <p>1. Собственные значения и собственные функции оператора проекции момента импульса</p> <p>2. Собственные значения и собственные функции оператора квадрата момента импульса</p> <p>3. Геометрическая интерпретация результатов</p>	2	-
8	<p>Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Интегралы движения</p> <p>1. Уравнение Шредингера</p> <p>2. Стационарное уравнение Шредингера. Стационарные состояния</p> <p>3. Свойства стационарных состояний</p> <p>4. Дифференцирование операторов по времени</p> <p>5. Квантово-механические интегралы движения</p>	2	-
9	Одномерное движение	2	-

	1.Стационарное уравнение Шредингера при одномерном движении 2.Движение в прямоугольных ямах 3.Движение при наличии потенциальных барьеров		
10	Квантовый гармонический осциллятор	2	-
11	Движение в центральном поле 1.Уравнение Шредингера в центральном поле 2.Угловая и радиальная части волновой функции 3.Общие закономерности движения в центральном поле	2	-
12	Водородоподобный атом 1.Радиальное уравнение и его решение 2.Описание движения электрона с помощью тройки квантовых чисел	2	-
13	Теория возмущений 1.Стационарная теория возмущений 2.Возмущения в отсутствие вырождения 3.Возмущения при наличии вырождения	2	-
14	Теория квантовых переходов. Спонтанное и вынужденное излучение. Время жизни атомов в возбужденном состоянии 1.Вероятность квантовых переходов под действием внешнего возмущения 2.Вероятность квантовых переходов под действием возмущения, зависящего только от времени 3.Правила отбора 4.Полуклассическая теория излучения. Коэффициенты Эйнштейна. 5..Время жизни атома в возбужденном состоянии	2	-

15	<p>Спин электрона. Оператор спина</p> <p>1.Спин электрона и его описание квантовыми числами</p> <p>2.Оператор спина в собственном представлении. Двухрядные матрицы Паули</p> <p>3.Двухкомпонентные волновые функции</p>	1	-
16	<p>Система тождественных микрочастиц. Бозоны и фермионы. Принцип запрета Паули</p> <p>1.Принцип тождественности в системе одинаковых микрочастиц</p> <p>2.Бозоны и фермионы. Волновые функции бозонов и фермионов</p> <p>3.Принцип запрета Паули для фермионов</p>	1	-
17	<p>Многоэлектронные атомы</p> <p>1.Принципы заполнения электронами оболочек и подоболочек</p> <p>2.Идеальная схема заполнения и таблица химических элементов Д.И.Менделеева</p>	1	-
18.	<p>Сложение моментов. Векторная модель атома</p> <p>1.Правила сложения моментов</p> <p>2.Векторная модель атома</p> <p>3.Термы атомов. Правила Хунда и основное состояние атома</p>	2	-
19	<p>Атом в магнитном поле</p> <p>1.Теорема Лармора</p> <p>2.Правила отбора при квантовых переходах в магнитном поле</p> <p>3.Нормальный и аномальный эффект Зеемана</p>	2	-
21	Атом гелия и молекула водорода	2	-
Всего:		30	- -

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п		Объем часов
-------	--	-------------

	Наименование темы	Очная форма	Заочная форма
1	Корпускулярные свойства света	2	-
2	Полуклассическая теория Бора-Зоммерфельда	2	-
3	Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей	2	-
4	Контрольная работа 1		
5	Основные положения квантовой механики	4	-
6	Контрольная работа 2	2	
7	Квантовый гармонический осциллятор	4	-
8	Одномерные квантово-механические задачи	4	-
9	Движение в центральном поле. Атом водорода	4	-
10	Сложение моментов. Векторная модель атома	4	-
12	Атом в магнитном поле	4	-
Всего:		30	

4.5. Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Раздел 1	Выполнение домашних и индивидуальных заданий, подготовка к контрольной работе 1	15	-
2	Раздел 2	Выполнение домашних и индивидуальных заданий, подготовка к контрольной работе 2	10	-
3	Разделы 3-4	Выполнение домашних и индивидуальных заданий, подготовка к контрольной работе 3	20	-

4	Разделы 1 -3	Подготовка к теоретическому отчету (модуль 1 – тестирование)	15	-
5	РАЗДЕЛ 6	Выполнение домашних и индивидуальных заданий	20	-
6	Разделы 4 - 6	Подготовка к теоретическому отчету (модуль 2 – тестирование), подготовка к экзамену	13	-
Итого:			93	

4.7. Курсовые работы. Учебным планом не предусмотрены

5. Методическое обеспечение, образовательные технологии

Преподавание дисциплины «**Основы теоретической физики (Квантовая механика)**» ведется с применением следующих видов образовательных технологий::

- 1) использование информационных технологий (предоставление учебной программы и учебного пособия в электронном виде);
- 2) традиционные формы чтения лекций и проведения практических занятий;
- 3) проведение трех контрольных работ;
- 4) тестирование (2 теста по материалам разделов 1 - 3 и 4 – 6;
- 5) организация самостоятельной работы в форме выполнения индивидуальных заданий.

Все студенты снабжены учебной программой и методическим пособием, предназначенным для помощи в выполнении индивидуальных заданий

6. Формы контроля освоения учебной дисциплины.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине в различных формах:

1. оценивание результатов тестирования (2);
2. оценивание выполнения контрольных работ (2);
3. оценивание выполнения индивидуальных заданий;
4. оценивание работы на практических занятиях.

Итоговый контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного экзамена.

Система накопления баллов по видам работ отражается в таблице:

Система оценивания учебных достижений студентов очной формы обучения

Вид учебной работы	Количество баллов
Выполнение контрольных работ	2x15=30
Выполнение индивидуальных заданий	20
Тестирование	2x20=40
Работа на практических занятиях	10
Всего за семестр	100

Накопительная система оценивания по 100-балльной шкале

система оценивания экзамена	100-балльная шкала	Буквенная шкала, соответствующая 100-балльной шкале	Система оценивания зачета
Отлично	90–100	А – отлично – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	Зачтено
Хорошо	83–89	В – очень хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	
Хорошо	75–82	С – хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью; некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	
Удовлетворительно	63–74	Д – удовлетворительно – теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки	
Удовлетворительно	50–62	Е – посредственно – теоретическое содержание курса освоено частично; некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	

Неудовлетворительно	21–49	FX – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса освоено частично; необходимые практические навыки работы не сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	Не зачтено
Неудовлетворительно	0–20	F – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса не освоено; необходимые практические навыки работы не сформированы; все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

Литература

а) основная

1. 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. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/13860.html> (дата обращения:). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Байков, Ю. А. Нерелятивистская квантовая механика : учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов, Н. И. Петров. — Москва : Лаборатория знаний, 2025. — 318 с. — ISBN 978-5-93208-919-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/451544> (дата обращения:). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Квантовая механика. Учебное пособие для самостоятельной работы студентов. Издание второе, переработанное. / Кара-Мурза С.В., Горбенко Е.Е., Грицких В.А., Жихарев И.В., Краснякова Т.В. – Луганск, ГУ «ЛНУ имени Тараса Шевченко», 2012.

б) дополнительная

4. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. – М.: Ленанд, 2015 -672 с

5. Соколов А.А., Тернов И.М. Квантовая механика и атомная физика. – М.: Наука, 1979 – 528 с.

6. Задачник-практикум по теоретической физике. Квантовая механика. / Серова Ф.Г., Янкина А.А., Емельянов А.И., Ислямов З.И. – М.: Просвещение, 1982 – 126 с.

в) Интернет-ресурсы:

Тесты по физике [Электронный ресурс] – URL: <http://testfiz.ru/>

Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru>

Зональная научная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sgu.ru/library>

Электронные учебники [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.libedu.ru/>

Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru>

Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://e.lanbook.com/>

Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://biblio-online.ru>

Рукопт [Электронный ресурс]: межотраслевая электронная библиотека. – URL: <http://rucont.ru>

eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – URL: <http://www.elibrary.ru>

ibooks.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://ibooks.ru>

Znanium.com [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://znanium.com>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Студенты снабжаются учебной программой, учебным пособием, включающем краткое изложение теоретического материала, примерами решения задач, задания для аудиторного и самостоятельного выполнения, математические приложения и некоторые таблицы (в печатном и электронном виде).

9. Лист дополнений и изменений

№ п/п	Дата внесения изменения / дополнения	Основание	Содержание изменения / дополнения	Лица, подтверждающие изменение / дополнение	
				Заведующий кафедрой (Фамилия, инициалы, подпись)	Директор / декан (Фамилия, инициалы, подпись)