

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**

**КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**им. В.П. Астафьева**  
(КГПУ им. В. П. Астафьева)

Кафедра физики и методики обучения физике

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**КВАНТОВАЯ ФИЗИКА**

Направление подготовки:  
44.03.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) /название программы:  
*Технология*

Квалификация (степень)  
*Бакалавр*

Красноярск 2018

Рабочая программа дисциплины «Квантовая физика»  
составлена кандидатом физико-математических наук, доцентом кафедры физики и  
методики обучения физике А. С. Чигановым

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры физики и методики  
обучения физике  
Протокол № 7 от «20» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой

Доктор педагогических наук, профессор



Тесленко В.И.

Одобрено научно-методическим советом специальности (направления подготовки)  
института математики, физики и информатики

протокол № 8 от «23» мая 2018 г.

Председатель, кандидат технических наук, доцент



Бортновский С. В

Рабочая программа дисциплины «Квантовая физика»  
составлена кандидатом физико-математических наук, доцентом кафедры физики и  
методики обучения физике А. С. Чигановым

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры физики и методики  
обучения физике

Протокол № 8 от «11» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой

Доктор педагогических наук, профессор



Тесленко В.И.

Одобрено научно-методическим советом специальности (направления подготовки)  
института математики, физики и информатики

протокол № 8 от «16» мая 2019 г.

Председатель, канд. тех. наук, доцент



Бортновский С. В

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 1. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Настоящая рабочая программа дисциплины (далее программа) разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 04 декабря 2015 г. № 1426 (зарегистрирован в Минюсте России 11 января 2016 г. № 40536), с учетом профессиональных стандартов 01.001 Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель), утвержденного приказом Минтруда России от 18.10.2013 № 544н (с изм. от 05.08.2016) (зарегистрирован в Минюсте России 06 декабря 2013 г. № 30550), 01.003 Педагог дополнительного образования детей и взрослых, утвержденного приказом Минтруда России от 08.09.2015 № 613н (зарегистрирован в Минюсте России 24 сентября 2015 г. № 38994), согласно учебного плана подготовки бакалавров по направлению 44.03.01 Педагогическое образование, профиль Физика.

Дисциплина *Б1.В.08. Квантовая физика* относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, изучается в 6 семестре (3 курс), индекс дисциплины в учебном плане *Б1.В.08*. Форма обучения – очная.

**2. Трудоемкость дисциплины** включает в себя общий объем времени, отведенный на изучение дисциплины и составляет 3,5 з. е. (126 часов). Количество часов, отведенных на контактную работу (различные формы аудиторной работы) с преподавателем составляет 46 часов, на промежуточную аттестацию 36 часов, на самостоятельную работу студента отводится 44 часа.

### 3. Цели освоения дисциплины

Целью преподавания данного курса является необходимость сформировать у обучающихся единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего нас мира природы. Создание такой картины происходит поэтапно, путем обобщения экспериментальных данных и на их основе производится построение моделей наблюдаемых явлений, со строгим обоснованием приближений и рамок, в которых эти модели действуют, умений их использовать в образовательной деятельности.

### 4. Планируемые результаты обучения.

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОК-3 – способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве;

ОПК-3 – готовность к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса;

ОПК-5 – владеть основами профессиональной этики и речевой культуры;

ПК-2 – способность использовать современные методы и технологии обучения и диагностики;

ПК-4 – способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов;

ПК-7 – способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности;

ПК-11 – готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования.

Таблица 1.  
«Планируемые результаты обучения»

Задачи освоения дисциплины	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)	Код результата обучения (компетенция)
<p>1. Знакомство с основными физическими теориями о природе квантовых явлений;</p> <p>2. Развитие познавательной потребности у студентов;</p> <p>3. Формирование способности использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и культурно-просветительской деятельности</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы науки, терминологию, историю становления;</li> <li>методы экспериментальных и теоретических исследований,</li> <li>- работы с учебной и научной литературой.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять знания для объяснения природы квантовых явлений;</li> <li>- аргументировать научную позицию при анализе псевдонаучной и лженаучной информации;</li> <li>- структурировать информацию о квантовых явлениях, используя научный метод исследования;</li> <li>- получать, хранить и перерабатывать информацию по квантовой физике с использованием информационно коммуникационных технологий и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основами квантовых явлений и наблюдений и методами исследований;</li> <li>- методикой образовательной и культурно просветительской деятельности в области квантовой физики.</li> </ul>	<p>ОК-3, ОПК-3, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-11</p>

### **5. Контроль результатов освоения дисциплины.**

Методы текущего контроля успеваемости:

- посещение занятий;
- защита решений задач;
- написание рефератов, выступление с докладами.

Форма итогового контроля по дисциплине – экзамен.

Оценочные средства результатов освоения дисциплины, критерии оценки выполнения заданий представлены в разделе «Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся».

### **6. Перечень образовательных технологий, используемых при освоении дисциплины.**

В рамках учебного процесса по дисциплине используются технологии современного традиционного обучения (лекционно-семинарская-зачетная система). Кроме того, ряд практических занятий проводится с использованием педагогических технологий на основе активизации и интенсификации деятельности учащихся (активные методы обучения).

### 3.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

#### 3.1.1. Технологическая карта обучения дисциплине

Квантовая физика

(наименование дисциплины)

Для обучающихся образовательной программы

Уровень бакалавриата, 44.03.01 Педагогическое образование

(указать уровень, код и наименование направления подготовки.)

Физика, очная форма

(указать профиль/ название программы и форму обучения)

(общая трудоемкость дисциплины 3,5 з .е.)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего часов	Аудиторных часов				Внеаудиторных часов	Формы и методы контроля
		Всего	лекций	семинаров	лабораторных работ		
<b>Раздел № 1. Фундаментальные и феноменологические теории. Модель атома водорода по Бору.</b>	<b>24</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>Защита лабораторных работ, реферат, доклад, зачет</b>
1.1. Введение. Различия фундаментальной и феноменологической теории. Пределы классической теории. Постоянная Планка.	6	4	2	-	2	2	Защита лабораторных работ
1.2. Проблемы не решенные классической физикой. Понятие абсолютно черного тела. Фотоэлектрический эффект. Стабильность и размеры атома.	10	6	2	-	4	4	Защита лабораторных работ
1.3. Модели строения атома. Атомы Томпсона и Резерфорда. Квантовые постулаты Бора. Модель стоячих волн. Уровни энергии атома водорода. Опыт Франка и Герца. Эффект Комптона.	8	4	2	-	2	4	Зачет, реферат, доклад

<b>Раздел № 2. Элементы квантовой механики.</b>	<b>26</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>Защита лабораторных работ, реферат, доклад, зачет</b>
2.1. Дифракция электронов. Волны де Бройля. Волновая функция, соотношение неопределенностей.	8	4	2	-	2	4	Защита лабораторных работ
2.2. Рассеяние $\alpha$ -частиц. Электрон внутри атома, квантовый случай. Волновой пакет.	10	6	2	-	4	4	Защита лабораторных работ
2.3. Примеры применения волновой функции. Потенциальный барьер. Туннельный эффект. Строгое решение уравнения Шредингера.	8	4	2	-	2	4	Зачет, реферат, доклад
<b>Раздел № 3. Современная модель атома.</b>	<b>40</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>Защита лабораторных работ, реферат, доклад, зачет</b>
3.1. Атом водорода. Водородоподобные атом.	10	4	2	-	2	6	Защита лабораторных работ
3.2. Спектры щелочных металлов. Спин электрона. Изотопический сдвиг.	8	4	2	-	2	4	Защита лабораторных работ
3.3. Атом во внешнем магнитном поле. Нормальный и аномальный эффект Зеемана. Полный момент импульса атома. Опыт Штерна-Герлаха. Спин электрона	12	6	2	-	4	6	Защита лабораторных работ
3.4. Много электронные атомы. Правила квантования. Заполнение уровней оболочек электронами. Естественная ширина спектральных линий. Лазер. Рентгеновские спектры.	10	4	2	-	2	6	Зачет, реферат, доклад
<b>ИТОГО</b>	<b>90</b>	<b>46</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>26</b>	<b>44</b>	
Форма итогового контроля по учебному плану	-	-	-	-	-	-	Экзамен



### 3.1.2. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

#### *Раздел № 1*

#### ***Фундаментальные и феноменологические теории. Модель атома водорода по Бору.***

1. Введение. Различия фундаментальной и феноменологической теории. Основные понятия, связанные с макро и микромиром, отличия в подходах изучения макро и микро параметров систем. Роль субъективных факторов в изучении квантовых явлений. *Пределы классической теории.* Моделирование и специфика моделирования в квантовой и атомной физике. Мостик в понимании наблюдаемых процессов при переходе от представлений классической физики к квантовым процессам, особенность квантовых явлений и полная идентичность в моделировании. *Постоянная Планка.* Константы макро и микрофизики, показывающие области применения законов (на примере релятивистской добавки в специальной теории относительности).

#### 2. Проблемы не решенные классической физикой. История появления постоянной Планка.

*Проблемы не решенные классической физикой.* Обзор состояния физической науки в начале 20 века. Торжество физики Ньютона и классической физической теории. Обманчивая понятность и ясность физической картины мира. Три отклонения от классических законов в физике начала 20 века.

*Понятие абсолютно черного тела.* Трудности в объяснении конечности температуры нагрева тел. Подходы Релея, Джинса, Стефана Больцмана и других физиков, не возможность объяснить излучение абсолютно черного тела с точки зрения классических законов. Догадка Планка и первый успех в квантовых представлениях микрофизики.

*Фотоэлектрический эффект.* Отличия классических и квантовых законов физики. Неприменимость электродинамических законов Максвелла к квантовым явлениям и микрообъектам. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, объяснение особенностей внешнего фотоэффекта, прорыв в понимании квантовых законов мира.

*Стабильность и размеры атома.* Противоречие, заложенное в электродинамике Максвелла для классических и квантовых явлений. Время жизни атомных систем и падение электрона на ядро атома. Появление во всех трех случаях новой глобальной Физической константы, постоянной Планка, ее универсальность в разграничении классических и квантовых процессов.

#### 3. Модели строения атома.

Применяемые в атомной, квантовой и ядерной физике основные константы. Атомистические представления древних ученых. Древние атомистические «наивные» атомы. Отличие атомов древнегреческих философов от современных представлений об объектах микромира. Принципиальная невозможность представления современных атомов в греческой философии. Гениальная догадка атомистов.

*Атомы Томпсона и Резерфорда.* Первые попытки моделирования атомных систем. Ошибки и трудности в модели Томпсона. Попытки объяснить противоречия модели пудинга. Линейчатые спектры излучения и поглощения атомов. Эксперименты Резерфорда и построение планетарной модели атома. Трудности в объяснении планетарной модели атома.

*Квантовые постулаты Бора.* Догадка Бора и введение им постулатов, резко отличающихся от принципов классической физики. Первый и второй постулаты Бора. Возникновение новой физической и математической картины микромира.

*Модель стоячих волн.* Связь в моделировании между атомными системами и колебаниями струны. Стоячие волны, как модель колебаний электронов в атомных системах. Влияние краевых условий на квантовые модели.

*Уровни энергии атома водорода.* Первые успехи Нильса Бора в объяснении особенностей энергетических уровней в атоме водорода. Расчет энергетических уровней и размеров атома водорода. Половинчатость модели атома водорода по Бору и ее недостатки.

*Опыт Франка и Герца.* Первое экспериментальное подтверждение квантованности энергетических уровней, первое экспериментальное доказательство справедливости квантовых представлений. Переход квантовой физики из области теоретической абстракции в практическую область.

*Эффект Комптона.* Другие экспериментальные подтверждения квантовых представлений в атоме. Новые эксперименты и области подтверждения квантовых законов микромира.

## Раздел № 2.

### **Элементы квантовой механики.**

4. Дифракция электронов. Строение атома. Принципиальная неустойчивость статистической системы электрических зарядов. Необходимость движения в модели атома и ее принципиальные трудности. Принципиальное отличие физических законов квантовых явлений от классической физики.

*Волны де Бройля.* Двойственная природа всех явлений в мире. Предложение де Бройля и его принципы представления заряженных частиц. Распространение предложения де Бройля на все макро объекты мира. Пример расчета волны де Бройля для макро частицы (показать почему волновая природа не проявляется в условиях макро тел.

*Волновая функция,* физические и математические различия в классических и квантовых представлениях. Отличие законов физики и математики для квантовых систем от классического аналога.

*Соотношение неопределенностей* и его принципиальное отличие от системы погрешностей и ошибок в определении параметров физических систем. Представление соотношения неопределенностей как произведение импульса и скорости частицы. Вывод соотношения неопределенности для энергии и времени взаимодействия систем тел.

5. Рассеяние  $\alpha$ -частиц. Опыты с золотой фольгой Резерфорда. Движение и отклонение  $\alpha$ -частиц вблизи ядра атома. Взаимодействие частиц. Траектория движения тяжелых заряженных частиц.  $\alpha$ -частицы, нейтроны и протоны в атоме. Понятие нуклонов.

*Электрон внутри атома, квантовый случай.* Электрон снаружи атома, практическое отличие спектров атома от классических представлений. Обнаружение дифракции электронов, волновые свойства электрона. Представление электрона в виде бесконечной волны. Область локализации электрона. Круговой виток тока в качестве

модели. *Волновой пакет*. Попытка совместить бесконечную локализацию электрона со здравым смыслом. Невозможность обойти соотношение неопределенностей.

6. Примеры применения волновой функции. Электрон ограниченный внешними условиями. Барьерные задачи. Электрон в ящике с бесконечными стенками и в ящике с конечной высотой стенок. Потенциальная яма параболической формы и остаточная энергия электрона на нулевом уровне. Модель гармонического осциллятора.

*Потенциальный барьер. Туннельный эффект.* Отличие математических примеров движения частиц в области потенциальных барьеров от классического случая. Вероятность проникновения электрона за потенциальный барьер в квантовом случае, примеры проницаемости барьера.

*Строгое решение уравнения Шредингера.* Вывод стационарного случая уравнения Шредингера (примеры отличия от общего случая и физические интерпретации). Задание начальных и граничных условий для возможности решения.

### Раздел № 3.

#### **Современная модель атома.**

7. Атом водорода. Водородоподобные атом. Спектральные серии (примеры серий Лаймана, Бальмера и т. д.) Признаки серии. Полярные координаты. Понятие водородоподобных атомов, отличие их от атома водорода. Общий принцип решения уравнения Шредингера для такого типа систем. Использование одной модели решения для большого класса задач. Возникновение квантованности внутри атома и сплошных спектров излучения снаружи.

8. Спектры щелочных металлов. Подобие спектра излучения и поглощения щелочных металлов водородоподобным спектрам. Представление большого центрального конгломерата частиц в виде единого центра (подобного ядру).

*Спин электрона.* Основные характеристики электронных оболочек, три квантовых числа, управляющие энергетическими уровнями атома. Органичения, накладываемые на квантовые числа и их связь между собой.

*Изотопический сдвиг.* Понятие изотопов атома водорода. Основные различия в строении изотопов. Приведенная масса ядра и модель с бесконечной массой ядра. Практические отличия спектров изотопов атома водорода. Отличие моделей с разной приведенной массой, совпадение теоретических моделей и реальных спектров.

9. Атом во внешнем магнитном поле. Магнитное квантовое число и его влияние на энергию электрона в атоме.

*Нормальный и аномальный эффект Зеемана.* Расщепление уровней энергии в случае наложения магнитного поля на атом водорода. Обнаружение Зееманом расщепления линий и теоретическое объяснение эффекта.

*Полный момент импульса атома.* Экспериментальное подтверждение квантования спектров атомов водорода в сильных магнитных полях.

*Опыт Штерна-Герлаха. Спин электрона.* Экспериментальное подтверждение наличия собственного механического момента электрона – спина.

10. Много электронные атомы.

*Правила квантования.* Принцип Паули. В квантовой системе не могут существовать электроны, у которых были бы одинаковыми все четыре квантовых числа.

*Заполнение уровней оболочек электронами.* Периодическая система элементов Д. И. Менделеева. Электронные оболочки (главное квантовое число), подоболочки, порядок заполнения электронами подоболочек.

*Естественная ширина спектральных линий.* Соотношение неопределенностей и время жизни возбужденных атомов.

*Лазер. Рентгеновские спектры.* Спектральный анализ. Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсная населенность уровней. Оптический квантовый генератор. Система накачки лазера. Применение лазера. Различные типы лазеров.

### 3.1.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Квантовая физика» изучается в течение одного (*шестого*) семестра.

Основными видами учебной деятельности при изучении данной дисциплины являются: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Таблица 2 дает представление о распределении общей трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности.

Таблица 2.

Дисциплина	Общая трудоемкость	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
		Всего	Лекции	Лабораторные работы	
Квантовая физика	90 часов (2,5 з. е.)	46 часов	20 часов	26 часов	44 часа

Лекции являются одним из основных видов учебной деятельности в вузе, на которых преподавателем излагается содержание теоретического курса дисциплины. Рекомендуется конспектировать материал лекций.

На лабораторных занятиях происходит закрепление изученного теоретического материала, изучение расширенных практических рекомендаций к выполнению лабораторных работ и формирование профессиональных умений и навыков.

Посещение студентами лекционных и лабораторных занятий является обязательным.

С содержанием лекционных и практических занятий можно познакомиться в *Рабочей программе дисциплины*, а с трудоемкостью каждой темы и практического занятия – в *Технологической карте обучения дисциплине*.

Внеаудиторная самостоятельная работа студента направлена на самостоятельное изучение рекомендованной литературы, подготовку докладов, рефератов, решение задач для самостоятельной работы, содержащихся в документе *Задачи для самостоятельного решения*.

Список основной и дополнительной литературы, рекомендованной для самостоятельного изучения по дисциплине, приведен в *Карте литературного обеспечения дисциплины*.

Темы теоретического курса, вынесенные для самостоятельного изучения, и которые могут использоваться для подготовки докладов, приведены в *Перечне вопросов для самостоятельной работы и подготовки докладов*.

Примерные темы для написания рефератов приведены в *Примерной тематике рефератов*. Реферат может быть представлен преподавателю на проверку в электронном виде.

Образовательный процесс по дисциплине организован в соответствии с модульно-рейтинговой системой подготовки студентов, принятой в университете<sup>1</sup>.

Модульно-рейтинговая системой (МРС) – система организации процесса освоения дисциплин, основанная на модульном построении учебного процесса. При этом осуществляется структурирование содержания каждой учебной дисциплины на дисциплинарные модули (разделы) и проводится регулярная оценка знаний и умений

студентов с помощью контроля результатов обучения по каждому дисциплинарному модулю (разделу) и дисциплине в целом.

Данная дисциплина состоит из четырех дисциплинарных модулей (разделов): трех базовых и одного итогового.

Базовый модуль (раздел) – это часть учебной дисциплины, содержащая ряд основных тем или разделов дисциплины. Содержание данной дисциплины разбито на 3 базовых модуля (раздела): «*Фундаментальные и феноменологические теории. Модель атома водорода по бору*», «*Элементы квантовой механики*» и «*Современная модель атома*». С содержанием учебного материала, изучаемого в каждом базовом модуле (разделе), можно познакомиться в *Рабочей программе дисциплины* и *Технологической карте обучения дисциплине*.

Итоговый модуль (раздел) – это часть учебной дисциплины, отводимая на аттестацию в целом по дисциплине.

Результаты всех видов учебной деятельности студентов оцениваются рейтинговыми баллами. Формы текущей работы и рейтинг-контроля в каждом дисциплинарном модуле (разделе), количество баллов как по дисциплине в целом, так и по отдельным формам работы и рейтинг-контроля указаны в *Технологической карте рейтинга дисциплины*. В каждом модуле (разделе) определено минимальное и максимальное количество баллов. Сумма максимальных баллов по всем модулям (разделам) равняется 100%-ному усвоению материала. Минимальное количество баллов в каждом модуле (разделе) является обязательным и не может быть заменено набором баллов в других модулях (разделах), за исключением ситуации, когда минимальное количество баллов по модулю (разделу) определено как нулевое. В этом случае модуль (раздел) является необязательным для изучения и общее количество баллов может быть набрано за счет других модулей (разделов). Дисциплинарный модуль (раздел) считается изученным, если студент набрал количество баллов в рамках установленного диапазона. Для получения оценки «зачтено» необходимо набрать не менее 60 баллов, предусмотренных по дисциплине (при условии набора всех обязательных минимальных баллов по каждому дисциплинарному модулю (разделу)).

Рейтинг по дисциплине – это интегральная оценка результатов всех видов учебной деятельности студента по дисциплине, включающей:

- рейтинг-контроль текущей работы;
- промежуточный рейтинг-контроль;
- итоговый рейтинг-контроль.

Рейтинг-контроль текущей работы выполняется в ходе аудиторных занятий по текущему базовому модулю (разделу) в следующих формах: защита решений задач, написание рефератов, выступление с докладами по темам, изучаемым самостоятельно.

Промежуточный рейтинг-контроль – это проверка полноты знаний по освоенному материалу текущего базового модуля (раздела). Он проводится в конце изучения каждого базового модуля (раздела) в форме контрольных заданий без прерывания учебного процесса по другим дисциплинам.

Итоговый рейтинг-контроль является промежуточной аттестацией по дисциплине, которая проводится в рамках итогового модуля (раздела) в форме зачета в конце семестра до начала сессии. Для подготовки к зачету используйте *Вопросы к зачету*. Зачет может проводиться в виде теста.

---

<sup>1</sup> Далее приведены выдержки и Стандарта модульно-рейтинговой системы подготовки студентов в КГПУ им. В.П. Астафьева (утвержден Ученым советом университета 28.06.2006 г., протокол № 6).

Преподаватель имеет право по своему усмотрению добавлять студенту определенное количество баллов (но не более 5 % от общего количества), в каждом дисциплинарном модуле (разделе):

- за активность на занятиях;

- за выступление с докладом на научной конференции;
- за научную публикацию;
- за иные учебные или научные достижения.

Студент, не набравший минимального количества баллов по текущей и промежуточной аттестациям в пределах первого базового модуля (раздела), допускается к изучению следующего базового модуля (раздела). Ему предоставляется возможность добора баллов в течение двух последующих недель (следующих за промежуточным рейтингом-контролем) на ликвидацию задолженностей.

Студентам, которые не смогли набрать промежуточный рейтинг или рейтинг по дисциплине в общеустановленные сроки по болезни или по другим уважительным причинам (документально подтвержденным соответствующим учреждением), директор (заместитель директора) института устанавливает индивидуальные сроки сдачи.

Если после этого срока задолженность по неуважительным причинам сохраняется, то назначается комиссия по приему академических задолженностей с обязательным участием заведующего кафедрой и директора института или его заместителя. По решению комиссии неуспевающие студенты по представлению директора института отчисляются приказом ректора из университета за невыполнение учебного графика.

В особых случаях директор института имеет право установить другие сроки ликвидации студентами академических задолженностей.

Неявка студента на итоговый или промежуточный рейтинг-контроль отмечается в рейтинг-листе записью «не явился». Если неявка произошла по уважительной причине (подтверждена документально), директор института имеет право разрешить прохождение рейтинг-контроля в другие сроки. При неуважительной причине неявки в статистических данных дирекции проставляется «0» баллов, и студент считается задолжником по данной дисциплине.

### **3.1.4. ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ**

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

### 3.2. КОМПОНЕНТЫ МОНИТОРИНГА УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РЕЙТИНГА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины	Направление подготовки и уровень образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура) Название программы / профиля	Количество зачетных единиц
Квантовая физика	Бакалавриат, 44.03.01 Педагогическое образование /Физика	2,5
Смежные дисциплины по учебному плану		
Предшествующие: Математика, Информатика, Механика, Электродинамика, Оптика		
Последующие: Молекулярная физика, Основы теоретической физики (физика твердого тела, физика ядра и элементарных частиц)		

БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 1			
<i>«Фундаментальные и феноменологические теории. Модель атома водорода по Бору»</i>			
Текущая работа	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
	Посещаемость занятий (1 занятие – 1 балл)	6	7
	Самостоятельное решение задач	2	4
	Контрольная работа	1	3
Промежуточный рейтинг-контроль	Защита лабораторных работ (1 работа - 4 балла)	8	12
Итого		<b>17</b>	<b>26</b>

БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 2			
<i>«Элементы квантовой механики»</i>			
	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
Текущая работа	Посещаемость занятий (1 занятие – 1 балл)	5	7
	Самостоятельное решение задач	2	4
	Контрольная работа	1	3
Промежуточный рейтинг-контроль	Защита лабораторных работ (1 работа -4 балла)	12	12
Итого		<b>20</b>	<b>26</b>



БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 3 «Современная модель атома»			
	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
Текущая работа	Посещаемость занятий (1 занятие – 1 балл)	8	9
	Самостоятельное решение задач	2	4
	Контрольная работа	1	3
Промежуточный рейтинг-контроль	Защита лабораторных работ (1 работа -4 балла)	12	12
Итого		<b>23</b>	<b>28</b>


ИТОГОВЫЙ РАЗДЕЛ			
Содержание	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
	Экзамен	0	20
Итого		<b>0</b>	<b>20</b>
Общее количество баллов по дисциплине		min	max
		<b>60</b>	<b>100</b>


\* Для получения оценки «зачтено» необходимо набрать не менее 60 баллов, предусмотренных по дисциплине (при условии набора всех обязательных минимальных баллов по каждому дисциплинарному модулю).

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Красноярский государственный педагогический университет  
им. В.П. Астафьева»  
Институт/факультет/департамент Институт математики, физики, информатики  
(наименование института/факультета)  
Кафедра-разработчик кафедра физики и методики обучения физике  
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕНО  
на заседании кафедры  
Протокол № 7 от «20» мая 2018 г.

ОДОБРЕНО  
на заседании научно-методического совета  
специальности (направления подготовки)  
Протокол № 8 от «23» мая 2018 г.

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
Для проведения текущего контроля  
и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине Квантовая физика  
(наименование дисциплины/модуля/вида практики)  
44.03.01 Педагогическое образование  
(код и наименование направления подготовки)  
**Физика**  
(направленность (профиль) образовательной программы)  
**Бакалавр**  
(квалификация (степень) выпускника)

Составитель: (ФИО, должность) Чиганов А. С., кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры физики и методики обучения физике

## 1. Назначение фонда оценочных средств

### 1.1. Целью создания ФОС дисциплины *Астрономия*

является установление соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям основной профессиональной образовательной программы, рабочей программы дисциплины.

### 1.2. ФОС разработан на основании нормативных документов:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки *44.03.01 Педагогическое образование (уровень бакалавриата)*;

- образовательной программы высшего образования по направлению подготовки *44.03.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) Физика (уровень бакалавриата)*;

- Положения о формировании фонда оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева».

## 2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе изучения дисциплины

### 2.1. Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины:

ОК-3 – способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве;

ОПК-3 – готовность к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса;

ОПК-5 – владеть основами профессиональной этики и речевой культуры;

ПК-2 – способность использовать современные методы и технологии обучения и диагностики;

ПК-4 – способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов;

ПК-7 – способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности;

ПК-11 – готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования.

### 2.2. Этапы формирования и оценивания компетенций

Компетенция	Дисциплины, практики, участвующие в формировании компетенций	Тип контроля	Оценочные средства/КИМы	
ОК-3 – способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в	Информационная культура и технологии в образовании Естественнонаучная картина мира Основы математической	текущий контроль	Номер 5.1	Форма Лабораторные работы
		промежуточная аттестация	5.2	Экзамен

<p>современном информационном пространстве</p>	<p>обработки информации Вводный курс физики Механика Электричество и магнетизм Электродинамика Оптика Квантовая физика Молекулярная физика Алгебра и геометрия История физики Нобелевские лауреаты в области физики Практикум по решению физических задач (методика обучения) Практикум по решению олимпиадных физических задач Частные вопросы методики обучения физике Дополнительные главы теории и методики обучения физике Электротехника Основы силовой электроэнергетики Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические закономерности в физике Радиотехника Электроника Компьютерное моделирование физических явлений Компьютерное моделирование физических процессов Элементарные основы физики Элементарная физика Математическая физика Математические методы физики Фундаментальные взаимодействия Фундаментальная физика Астрономия Астрофизика</p>			
--	---	--	--	--

	<p>Учебный физический эксперимент  Техника школьного физического эксперимента  Имитационное моделирование процессов  Программирование виртуальных приборов  Учебная практика.  Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности  Производственная практика. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности  Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы  Педагогическая практика интерна  Методика обучения и воспитания по профилю физика</p>			
ОПК-3 – готовность к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса	Психология Основы научной деятельности студента Вводный курс физики Механика Электричество и магнетизм Электродинамика Оптика Квантовая физика Молекулярная физика Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические закономерности в физике Элементарные основы физики	текущий контроль	5.1	Лабораторные работы
		промежуточная аттестация	5.2	Экзамен

	<p>Элементарная физика  Фундаментальные взаимодействия  Фундаментальная физика  Астрономия  Астрофизика  Производственная практика. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности  Производственная практика.  Преддипломная практика  Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы  Педагогическая практика интерна  Методика обучения и воспитания по профилю физика</p>			
ОПК-5 – владеть основами профессиональной этики и речевой культуры	<p>Компьютерное моделирование физических явлений  Компьютерное моделирование физических процессов  Элементарные основы физики  Элементарная физика  Фундаментальные взаимодействия  Фундаментальная физика  Астрономия  Астрофизика  Учебный физический эксперимент  Техника школьного физического эксперимента  Имитационное моделирование процессов  Программирование виртуальных приборов  Учебная практика.</p>	текущий контроль	5.1	Лабораторные работы
		промежуточная аттестация	5.2	Экзамен

	<p>Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности</p> <p>Производственная практика.</p> <p>Преддипломная практика</p> <p>Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы</p> <p>Методика обучения и воспитания по профилю физика</p>			
ПК-2 – способность использовать современные методы и технологии обучения и диагностики	<p>Психология</p> <p>Педагогика</p> <p>Основы научной деятельности студента</p> <p>Современные технологии инклюзивного образования</p> <p>Вводный курс физики</p> <p>Механика</p> <p>Электричество и магнетизм</p> <p>Электродинамика</p> <p>Оптика</p> <p>Квантовая физика</p> <p>Молекулярная физика</p> <p>Математический анализ</p> <p>Практикум по решению физических задач (методика обучения)</p> <p>Практикум по решению олимпиадных физических задач</p> <p>Электротехника</p> <p>Основы силовой электроэнергетики</p> <p>Классическая механика</p> <p>Аналитическая механика</p> <p>Статистическая физика</p> <p>Статистические закономерности в физике</p> <p>Радиотехника</p> <p>Электроника</p> <p>Компьютерное</p>	текущий контроль	5.1	Лабораторные работы
		промежуточная аттестация	5.2	Экзамен

	<p>         моделирование физических явлений          Компьютерное моделирование физических процессов          Элементарные основы физики          Элементарная физика          Математическая физика          Математические методы физики          Фундаментальные взаимодействия          Фундаментальная физика          Астрономия          Астрофизика          Элективная дисциплина по общей физической подготовке          Элективная дисциплина по подвижным и спортивным играм          Элективная дисциплина по физической культуре для обучающихся с ОВЗ и инвалидов          Учебная практика. Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности          Производственная практика. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности          Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы          Педагогическая практика интерна          Методика обучения и воспитания по профилю физика       </p>			
--	--	--	--	--



ПК-4 – способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов	Педагогика	текущий контроль	5.1	Лабораторные работы
	Проектирование индивидуальных образовательных маршрутов детей с ОВЗ Вводный курс физики Механика Электричество и магнетизм Электродинамика Оптика Квантовая физика Молекулярная физика Алгебра и геометрия История физики Нобелевские лауреаты в области физики Практикум по решению физических задач (методика обучения) Практикум по решению олимпиадных физических задач Частные вопросы методики обучения физике Дополнительные главы теории и методики обучения физике Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические закономерности в физике Элементарные основы физики Элементарная физика Фундаментальные взаимодействия Фундаментальная физика Астрономия Астрофизика Учебный физический эксперимент Техника школьного физического эксперимента Классное руководство Классный руководитель Учебная практика. Практика по получению первичных	промежуточная аттестация	5.2	Экзамен

	<p>профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности</p> <p>Производственная практика. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности</p> <p>Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы</p> <p>Педагогическая практика интерна</p> <p>Методика обучения и воспитания по профилю физика</p>			
<p>ПК-7 – способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности</p>	<p>Педагогика</p> <p>Вводный курс физики</p> <p>Механика</p> <p>Электричество и магнетизм</p> <p>Электродинамика</p> <p>Оптика</p> <p>Квантовая физика</p> <p>Молекулярная физика</p> <p>Алгебра и геометрия</p> <p>Практикум по решению физических задач (методика обучения)</p> <p>Практикум по решению олимпиадных физических задач</p> <p>Электротехника</p> <p>Основы силовой электроэнергетики</p> <p>Классическая механика</p> <p>Аналитическая механика</p> <p>Статистическая физика</p> <p>Статистические закономерности в физике</p> <p>Радиотехника</p> <p>Электроника</p> <p>Компьютерное моделирование физических явлений</p> <p>Компьютерное моделирование</p>	<p>текущий контроль</p>	<p>5.1</p>	<p>Лабораторные работы</p>
		<p>промежуточная аттестация</p>	<p>5.2</p>	<p>Экзамен</p>

	<p>физических процессов  Элементарные основы физики  Элементарная физика  Фундаментальные взаимодействия  Фундаментальная физика  Астрономия  Астрофизика  Учебная практика.  Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности  Производственная практика. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности  Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы  Педагогическая практика интерна  Методика обучения и воспитания по профилю физика  Основы вожатской деятельности</p>			
<p>ПК-11 – готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования</p>	<p>Основы научной деятельности студента  Вводный курс физики  Языки и методы программирования  Механика  Электричество и магнетизм  Электродинамика  Оптика  Квантовая физика  Молекулярная физика  История физики  Нобелевские лауреаты в области физики  Электротехника</p>	текущий контроль	5.1	Лабораторные работы
		промежуточная аттестация	5.2	Экзамен

	<p>         Основы силовой электроэнергетики          Классическая механика          Аналитическая механика          Статистическая физика          Статистические закономерности в физике          Радиотехника          Электроника          Компьютерное моделирование физических явлений          Компьютерное моделирование физических процессов          Элементарные основы физики          Элементарная физика          Математическая физика          Математические методы физики          Численные методы в физике          Численное решение физических задач          Фундаментальные взаимодействия          Фундаментальная физика          Астрономия          Астрофизика          Имитационное моделирование процессов          Программирование виртуальных приборов          Учебная практика. промежуточная аттестация          5.5          Тест 30          Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности          Производственная практика. Практика по получению профессиональных       </p>			
--	---	--	--	--

	умений и опыта профессиональной деятельности Производственная практика. Преддипломная практика Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы Педагогическая практика интерна Методика обучения и воспитания по профилю физика			
--	---	--	--	--

### 3. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

3.1. Фонды оценочных средств включают: *Вопросы и задачи к экзамену.*

3.2. Оценочные средства

3.2.1. Оценочное средство *Вопросы и задачи к экзамену*

Критерии оценивания по оценочному средству *Вопросы и задачи к экзамену*

Формируемые компетенции	Высокий уровень сформированности компетенций (87-100 баллов) отлично	Продвинутое уровень сформированности компетенций (73-86 баллов) хорошо	Базовый уровень сформированности компетенций (58-72 балла) удовлетворительно
ОК-3, ОПК-3, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-11	<p>Ответ на вопрос полный, правильный, показывает, что обучающийся правильно и исчерпывающе раскрывает содержание вопроса, конкретизирует его фактическим материалом. Задача решена верно без консультации преподавателя.</p>	<p>Ответ на вопрос удовлетворяет уже названным требованиям, но есть неточности в изложении фактов, определении понятий, объяснении взаимосвязей. Однако, обучающийся может легко устранить неточности по дополнительным и наводящим вопросам преподавателя. Задача решена верно без помощи преподавателя. ИЛИ ответ на вопрос полный, правильный, но задачу удалось решить только после консультации преподавателя.</p>	<p>Ответ на вопрос в целом правильный, но нечетко формулируются понятия, имеют место затруднения в самостоятельном объяснении взаимосвязей, непоследовательно излагается материал. Задача решена только после консультации с преподавателем.</p>

\* Менее 60 баллов – компетенция не сформирована.

#### 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости

4.1. Фонды оценочных средств включают: *Задачи для самостоятельного решения, Темы и задания для лабораторных работ, контрольные работы.*

4.2.1. Критерии оценивания по оценочному средству *Задачи для самостоятельного решения.*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Задача решена полностью без консультации с преподавателем	4
Задача решена полностью после консультации с преподавателем	2
Задача решена неверно	0

4.2.2. Критерии оценивания по оценочному средству *Темы и задания для лабораторных работ.*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Выполнение 7 лабораторных работ	1
Оформлен отчет по 7 лабораторным работам	1
Защита отчета по 7 лабораторным работам	2
Максимальный балл	4

4.2.3. Оценочное средство *Контрольная работа по модулям;*

Критерии оценивания по оценочному средству – *контрольная работа по разделам.*

*РАЗДЕЛ № 1. «Фундаментальные и феноменологические теории. Модель атома водорода по Бору»*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Верное решение 60-72 % задач	1
Верное развернутое решение 73-86 % задач	2
Верное развернутое решение 87-100 % задач	3
Максимальный балл	3

*РАЗДЕЛ № 2. «Элементы квантовой механики»*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Верное решение 60-72 % задач	1
Верное развернутое решение 73-86 % задач	2
Верное развернутое решение 87-100 % задач	3
Максимальный балл	3

*РАЗДЕЛ № 3. «Современная модель атома»*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Верное решение 60-72 % задач	1
Верное развернутое решение 73-86 % задач	2
Верное развернутое решение 87-100 % задач	3
Максимальный балл	3

## 5. Оценочные средства для промежуточной аттестации

### 5.1. Типовые вопросы к экзамену:

Квантовая и классическая физика, различия. Фундаментальные и феноменологические теории. Атомы и элементарные частицы, отличие элементарных частиц от обычных частиц. Теория бесконечной делимости вещества и ее несостоятельность. Основные физические константы классической физики. Открытие постоянной Планка. Проблемы не разрешенные классической физикой. *(раскрыть суть проблемы, показать ее неразрешимость классической физикой)*.

Термодинамическая шкала. Связь температуры и средней кинетической энергии. Постоянная Больцмана, универсальная газовая постоянная. Температура с точки зрения микрофизики, основные экспериментальные результаты. Абсолютно черное и белое тело *(определения)*. Серое тело. Равновесное излучение. Законы теплового излучения.

Модель абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина. Закон излучения Планка. *(выводы законов с доказательством)* Ультрафиолетовая катастрофа.

Фотоэлектрический эффект, проблемы фотоэффекта не объясненные классической теорией. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Скорость и кинетическая энергия фотоэлектронов. Красная граница фотоэффекта, работа выхода. Определение постоянной Планка *(рассмотреть зависимость запирающего напряжения от частоты)*.

Единицы и физические константы. Атомная масса. Массовое число. Атомные единицы массы. Электрон – вольт. *(перевод а. е. м. в эВ)*. Основные физические константы атомной физики.

Проблема стабильности и размера атома. Модели атома Томсона и Резерфорда. Планетарная модель атома. Рассеяние  $\alpha$ -частиц. Модель атома водорода по Бору. Трудности теории Бора.

Схема уровней энергии водородоподобного атома. Линейчатые спектры. Комбинационный принцип Ритца. Упругие и неупругие столкновения электрона с атомом.

Эксперименты, подтверждающие существование уровней энергии *(подробно опыт Франка-Герца, опора на лабораторную работу, потенциал ионизации)*. Спектры испускания и поглощения атомарного газа.

Ионизация атома. Дискретные уровни и область непрерывного спектра атома (опора на работу Франка и Герца).

Линейчатые спектры. Постулаты бора. Серия Бальмера и другие серии. Постоянная Ридбергера *(разные значения Ридберга, показать на примерах модели со смещенным центром масс, изотопический сдвиг)*.

Теоретическое объяснение спектра атома водорода. Экспериментальное подтверждение теории Бора. опыты Франка и Герца *(опора на лабораторную работу Опыт Франка и Герца и ее результаты, тонкая структура, потенциал ионизации нейтрального атома)*.

Опыты Комптона, комптоновское смещение. Прямое доказательство квантовой природы излучения, комптоновская длина волны. Квантовая теория эффекта Комптона *(рассмотреть хотя бы самый простой случай центрального соударения)*.

Опыты Девиссона и Джермера. Опыты Томсона. Дифракция электронов. Гипотеза де Бройля. Волновые свойства частиц. Свойства волн де Бройля.

Среднее значение. Плотность вероятности. Операторы. Собственные состояния. Уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для отдельной частицы.

Электрон в «ящике», одномерный гармонический осциллятор. Квантование энергии.  $\psi$ -функция и вероятность нахождения частицы. Принцип соответствия.

Частица за потенциальным барьером. Туннельный эффект, проницаемость барьера для квантового случая *(рассмотреть переход от прямоугольного барьера к треугольному)*.

Водородоподобные атомы. Расчет энергетических уровней. Экспериментальные исследования. Потенциалы возбуждения и ионизации (*опора на лабораторную работу Опыт Франка и Герца*).

Спектры водородоподобных атомов. Теоретическое и экспериментальное значение постоянной Ридбергера. Поправка постоянной Ридбергера, связанная с ядром бесконечной массы. Изотопический сдвиг.

Многоэлектронные атомы, Принцип Паули, электронные оболочки. Периодическая система Менделеева. Естественная ширина спектральных линий. Соотношение неопределенностей и время жизни возбужденных атомов.

Строгое решение уравнения Шредингера.

## 5.2. Типовые задачи к экзамену.

Для наблюдения эффекта Зеемана кальциевая дуга помещена в магнитное поле напряженностью 20000 Э и рассматривается спектральная линия 4226.7 А. Вычислить разность длин волн для смещенной и несмещенной компонент.

При каком запирающем потенциале прекратится эмиссия фотоэлектронов с цезиевого катода, освещаемого красным светом с длиной волны 600 нм?

Рассмотрим электрическую цепь, состоящую из конденсатора емкости 100 пф и катушки индуктивности 0,1 мГн. Допустим, что амплитуда напряжения электрических колебаний равна 1 мВ. Оцените величину «естественной» переменной с размерностью действия и сравните ее с постоянной Планка.

Определите радиус первой Боровской орбиты и скорость электрона на ней.

Атомарный водород освещается ультрафиолетовым излучением с длиной волны  $\lambda = 1000 \text{ \AA}$ . Определите длины волн линий появившихся в спектре водорода при его излучении.

Определите пределы, в которых находится энергия фотонов, соответствующих видимой части спектра.

Какой скоростью должен обладать электрон, чтобы иметь такой же импульс, как и фотон с длиной волны 0.1 нм?

Электрон, движущийся со скоростью 5000 км/с, попадает в однородное ускоряющее электрическое поле напряженностью 10 В/см. Какое расстояние должен пройти электрон в поле, чтобы длина волны де Бройля стала равной  $10^{-10}$  м.

Точечный источник света мощностью  $P_0=100$  Вт испускает свет с длиной волны  $\lambda=400$  нм. На каком максимальном расстоянии этот источник будет замечен человеком, если глаз воспринимает свет при условии, что на сетчатку попадает  $n=60$  фотонов в секунду? Диаметр зрачка  $d=0,5$  см.

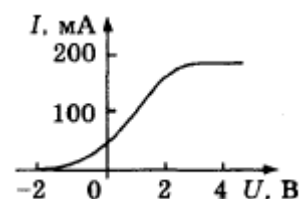
Точечный источник света мощностью  $P_0=100$  Вт испускает свет с длиной волны  $\lambda=400$  нм. На каком максимальном расстоянии этот источник будет замечен человеком, если глаз воспринимает свет при условии, что на сетчатку попадает  $n=60$  фотонов в секунду? Диаметр зрачка  $d=0,5$  см.

Какова ширина одномерной потенциальной ямы с бесконечно высокими стенками, если при переходе электрона со второго квантового уровня на первый излучается энергия 1 эВ?

Сравните длины волн де Бройля для электрона и шарика массой 0.1 г, имеющих одинаковые скорости.

Используя вольт-амперную характеристику некоторого вакуумного фотоэлемента (см. рисунок), найти работу выхода электрона из катода. Катод освещают светом с длиной волны  $\lambda=3,3 \cdot 10^{-7}$  м.

На металлическую пластину, красная граница фотоэффекта для которой  $\lambda_0 = 0,5$  мкм, падает фотон с длиной волны  $\lambda = 0,4$  мкм. Во сколько раз скорость фотона больше скорости фотоэлектронов?





Плотность вольфрама равна  $19,1 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Относительная атомная масса вольфрама 184 а. е. м. Определите характерный размер атома вольфрама (считая атом шариком), и массу одного атома вольфрама.

Лампочка карманного фонаря потребляет мощность 1 Вт. Приняв, что эта мощность рассеивается во всех направлениях в виде излучения и что длина волны, соответствующая средне частоте равна 1 мкм, определите число фотонов, падающих на 1 кв.см. площадки, поставленной перпендикулярно к лучам на расстоянии 10 км, в течении 1 с.

Определите наибольшую длину световой волны, при которой еще может иметь место фотоэффект: для платины, для цезия.

Изобразите в масштабе схему уровней атома водорода. Указать на ней переходы, дающие серии Лаймана, Бальмера, Пашена.

Цезиевый катод фотоэлемента освещают светом натриевой лампы с длиной волны  $\lambda=600 \text{ нм}$  Определить скорость вырываемых из катода фотоэлектронов, если красная граница фотоэффекта для цезия  $\lambda_0=650 \text{ нм}$ .

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

### **6.1. Темы и задания для лабораторных работ:**

#### **РАБОТА 1. ИЗУЧЕНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ АБСОЛЮТНО ЧЕРНОГО ТЕЛА (ПРОВЕРКА ЗАКОНА СТЕФАНА-БОЛЬЦМАНА).**

1. Построить график логарифма интенсивности излучения энергии от логарифма температуры.
2. Исследовать зависимость интенсивности излучения тела от его температуры.

#### **РАБОТА 2. ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРА АТОМА ВОДОРОДА.**

1. Наблюдение видимого спектра излучения атома водорода.
2. Изучение спектральных закономерностей на основе виртуальной модели.

#### **РАБОТА 3. ИЗУЧЕНИЕ ВНЕШНЕГО ФОТОЭФФЕКТА.**

1. Исследование зависимости фототока от разности потенциалов и длины волны облучаемого света.
2. Определение постоянной Планка по зависимости запирающего напряжения от частоты.

#### **РАБОТА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗОНАНСНОГО ПОТЕНЦИАЛА МЕТОДОМ ФРАНКА И ГЕРЦА.**

1. Экспериментально измерить потенциал ионизации инертного газа.
2. Определить инертный газ.

#### **РАБОТА 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ГАММА-КВАНТОВ С ПОМОЩЬЮ СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО СПЕКТРОМЕТРА.**

1. Изучить работу сцинтилляционного счетчика.
2. Исследовать энергетический спектр  $\gamma$ -квантов фонового излучения.

#### **РАБОТА 6. ИССЛЕДОВАНИЕ КРИВОЙ ПОГЛОЩЕНИЯ И УГЛОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ.**

1. Исследовать зависимость величины поглощения космического излучения от толщины поглощающего материала.
2. Изучить угловое распределение космических лучей.

#### **РАБОТА 7. ЭФФЕКТ ХОЛЛА В ПОЛУПРОВОДНИКАХ.**

1. Исследовать эффект холла в германии.
2. Определить постоянную Холла.

#### **РАБОТА 8. ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И ПОЛУПРОВОДНИКОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ.**

1. Изучить зависимость электрического сопротивления проводников и полупроводников от температуры.
2. Вычислить температурные коэффициенты и энергию активации.

РАБОТА 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ  $\alpha$ -ЧАСТИЦ И ДЛИНЫ ИХ ПРОБЕГА В ВОЗДУХЕ.

1. Определить длину пробега  $\alpha$ -частиц.
2. Вычислить среднюю энергию  $\alpha$ -частиц.

РАБОТА 10. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА  $\beta$ -ЧАСТИЦ ПО ДЛИНЕ ПРОБЕГА В МЕТАЛЛЕ.

1. Изучение энергетического спектра  $\beta$ -излучения.
2. Исследование длины и пробега  $\beta$ -излучения в металле.

6.2. Требования к оформлению отчета по лабораторным работам.

Отчет должен содержать следующие измеренные данные, результаты их обработки и анализа:

1. Расчетные формулы.
2. Схема измерительной установки. Обозначения.
3. Вывод расчетной формулы.
4. Результаты измерений.
5. Результаты вычислений.
6. Результаты измерений и вычислений должны быть сведены в таблицу.
7. Обсуждение и сравнение полученных результатов.
8. Оценка точности полученных результатов.
9. Выводы.
10. Список литературы.

6.3. Задачи для самостоятельного решения.

1. Рассмотрим электрическую цепь, состоящую из конденсатора емкости 50 пф и катушки индуктивности 0,2 мГн. Допустим, что амплитуда напряжения электрических колебаний равна 1 мВ. Оцените величину «естественной» переменной с размерностью действия и сравните ее с постоянной Планка.

2. Плотность молибдена равна  $10,2 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Относительная атомная масса молибдена 96 а. е. м. Определите характерный размер атома молибдена (считая атом шариком), и массу одного атома молибдена.

3. Антенна радиостанции излучает радиоволны на частоте 2 МГц при мощности 1 кВт. Чему равно число фотонов, испускаемых за 1 с?

4. Вычислите число фотонов, испущенных за 1 с источником с силой света 1 кд. Испускается желтый свет с длиной волны 5600 А. Мощность источника с силой света 1 кд близка к 0,01 Вт. Источник света изотропен, а наблюдатель удален на расстояние 200 м. Вычислите число фотонов, попадающих в глаз наблюдателя за 1 с, если диаметр входного зрачка глаза равен 4 мм.

5. Точечный источник света мощностью  $P_0=10$  Вт испускает свет с длиной волны  $\lambda=500$  нм. На каком максимальном расстоянии этот источник будет замечен человеком, если глаз воспринимает свет при условии, что на сетчатку попадает  $n=60$  фотонов в секунду? Диаметр зрачка  $d=0,5$  см.

6. Радиопередатчик мощностью  $P=1$  МВт излучает на частоте  $\nu=1$  МГц. Какова энергия в электрон-вольтах каждого излучаемого кванта? Сколько квантов излучается за каждый период колебаний электромагнитного поля?

7. Красная граница вольфрама равна 2300 А. Определите энергию электронов, вырываемых из поверхности ультрафиолетовым светом с длиной волны 1800 А.

8. Вычислите радиус первой боровской круговой орбиты электрона в атоме водорода и скорость движения электрона по этой орбите.

9. Длина волны видимого света лежит в интервале от 0.4 мкм до 0.75 мкм. В каком интервале заключены энергии квантов видимого света?

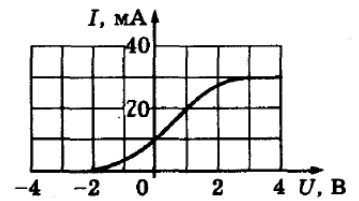
10. При освещении медной поверхности излучением ртутной дуги с длиной волны  $\lambda=2537\text{А}$  величина задерживающего потенциала оказалась равной 0,24 вольта.

а) Определите красную границу для меди.

б) Используя полученные значения, определите работу, совершаемую электроном при выходе с поверхности меди.

11. Катод фотоэлемента освещают светом с длиной волны  $\lambda=5000\text{ А}$ . Мощность излучения, падающего на катод  $P=30\text{ мВт}$ . При этом в цепи фотоэлемента сила тока  $I = 1\text{ мА}$ . Найти отношение числа падающих фотонов к числу выбитых фотоэлектронов.

12. При освещении фотоэлемента светом с длиной волны  $\lambda=1,8\cdot 10^{-7}\text{ м}$  получили вольт-амперную характеристику, показанную на рисунке. Пользуясь вольт-амперной характеристикой, определить работу выхода электронов из фотокатода; число электронов, выбиваемых из фотокатода в единицу времени.



13. Эффект Зеемана. Между полюсами электромагнита помещена кальциевая дуга. Линия  $\lambda = 4226,7\text{А}$  испытывает нормальный эффект Зеемана в поле 30 тыс. эрстед. Подсчитайте:

а) разность частот смещенной и несмещенной составляющих;

б) разность в длинах волн этих составляющих.

14. Какой скоростью должен обладать электрон, чтобы иметь такой же импульс, как и фотон с длиной волны 0.1 нм?

15. Рассеяние рентгеновского излучения с длиной волны  $0,24\cdot 10^{-2}\text{ нм}$  на электронах наблюдается под углом  $30^\circ$ . Найти длину волны рассеянных под этим углом фотонов и угол рассеяния электронов отдачи.

16. Электрон разогнали в электрическом поле при напряжении 30 В, Найдите длину волны де Бройля этого электрона.

17. Одномерное движение частицы в потенциальной яме. Расстояние между стенками ямы равно  $a$  и стенки ямы бесконечно высокие: внутри ямы  $U=0$ , а за ее пределами  $U=\infty$ .

18. Угол рассеяния фотона в эффекте Комптона  $\Theta=90^\circ$ , угол отдачи электрона  $\varphi=30^\circ$ . Определите энергию фотона до рассеяния.

19. **Атом водорода по Бору.** Вычислите радиус первой боровской круговой орбиты электрона в атоме водорода и скорость движения электрона по этой орбите.

20. **Закон Стефана-Больцмана.** Получите закон Стефана-Больцмана из формулы Планка.

21. **Закон смещения Вина.** Получите закон смещения Вина из формулы Планка.

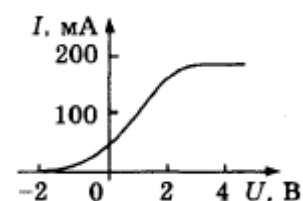
22. **Дискретность уровней.** Учитывая тот факт, что орбитальный момент частицы может принимать значения только  $L = nhv$  ( $n$ -целое число), вычислите энергетический

спектр электрона в потенциальной яме гиперболической формы -  $U \sim -\frac{1}{r}$  (легкие атомы) и размеры области локализации.

23. **Дискретность уровней.** Учитывая тот факт, что орбитальный момент частицы может принимать значения только  $L = nhv$  ( $n$ -целое число), вычислите энергетический спектр электрона в потенциальной яме параболической формы -  $U \sim \frac{kr^2}{2}$  (гармонический квантовый осциллятор) и размеры области локализации.
24. **Барьерная задача.** Найти пространственное распределение волновой функции прямолинейно равномерно двигающейся частицы с энергией  $E$  при наскоке ее на потенциальный барьер высоты  $U_0$  и конечной длины  $b$ . Рассмотреть случай  $E < U_0$ .

#### 6.4. Типовые задачи для контрольных работ.

1. Рассмотрим электрическую цепь, состоящую из конденсатора емкости 10 пф и катушки индуктивности 0,1 мГн. Допустим, что амплитуда напряжения электрических колебаний равна 10 мкВ. Оцените величину «естественной» переменной с размерностью действия и сравните ее с постоянной Планка.
2. Плотность вольфрама равна  $19,1 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Относительная атомная масса вольфрама 184 а. е. м. Определите характерный размер атома вольфрама (считая атом шариком), и массу одного атома вольфрама.
3. Сколько фотонов ежесекундно испускает нить электрической лампы полезной мощности  $P=1$  Вт, если длина волны излучения, соответствующей средней энергии фотона,  $\lambda=1$  мкм?
4. Точечный источник света мощностью  $P_0=100$  Вт испускает свет с длиной волны  $\lambda=400$  нм. На каком максимальном расстоянии этот источник будет замечен человеком, если глаз воспринимает свет при условии, что на сетчатку попадает  $n=60$  фотонов в секунду? Диаметр зрачка  $d=0,5$  см.
5. Чувствительность сетчатки глаза к желтому свету с длиной волны  $\lambda=600$  нм составляет  $P=1,7 \times 10^{-18}$  Вт. Сколько фотонов должно падать ежесекундно на сетчатку, чтобы свет был воспринят?
6. На металлическую пластину, красная граница фотоэффекта для которой  $\lambda_0 = 0,5$  мкм, падает фотон с длиной волны  $\lambda = 0,4$  мкм. Во сколько раз скорость фотона больше скорости фотоэлектронов?
7. Цинковую пластинку освещают ультрафиолетовым светом с длиной волны  $\lambda=300$  нм. На какое максимальное расстояние от пластинки может удалиться фотоэлектрон, если вне пластинки создано задерживающее электрическое поле с напряженностью  $E=10$  В/см?
8. Цезиевый катод фотоэлемента освещают светом натриевой лампы с длиной волны  $\lambda=600$  нм. Определить скорость вырываемых из катода фотоэлектронов, если красная граница фотоэффекта для цезия  $\lambda_0=650$  нм.
9. Вольфрамовую пластину освещают светом с длиной волны  $\lambda=2000$  А. Найти максимальный импульс вылетающих из пластины электронов.



10. Используя вольт-амперную характеристику некоторого вакуумного фотоэлемента (см. рисунок), найти работу выхода электрона из катода. Катод освещают светом с длиной волны  $\lambda=3,3 \cdot 10^{-7}$  м.

1. Эффект Зеемана. Между полюсами электромагнита помещена кальциевая дуга. Линия  $\lambda = 4226,7 \text{ \AA}$  испытывает нормальный эффект Зеемана в поле 30 тыс. эрстед. Подсчитайте:
  - а) разность частот смещенной и несмещенной составляющих;
  - б) разность в длинах волн этих составляющих.
2. Какой скоростью должен обладать электрон, чтобы иметь такой же импульс, как и фотон с длиной волны 0.1 нм?
3. Одномерное движение частицы в потенциальной яме. Расстояние между стенками ямы равно  $a$  и стенки ямы бесконечно высокие: внутри ямы  $U=0$ , а за ее пределами  $U=\infty$ . Вычислить энергетический спектр электрона.
4. Угол рассеяния фотона в эффекте Комптона  $\Theta=90^\circ$ , угол отдачи электрона  $\varphi=30^\circ$ . Определите энергию фотона до рассеяния.
5. Учитывая тот факт, что орбитальный момент частицы может принимать значения только  $L = n\hbar$  ( $n$ -целое число), вычислите энергетический спектр электрона в потенциальной яме параболической формы -  $U \sim \frac{kr^2}{2}$  (гармонический квантовый осциллятор).

## 7. Анализ результатов обучения и перечень корректирующих мероприятий по дисциплине «Квантовая физика».

7.1. Для обучающихся по программе бакалавриата 44.03.01 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль «Физика» по очной форме обучения, для проведения анализа учебных достижений  $\square$  студентов по дисциплине применяются:

1. Тестирование.
2. Лабораторные работы.
3. Решение задач.
4. Домашнее задание.
5. Отчет по лабораторным работам.
6. Мониторинг посещаемости занятий и качества выполнения студентами
  1. практических работ (в т. ч. индивидуальной, СР).
  7. Рейтинговый контроль знаний студентов.
  8. Публикация, доклад, презентация, представление и т.п. результатов учебной, просветительской и научно-исследовательской работы по теме,
  3. определенной преподавателем.
  9. Самостоятельная работа.
  10. Индивидуальная работа.

### 3.1. УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

3.1.1. Карта литературного обеспечения дисциплины “Квантовая физика”.  
для обучающихся по программе бакалавриата 44.03.01 “Педагогическое образование”,  
профиль “Физика” по очной форме

Наименование	Место хранения/ электронный адрес	Кол-во экземпляров/т очек доступа
<i>РАЗДЕЛ 1 «Фундаментальные и феноменологические теории. Модель атома водорода по Бору»</i>		
Основная литература		
Чиганов, Андрей Семёнович. Введение в атомную (квантовую) физику [Текст] : курс лекций / А. С. Чиганов. - Красноярск : КГПУ им. В. П. Астафьева, 2010. - 180 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	53
Иродов, Игорь Евгеньевич. Квантовая физика. Основные законы [Текст] : учеб. пособие для вузов / Иродов И.Е. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2002. - 272 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	51
Дополнительная литература		
Вихман, Э. Квантовая физика [Текст] : курс лекций. Т. IV / Э. Вихман; Пер. с англ. А. И. Шальникова, А. О. Вайсенберга. - М. : Наука, 1974. - 415 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	44
Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики [Текст] : в 3-х т. / И. В. Савельев. - СПб. : Лань.. Т. 3 : Квантовая физика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебник. - 9-е изд., стер. - 2008. - (Учебники для вузов. Специальная литература).	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	6
Акоста, В. Основы современной физики [Текст] : научно-популярная литература / В. Акоста, К. Кован, Б. Грэм ; пер. с англ.: В. В. Толмачева, В. Ф. Трифонова ; ред. А. Н. Матвеева. - М. : Просвещение, 1981. - 495 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	4
<i>РАЗДЕЛ 2. «Элементы квантовой механики»</i>		
Основная литература		
Чиганов, Андрей Семёнович. Введение в атомную (квантовую) физику [Текст] : курс лекций / А. С. Чиганов. - Красноярск : КГПУ им. В. П. Астафьева, 2010. - 180 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	53
Ташлыкова-Бушкевич, И.И. Физика : учебник : в 2 ч. / И.И. Ташлыкова-Бушкевич. - 2-е изд., испр. - Минск : Вышэйшая школа, 2014. - Ч. 2. Оптика. Квантовая физика. Строение и физические свойства вещества. - 232 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-06-2506-9 (ч. 2). - ISBN 978-985-06-2507-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальн ый неограниченны й доступ

<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=460883">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=460883</a>		
Дополнительная литература		
Борн, М. Лекции по атомной механике / М. Борн. - Харьков ; Киев : , 1934. - Т. 1. - 315 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=119776">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=119776</a>	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальный неограниченный доступ
Пинский, А.А. Основы физики : учебник / А.А. Пинский, Б.М. Яворский ; ред. Ю.И. Дик. - 5-е изд., стереот. - Москва : Физматлит, 2003. - Т. 2. Колебания и волны. Квантовая физика. Физика ядра и элементарных частиц. - 551 с. - ISBN 5-9221-0383-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=82665">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=82665</a>	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальный неограниченный доступ
Физика [Текст] : учеб. для 11 кл. шк. и кл. с углубл. изуч. физики / А.Т. Глазунов, О.Ф. Кабардин, А.Н. Малинин; Ред. А.А. Пинский. - 7-е изд. - М. : Просвещение, 2002. - 432 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	5
<i>РАЗДЕЛ 3. «Современная модель атома»</i>		
Основная литература		
Чиганов, Андрей Семёнович. Введение в атомную (квантовую) физику [Текст] : курс лекций / А. С. Чиганов. - Красноярск : КГПУ им. В. П. Астафьева, 2010. - 180 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	53
Зисман, Гирш Абрамович. Курс общей физики [Текст] : в 3-х томах / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. - М. : Наука.  Т. III : Оптика, физика атомов и молекул, физика атомного ядра и микрочастиц : учебное пособие для студентов втузов. - 5-е изд., стереотип. - 1972. - 496 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	8
Дополнительная литература		
Борн, М. Лекции по атомной механике / М. Борн. - Харьков ; Киев : , 1934. - Т. 1. - 315 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=119776">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=119776</a>	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальный неограниченный доступ
Вихман, Э. Квантовая физика [Текст] : курс лекций. Т. IV / Э. Вихман; Пер. с англ. А. И. Шальникова, А. О. Вайсенберга. - М. : Наука, 1974. - 415 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	44
Информационные справочные системы и профессиональные базы данных		
Гарант [Электронный ресурс]: информационно-правовое обеспечение : справочная правовая система. – Москва, 1992– .	Научная библиотека	локальная сеть вуза
Elibrary.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система : база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии,	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Свободный доступ





### 3.3.2. Карта материально-технической базы дисциплины «Квантовая физика»

для обучающихся по программе бакалавриата 44.03.01 Педагогическое образование,  
профиль «Физика» по очной форме обучения

<b>Аудитория</b>	<b>Оборудование</b>
<b>Аудитория для лекционных занятий</b>	
<p>660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Перенсона 7 (корпус №4),  <b>№ 2-11</b></p>	<p>Учебная доска-1шт, проектор-1шт, ПК для преподавателя-1шт, маркерная доска-1шт MicrosoftR WindowsR 7 Professional Лицензия Dreamspark (MSDN AA); Kaspersky Endpoint Security – Лиц сертификат №2304-180417-031116- 577-384; 7-Zip - (Свободная лицензия GPL); Adobe Acrobat Reader – (Свободная лицензия); Google Chrome – (Свободная лицензия); Mozilla Firefox – (Свободная лицензия); LibreOffice – (Свободная лицензия GPL); XnView – (Свободная лицензия); Java – (Свободная лицензия); VLC – (Свободная лицензия). Консультант Плюс - (Свободная лицензия для учебных целей);</p>
<b>Аудитории для практических (семинарских) занятий</b>	
<p>660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Перенсона 7 (корпус №4),  Лаборатория элементарной физики № 2-13</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• мультимедиапроектор;</li> <li>• доска маркерная – 2 шт.;</li> <li>• интерактивная доска;</li> </ul> <p>Альт Линукс Школьный - (Свободная лицензия) MicrosoftR WindowsR 7 Professional Лицензия Dreamspark (MSDN AA); Kaspersky Endpoint Security – Лиц сертификат №2304-180417-031116- 577-384; 7-Zip - (Свободная лицензия GPL); Adobe Acrobat Reader – (Свободная лицензия); Google Chrome – (Свободная лицензия); Mozilla Firefox – (Свободная лицензия); LibreOffice – (Свободная лицензия GPL); XnView – (Свободная лицензия); Java – (Свободная лицензия); VLC – (Свободная лицензия). Консультант Плюс - (Свободная лицензия для учебных целей);</p>
<b>Аудитории для практических и лабораторных занятий</b>	
<p>660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Перенсона 7 (корпус №4),  Лаборатория квантовой физики, № 4-03</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• комплект демонстрационного оборудования по квантовой физике;</li> <li>• комплект лабораторных работ ФПК для квантовой физики;</li> <li>• компьютер с выходом в интернет – 4 шт.</li> </ul>
<b>Аудитории для самостоятельной работы</b>	

1-02 Читальный зал	<p>Компьютер-10 шт, принтер-1шт  ПО: MicrosoftR WindowsR 7 Professional Лицензия  Dreamspark  (MSDN AA);  Kaspersky Endpoint Security – Лиц сертификат №2304-180417-031116- 577-384;  7-Zip - (Свободная лицензия GPL);  Adobe Acrobat Reader – (Свободная лицензия);  Google Chrome – (Свободная лицензия);  Mozilla Firefox – (Свободная лицензия);  LibreOffice – (Свободная лицензия GPL);  XnView – (Свободная лицензия);  Java – (Свободная лицензия);  VLC – (Свободная лицензия).  Консультант Плюс - (Свободная лицензия для учебных целей);</p>
--------------------	---

## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины  
на 2018/2019 учебный год

1. Обновлен перечень лицензионного программного обеспечения.
2. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами. Обновлен перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем и согласован с Научной библиотекой КГПУ им. В.П. Астафьева.
3. В фонд оценочных средств внесены изменения в соответствии приказом «Об утверждении Положения о фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой (государственной итоговой) аттестации» от 28.04.2018 №297 (п).

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры 20.05.2018,  
протокол №7

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании НМСС 23.05.2018,  
Протокол №8

Внесенные изменения утверждаю

Заведующий кафедрой



В.И. Тесленко

Председатель НМСС (Н)



С.В. Бортновский

## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины  
на 2019/2020 учебный год

1. Обновлен перечень лицензионного программного обеспечения.
2. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами. Обновлен перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем и согласован с Научной библиотекой КГПУ им. В.П. Астафьева.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры 11.04.2019,  
протокол № 8

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании НМСС 16.05.2019,  
Протокол № 8

Внесенные изменения утверждаю

Заведующий кафедрой



В.И. Тесленко

Председатель НМСС (Н)



С.В. Бортновский