

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



Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 14 » 03 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»**

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование

Профиль подготовки Физика. Математика

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
7	7/252	36	54		117	ЭКЗАМЕН (45)
Итого	7/252	36	54		117	ЭКЗАМЕН (45)

Владимир, 2016

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели:

1. Формировать физическое мышление у студентов;
2. Дать научные знания по квантовой механике на уровне высшей школы, достаточные для освоения соответствующих разделов теоретической физики, а также для понимания и изучения технических дисциплин таких как, например, физическая электроника и элетрорадиотехника;
3. Дать основные знания и умения, которые будут необходимы при работе в средней школе в качестве учителя физики;
4. Развить навыки самостоятельной работы студентов.

### Задачи дисциплины:

- освоить теоретический материал, предусмотренный программой курса;
- научиться применять законы квантовой механики для решения конкретных физических задач;
- научиться использовать основные методы и приемы исследования микромира.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы теоретической физики» относится к вариативной части. Данный раздел «**Квантовая механика**» читается в седьмом семестре и является важным разделом физики, т.к. подготавливает студентов третьего курса профиля «физика и математика» к восприятию таких сложных разделов основ теоретической физики как статистическая физика и термодинамика, физика твердого тела, физика ядра и элементарных частиц.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код компетенций по ФГОС	Компетенции	Планируемые результаты
ОК-3	Способность использовать естественнонаучные и математические знания в современном информационном пространстве	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- предмет и объект физики как науки;</li><li>- теоретические основы и природу основных физических явлений;</li><li>- фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики;</li><li>- основные достижения физической науки в практической жизни.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах и использовать основные законы физики в профессиональной деятельности;</li><li>- применять физические законы для решения практических задач.</li></ul> <b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками работы с научной литературой разного</li></ul>

		уровня (научно-популярные издания, периодические журналы, монографии, учебники, справочники); -навыками оценки результатов научного эксперимента или исследования.
ПК-1	Готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования актуального образовательного стандарта; структуру курса физики в основной и средней школе;</li> <li>- предмет, задачи и структуру курса физики; основные компоненты педагогической системы и пути их совершенствования; аспекты формирования мотивации учащихся на формирование познавательного интереса к изучению физики;</li> <li>- базовый и углубленный материалы учебной дисциплины «Физика»: основные понятия и определения, включая физические величины, физические законы;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- реализовывать образовательные программы по физике в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</li> <li>- отбирать адекватные содержанию и дидактическим задачам методы, приемы, средства обучения; самостоятельно разрабатывать образовательные программы и составлять технологические карты занятий по дисциплине «Физика».</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками составления образовательной программы по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</li> <li>- навыками разработки всех элементов учебно-методического комплекса по физике в соответствии с возрастными особенностями учащихся и спецификой учебного заведения.</li> </ul>

"В соответствии с профессиональным стандартом педагога (приказ Министерства труда и социальной защиты населения РФ № 544н от 18.10.2013г.) преподаватели в средней школе при разработке и реализации программ учебных дисциплин в рамках основной общеобразовательной программы, а также при планировании и проведении учебных занятий должны владеть общепользовательскими и общепедагогическими ИКТ-компетентностями (ИКТ - информационно-коммуникационные технологии). "

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часов.

№ п/п	Раздел (тема) 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 (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Трудности классической физики, приведшие к созданию квантовой механики.	7	1-2	4	6			11		2/20	
2	Модели строения атома.	7	3-4	4	6			11		2/20	
3	Математический аппарат квантовой механики.	7	5-6	4	8		КР	11		3/25	РК-1
4	Основные положения квантовой механики.	7	7	2	4			11		2/33	
5	Линейный гармонический квантовый осциллятор.	7	8-9	4	6			11		2/20	
6	Частица в одномерном и трехмерном потенциальном ящике. Преодоление частицей потенциального барьера.	7	10-11	4	4			11		2/25	
7	Квантовая теория атома водорода.	7	12-13	4	8		КР	11		3/25	РК-2
8	Многоэлектронные квантовые системы. Строение электронных оболочек.	7	14-15	4	4			11		2/25	
9	Атомные и молекулярные орбитали. Теория ЛКАО	7	16	2	4			11		2/33	
10	Основы теории представлений.	7	17-18	4	4			18		2/25	РК-3
Всего				36	54			117		22/24	ЭКЗАМЕН (45)

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

N п/п	Виды учебной работы	Образовательные технологии
1.	Лекция	-лекция-информация с визуализацией;

		-проблемная лекция
2.	Практические занятия	-семинар-конференция по студенческим докладам и эссе; -выполнение лабораторных работ; -поиск и анализ информации в сети Интернет; -проектные технологии; -технология учебного исследования
3.	Самостоятельная работа	-внеаудиторная работа студентов (освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, работа с электронным учебно-методическим комплексом, работа над проектом, подготовка к текущему и итоговому контролю)
4.	Текущий контроль	-решение задач на практических занятиях; - сдача лабораторных работ; -защита проектов; -бланочное и компьютерное тестирование

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

### ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЮ

#### Вопросы к рейтинг-контролю №1

1. В некоторый момент времени нормированная волновая функция системы имеет вид

$$\Psi(x) = \frac{1}{\sqrt{3}} \varphi_{A=1}(x) + \sqrt{\frac{2}{3}} \varphi_{A=3}(x), \text{ где } \varphi_{A=1}(x) \text{ и } \varphi_{A=3}(x) - \text{нормированные собственные функции}$$

оператора физической величины  $\hat{A}$ , отвечающие собственным значениям  $A=1$  и  $A=3$ , соответственно. Среднее значение величины физической величины  $\bar{A}$  в этот момент равно

- а.  $7/3$                       б.  $2$                                       в.  $5/3$                                       г.  $4/3$

2. Квантовая система описывается нормированной волновой функцией  $\Psi(x,t)$ . Физической величине  $A$  отвечает квантово-механический оператор  $\hat{A}$ . По какой формуле – а., б., в. или г. – можно вычислить среднее значение результатов многих измерений величины  $A$  над ансамблем тождественных квантовых систем?

- а.  $\int \psi^*(x,t) \hat{A} \psi(x,t) dx$       б.  $\int \hat{A} |\psi(x,t)|^2 dx$       в.  $\int |\psi(x,t)|^2 \hat{A} dx$       г.  $\hat{A} \int |\psi(x,t)|^2 dx$

3. Физическая величина  $A$  имеет в состоянии с волновой функцией  $\Psi(x,t)$  определенное значение, если

- а.  $\Psi$  не зависит от времени  
б.  $\Psi(x,t)$  совпадает с одной из собственных функций оператора этой физической величины  $\hat{A}$ ,  
в.  $\Psi(x,t)$  является собственной функцией оператора Гамильтона системы  
г.  $\Psi$  не зависит от координат

4. Собственные значения и отвечающие им нормированные собственные функции оператора некоторой физической величины  $A$  равны:  $a_1 = 1$  и  $f_1(x) = B \sin(x/a)$  (первое собственное значение и отвечающая ему собственная функция),  $a_2 = 2$  и  $f_2(x) = B \sin(2x/a)$ ,  $a_3 = 3$  и  $f_3(x) = B \sin(3x/a)$ , .... (где  $a$  и  $B$  - некоторые числа, одинаковые для всех функций). Вол-

новая функция частицы в некоторый момент времени равна  $\Psi(x) = C \sin(2x/a) \cos(5x/a)$ .

Какие значения величины  $A$  можно обнаружить при измерениях в этот момент времени?

- а. 1 и 2      б. любое целое положительное число      в. 2 и 5      г. 3 и 7

5. Собственные значения и отвечающие им нормированные собственные функции оператора некоторой физической величины  $A$  равны:  $a_1 = 1$  и  $f_1(x) = B \sin(x/a)$  (первое собственное значение и отвечающая ему собственная функция),  $a_2 = 2$  и  $f_2(x) = B \sin(2x/a)$ ,  $a_3 = 3$  и  $f_3(x) = B \sin(3x/a)$ , ... (где  $a$  и  $B$  - некоторые числа, одинаковые для всех функций). Волновая функция частицы в некоторый момент времени равна  $\Psi(x) = C \sin(2x/a) \cos(5x/a)$ . Чему равно среднее значение величины  $A$  в этот момент времени?

- а. 5      б. 6      в. 7      г. 8

### Вопросы к рейтинг-контролю №2

1. Какой формулой определяются собственные функции гамильтониана гармонического осциллятора массой  $m$  и частотой  $\omega$  ( $x = \sqrt{\hbar/m\omega}$  - безразмерная координата осциллятора)?

- а.  $P_n(x) \exp(-x^2/2)$  ( $P_n$  - полиномы Лежандра)      б.  $L_n(x) \exp(-x^2/2)$  ( $L_n$  - полиномы Лагерра)  
в.  $P_n^{|m|}(x) \exp(-x^2/2)$  ( $P_n^{|m|}$  - присоединенные полиномы Лежандра)  
г.  $H_n(x) \exp(-x^2/2)$  ( $H_n$  - полиномы Эрмита), ( $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ).

2. Какой формулой определяются собственные функции гамильтониана гармонического осциллятора массой  $m$  и частотой  $\omega$  ( $x = \sqrt{\hbar/m\omega}$  - безразмерная координата осциллятора)?

- а.  $H_n(x) \exp(-x^2/2)$       б.  $H_n(x) \exp(-x^4/2)$       в.  $H_n(x) \exp(-x/2)$   
г.  $H_n(x) \exp(-x^2)$  ( $H_n$  - полиномы Эрмита,  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ).

3. Волновая функция гармонического осциллятора в некоторый момент времени имеет вид  $(1+2x) \exp(-x^2/2)$  ( $x = \sqrt{\hbar/m\omega}$  - безразмерная координата осциллятора). Какие значения энергии осциллятора могут быть обнаружены при измерениях?

- а.  $\hbar\omega/2$  и  $3\hbar\omega/2$       б.  $3\hbar\omega/2$  и  $5\hbar\omega/2$       в. только  $3\hbar\omega/2$       г. только  $\hbar\omega/2$

4. Волновая функция гармонического осциллятора в некоторый момент времени является четной функцией координаты. Можно ли при измерениях энергии осциллятора в этом состоянии обнаружить значение  $3\hbar\omega/2$ ?

- а. да      б. нет      в. зависит от способа измерения      г. зависит от волновой функции

5. При измерении энергии осциллятора были обнаружены два значения  $\hbar\omega/2$  с вероятностью  $1/4$  и  $3\hbar\omega/2$  с вероятностью  $3/4$ . Средняя энергия осциллятора в этом состоянии равна

- а.  $\bar{E} = 5\hbar\omega/2$       б.  $\bar{E} = 5\hbar\omega/4$       в.  $\bar{E} = 5\hbar\omega/3$       г.  $\bar{E} = 5\hbar\omega/6$

### Вопросы к рейтинг-контролю №3

1. Будет ли гамильтониан частицы, движущейся в центральном поле, коммутировать с оператором проекции момента на ось  $x$ ?

- а. да      б. нет      в. зависит от поля      г. зависит от состояния, в котором находится частица

2. Что можно сказать о зависимости волновой функции стационарных состояний частицы от полярного  $\vartheta$  и азимутального  $\varphi$  углов в некотором центрально-симметричном поле.

- а. не зависят от углов  $\vartheta$  и  $\varphi$   
б. зависимость от углов  $\vartheta$  и  $\varphi$  всегда сводится к некоторой сферической функции  
в. эти функции можно выбрать так, что их зависимость от углов  $\vartheta$  и  $\varphi$  сводится к некоторой сферической функции

Г. это зависит от вида поля

3. Что можно сказать об интеграле  $\int_0^{\infty} \chi_1(r)\chi_2(r)dr$ , где  $\chi_1(r)$  и  $\chi_2(r)$  - радиальные волновые

функции ( $\chi(r) = rR(r)$ ) стационарных состояний дискретного спектра

а. он равен нулю, если эти функции отвечают разным радиальным квантовым числам и разным моментам

б. он равен нулю, если эти функции отвечают разным радиальным квантовым числам, но одинаковому моменту

в. он равен нулю, если эти функции отвечают одинаковым радиальным квантовым числам, но разным моментам

г. он равен нулю, если эти функции отвечают одинаковым радиальным квантовым числам и одинаковым моментам

4. Что такое вырождение уровней энергии частицы в центрально-симметричном поле по проекции момента?

а. совпадение проекций момента у состояний с разными энергиями

б. совпадение проекций у состояний с разными моментами

в. совпадение моментов у состояний с разными проекциями

г. совпадение энергий у состояний с разными проекциями момента

5. Что такое «случайное» вырождение уровней энергии в центрально-симметричном поле?

а. Совпадение энергий у частиц, движущихся в разных потенциалах

б. совпадение энергий у состояний с разными моментами

в. случайное столкновение частиц, имеющих одинаковые энергии

г. совпадение моментов у состояний с разными энергиями

### Вопросы к экзамену

1. Трудности классической физики при объяснении спектра излучения твердого тела. Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка.
2. Квантовая гипотеза Планка. Основы квантовой теории света. Фотоэффект. Эффект Комптона.
3. Квантовая гипотеза Планка. Давление света.
4. Модель атома Томсона. Рассеяние  $\alpha$ -частиц электроном.
5. Модель атома Томсона. Рассеяние  $\alpha$ -частиц равномерно распределенным шарообразным положительным зарядом.
6. Опыт Резерфорда. Рассеяние  $\alpha$ -частиц массивным положительным ядром атома Резерфорда.
7. Модель атома Резерфорда. Формула рассеяния Резерфорда.
8. Модель атома водорода по Бору. Гипотеза Де Бройля. Квантование радиуса орбит электрона.
9. Экспериментальные подтверждения модели атома Бора. Опыт Франка и Герца.
10. Теория Бора-Зоммерфельда. Пространственное квантование.
11. Соотношение неопределенности Гейзенберга. Объяснение соотношения неопределенности на примере дифракции электронов.
12. Соотношение неопределенности Гейзенберга. Объяснение соотношения неопределенности на основе взаимодействия микрочастицы с фотоном при измерении.
13. Волновой пакет - модель фотона. Соотношение неопределенности в волновом пакете.
14. Соотношение неопределенности Гейзенберга. Естественная ширина спектральных линий.
15. Математический аппарат квантовой механики: Операторы и их свойства.
16. Волновая функция – функция состояния. Среднее значение величины в квантовой механике.

17. Волновая функция – функция состояния. Вывод оператора проекции импульса. Оператор кинетической энергии.
18. Оператор полной энергии – гамильтониан - в квантовой механике. Стационарное и нестационарное уравнения Шредингера.
19. Основные принципы квантовой механики. Самосопряженность операторов в квантовой механике.
20. Соответствие классических и квантово-механических величин и понятий. Отношение коммутативности операторов и его физический смысл.
21. Одномерный бесконечно глубокий "потенциальный ящик". Квантование состояний и энергии.
22. Трехмерный бесконечно глубокий "потенциальный ящик". Квантование состояний и энергии.
23. Квантово-механический гармонический линейный осциллятор. Решение уравнения Шредингера.
24. Квантово-механический гармонический линейный осциллятор. Квантование энергии и состояний. Сравнение с классическим гармоническим осциллятором.
25. Преодоление микрочастицей потенциального барьера бесконечной ширины.
26. Преодоление микрочастицей потенциального барьера конечной ширины. Туннельный эффект.
27. Квантовая модель атома водорода. Уравнение Шредингера в сферической системе координат. Триада уравнений.
28. Квантовая модель атома водорода. Квантование проекции момента импульса и модуля момента импульса.
29. Атом водорода. Квантовые числа. Нормальный эффект Зеемана.
30. Многоэлектронные атомы. Спин электрона. Опыт Штерна и Герлаха. Аномальный эффект Зеемана.
31. Многоэлектронные атомы. Принцип Паули. Строение электронных оболочек атомов. Периодическая система элементов.
32. Атомные орбитали. Взаимодействие атомных орбиталей. Молекулярные орбитали на примере молекулы  $H_2O$ .
33.  $sp^3$ -гибридизация атома углерода. Молекула метана.
34.  $sp^2$ -гибридизация атома углерода. Молекула этилена.
35.  $sp$ -гибридизация атома углерода. Молекула ацетилена.

### Задания для самостоятельной работы студентов

1. Получить уравнение, определяющее энергетические уровни дискретного спектра для частицы в потенциальной яме

$$U(x) = \begin{cases} -u_0, & |x| < a \\ 0, & |x| > a \end{cases}$$

где  $u_0 > 0$ . Каково условие появления новых состояний дискретного спектра при углублении ямы? Найти энергетические уровни нижней части спектра в случае глубокой ямы  $u_0 \gg \hbar^2 / ma^2$ . Рассмотреть яму малой глубины  $u_0 \ll \hbar^2 / ma^2$ . Показать, что в такой яме имеется один уровень дискретного спектра.

2. Бесконечно глубокая яма шириной  $a$  занимает положение от  $-a/2$  до  $a/2$ . Частица находится в состоянии, в котором ее энергия может принимать значения  $E_1 = \pi^2 \hbar^2 / 2ma^2$  с вероятностью  $1/4$ ,  $E_2 = 4\pi^2 \hbar^2 / 2ma^2$  с вероятностью  $1/2$  и  $E_3 = 9\pi^2 \hbar^2 / 2ma^2$ , с вероятностью  $1/4$ . Чему равно среднее значение оператора четности в указанном состоянии? Как эта величина зависит от времени?



3. В момент времени  $t = 0$  нормированная волновая функция одномерного осциллятора имеет вид

$$\Psi(x, t = 0) = \frac{2}{\sqrt{5\pi^{1/4}}} (x + x^2) \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \quad x = \frac{x}{\sqrt{\hbar/m\omega}}$$

Какие значения может принимать энергия осциллятора в момент времени  $t$  и с какими вероятностями? Найти среднюю энергию частицы как функцию времени. Какова средняя четность указанного состояния? Как средняя четность зависит от времени?

4. В момент времени  $t = 0$  нормированная волновая функция одномерного осциллятора имеет вид

$$\Psi(x, t = 0) = \sqrt{\frac{2}{3\pi^{1/2}}} (1 - x) \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \quad x = \frac{x}{\sqrt{\hbar/m\omega}}$$

Найти среднюю координату осциллятора в этом состоянии как функцию времени. Найти также поток вероятности при  $x = 0$  как функцию времени. Дать физическую интерпретацию полученных результатов.

5. Волновая функция частицы имеет вид  $\exp(-3i\varphi)$ . Найти вероятность того, что при измерении квадрата момента импульса частицы будет обнаружены значения  $6\hbar^2$ ,  $7\hbar^2$ .

6. Частица находится в состоянии с определенными значениями  $L^2 = 2\hbar^2$  и  $L_z = \hbar$ . Какие значения проекции момента импульса на ось  $x$  можно обнаружить в результате измерений в этом состоянии и с какими вероятностями?

7. Пусть  $E_N$  значение энергии  $N$ -го уровня энергии дискретного спектра частицы в центральном поле (для основного состояния  $N = 1$ ). Какими могут быть максимально возможные значения момента частицы для состояний этого уровня? Каким может быть максимально возможное значение кратности вырождения уровня?

8. Найти энергии и волновые функции стационарных состояний частицы в бесконечно глубокой сферической потенциальной яме радиуса  $a$ , в которых момент импульса имеет значение  $l = 0$ . Получить уравнение для энергий состояний с моментом  $l = 1$ .

9. Провести классификацию пяти нижних уровней сферического осциллятора по значениям квантовых чисел  $n_r$ ,  $l$  и  $m$ , исходя только из кратности вырождения уровней

10. В начальный момент времени сферический осциллятор находится в состоянии с «декартовыми» квантовыми числами  $n_x = 1$ ,  $n_y = 2$ ,  $n_z = 3$ . Найти вероятности различных значений четности осциллятора и среднюю четность в этом состоянии. Как эта величина зависит от времени? Какие значения может принимать момент импульса осциллятора в этом состоянии?

11. Сферический осциллятор находится в стационарном состоянии с «декартовыми» квантовыми числами  $n_x = 0$ ,  $n_y = 0$ ,  $n_z = 3$ . Найти вероятности различных значений проекции момента импульса осциллятора на ось  $z$ .

12. Построить примеры волновых функций состояний свободной частицы, в которых: а) энергия частицы, квадрат ее момента импульса имеют определенные значения, а проекция момента на ось  $z$  может принимать два различных значения; б) энергия частицы, импульс и проекция момента на ось  $z$  имеют определенные значения; в) энергия частицы и проекция

момента на ось  $z$  имеют определенные значения, а импульс и квадрат момента импульса определенных значений не имеют;

13. Найти коэффициенты отражения и прохождения частицы с энергией  $E$  через прямоугольный потенциальный барьер

$$U(x) = \begin{cases} u_0, & 0 < x < a \\ 0, & x > a, \quad x < 0 \end{cases}$$

где  $u_0 > 0$ .

### Проектная деятельность

1. Создание школьных виртуальных лабораторных работ по фотоэффекту.
2. Компьютерная визуализация атомных орбиталей.
3. Компьютерное моделирование взаимодействия атомных орбиталей.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Название и выходные данные (автор, вид издания, издательство, издания, количество страниц)	Год издания	Количество экземпляров в библиотеке университета	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ	Количество студентов, использующих указанную литературу	Обеспеченность студентов литературой, %
1	2	3	4	5	6	7
<b>Основная литература</b>						
1	Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иродов И.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний.— 259 с.	2014		<a href="http://www.iprbookshop.ru/6551">http://www.iprbookshop.ru/6551</a>	15	100
2	Элементы квантовой механики и физики атомного ядра: Учебное пособие/А.Г.Браун, И.Г.Левитина - М.: НИЦ ИНФРА-М. - 84 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Обложка) ISBN 978-5-16-010384-6	2015		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=486392">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=486392</a>	15	100
3	Квантовая механика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИ-	2015		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859963">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859963</a>	15	100

	НОМ.			29892.htm 1		
4	Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике [Электронный ресурс]/ Иродов И.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний.— 215 с.	2013		<a href="http://www.iprbookshop.ru/6550">http://www.iprbookshop.ru/6550</a>	15	100
5						
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Квантовая механика. Курс лекций. [Электронный ресурс]: учебное пособие / Киселев В.В. - М.: МЦНМО. - Учебное пособие – 222 с.	2009		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940574972.htm">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940574972.htm</a> 1	15	100
2	Ведринский Р.В. Квантовая механика [Электронный ресурс]: учебник/ Ведринский Р.В.— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет.— 384 с.	2009		<a href="http://www.iprbookshop.ru/46976">http://www.iprbookshop.ru/46976</a>	15	100
3	Толмачёв В.В. Квазиклассическая и квантовая теория атома водорода [Электронный ресурс]/ Толмачёв В.В., Скрипник Ф.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований.— 132 с.	2008		<a href="http://www.iprbookshop.ru/16538">http://www.iprbookshop.ru/16538</a>	15	100
4	Краснопевцев Е.А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Краснопевцев Е.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет.— 354 с.	2010		<a href="http://www.iprbookshop.ru/45097">http://www.iprbookshop.ru/45097</a>	15	100
5	Вильф Ф.Ж. Опусы теоретической физики (Opera postuma) [Электронный	2010		<a href="http://www.iprbookshop.ru/15">http://www.iprbookshop.ru/15</a>	15	100

	ресурс]/ Вильф Ф.Ж.— Электрон. текстовые дан- ные.— М.: Когито- Центр.— 688 с.			562		

**периодические издания:**

«Земля и вселенная». М.: Наука;  
«Природа» М.: Изд. РАН;  
«Физика в школе» М.: Школьная пресса;  
«Успехи физических наук» М.: Изд. РАН;  
«Физика» М.: Первое сентября.

**программное обеспечение и Интернет-ресурсы:** CourseLab 2.7;

Открытая физика (часть I)

<http://physics.ru/courses/op25part1/content/content.html#.V80iwVuLTcs>

Открытая физика (часть II)

<http://physics.ru/courses/op25part2/content/content.html#.V80jOVuLTcs>

Физика, химия, математика студентам и школьникам

<http://www.ph4s.ru/>

Физика в анимациях

<http://physics.nad.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Лекционная аудитория с мультимедийный проектором и ПК (ауд. 236-7).
2. Препараторская для подготовки демонстрационных физических опытов (ауд. 235а-7).
3. Компьютерный класс с интерактивной доской (ауд. 121-7).
4. Лаборатория по атомной физике (ауд.119-7) с необходимым физическим оборудованием.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 44.03.05 – Педагогическое образование и профилю подготовки Физика. Математика.

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_ доц. А.В. Малеев  
Рецензент \_\_\_\_\_ директор МАО СОШ №2 А.М. Санакин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и теоретической физики

протокол № 8 от 10 марта 2016 года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Малеев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 44.03.05 – Педагогическое образование

протокол № 3 от 17 марта 2016 года.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ М.В. Артамонова

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

на 2017/18 учебный год. Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08.17 года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_


на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

на 2018/19 учебный год. Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.18 года.  
Заведующий кафедрой 

на 2019/20 учебный год. Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.19 года.  
Заведующий кафедрой 