


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры общей физики, **протокол**  
**№ 7 от «24» апреля 2020 г.**

Зав. кафедрой  / Балапанов М.Х.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина **КВАНТОВАЯ ФИЗИКА**

(наименование дисциплины)

Обязательная часть

(указать часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений))

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль) подготовки

Оптические системы и сети связи

Квалификация

Бакалавр

Разработчик (составитель)  
д.ф.-м.н., проф. Альмухаметов Р.Ф.  
(должность, ученая степень, ученое звание)



/ Альмухаметов Р.Ф. \_  
(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2021 г  
Уфа 2021 .

Составитель / составители: д.ф.-м.н., проф. Альмухаметов Р.Ф.

Рабочая программа дисциплины *утверждена* на заседании кафедры общей физики от «19» января 2021 г. протокол №3

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры общей физики, протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой



/ Балапанов М.Х./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_  
от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	8
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	12
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**  
(с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

**ОПК-1** Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

**ОПК-2** Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)	ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1 - Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы ОПК-1.2 - Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ОПК-1.3 Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	- Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы - Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера - Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)	ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1 -Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	-Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки  - Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.

		<p>ОПК-2.2 - Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.</p> <p>ОПК-2.3 - Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.</p> <p>ОПК-2.4 - Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации</p> <p>ОПК-2.5 - Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования</p> <p>ОПК-2.6 - Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений</p>	<p>- Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.</p> <p>- Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации</p> <p>- Умеет выбирать способы измерения и проводить экспериментальные исследования</p> <p>- Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений</p>
--	--	---	--

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Квантовая физика» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на 2 курсе на 4 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Высшая математика.

Физика: разделы механика, молекулярная физика, электричество, оптика.

Знание раздела физики "Квантовая физика " необходимо для изучения следующих курсов: теоретические основы электротехники, физические основы электроники, материалы электронной

техники, физика конденсированного состояния, вакуумная и плазменная электроника, основы технологии электронной компонентной базы, наноэлектроника, сканирующая зондовая микроскопия, нанотехнология в электронике, органическая электроника, основы пленочной электроники, квантовая и оптическая электроника, микроэлектроника, технология производства интегральных схем

**3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-1.1 <b>Знать:</b> положения, законы и методы естественных наук и математики;	<b>Знать:</b> положения, законы и методы естественных наук и математики;	<b>Не знает</b> положения, законы и методы естественных наук и математики;	<b>Знает</b> положения, законы и методы естественных наук и математики, но допускает грубые ошибки	<b>Знает</b> положения, законы и методы естественных наук и математики, но допускает незначительные ошибки	<b>Знает</b> положения, законы и методы естественных наук и математики;
ОПК-1.2 <b>Уметь:</b> применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;	<b>Уметь:</b> применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;	<b>Не умеет</b> применять положения, законы и методы естественных наук и математики и для решения задач инженерной деятельности;	<b>Умеет</b> применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, но допускает грубые ошибки;	<b>Умеет</b> применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, но допускает незначительные ошибки;	<b>Умеет</b> применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;
ОПК-1.3 <b>Владеть:</b> методами естественных	<b>Владеть:</b> методами естественных наук и	<b>Не владеет</b> методами естественных наук и	<b>Владеет</b> методами естественных наук и	<b>Владеет</b> методами естественных наук и	<b>Владеет</b> методами естественных наук и

наук и математики для решения задач инженерной деятельности	математики для решения задач инженерной деятельности	математики для решения задач инженерной деятельности	математики для решения задач инженерной деятельности, но допускает грубые ошибки;	математики для решения задач инженерной деятельности, но допускает незначительные ошибки;	математики для решения задач инженерной деятельности.
---	--	--	---	---	---

*ОПК-2                      Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных*

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-2.4 <b>Знать:</b> методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;	ОПК-2.1 <b>Знать:</b> методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;	<b>Не знает</b> методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;	<b>Знает</b> методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных, но допускает грубые ошибки	<b>Знает</b> положения, законы и методы естественных наук и математики, но допускает незначительные ошибки	<b>Знает</b> методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных, но допускает незначительные ошибки
ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.5 <b>Уметь:</b> Самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные;	ОПК-2.2 <b>Уметь:</b> Самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные;	<b>Не умеет</b> самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные;	<b>Умеет</b> самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные, но допускает грубые ошибки;	<b>Умеет</b> применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, но допускает незначительные ошибки;	<b>Умеет</b> Самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные, но допускает незначительные ошибки;



ОПК-2.6 <b>Владеть:</b> методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных	ОПК-2.3 <b>Владеть:</b> методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных	<b>Не владеет</b> методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных	<b>Владеет</b> методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных, но допускает грубые ошибки;	<b>Владеет</b> методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, но допускает незначительные ошибки;	<b>Владеет</b> методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных, но допускает незначительные ошибки;
---	---	--	--	--	--

ОПК-1           Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
ОПК-1.1 <b>Знать:</b> положения, законы и методы естественных наук и математики;	<b>Знать:</b> положения, законы и методы естественных наук и математики;	<b>Не знает</b> положения, законы и методы естественных наук и математики;	<b>Знает</b> положения, законы и методы естественных наук и математики.
ОПК-1.2 <b>Уметь:</b> применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;	<b>Уметь:</b> применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;	<b>Не умеет</b> применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;	<b>Умеет</b> применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;

ОПК-1.3 <b>Владеть:</b> методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<b>Владеть:</b> методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<b>Не владеет</b> методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<b>Владеет</b> методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.
---	--	--	--

*ОПК-2            Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных*

Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
ОПК-2.1 <b>Знать:</b> методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;	<b>Знать:</b> методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;	<b>Не знает</b> методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;	<b>Знает</b> методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных
ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.5 <b>Уметь:</b> Самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные;	<b>Уметь:</b> Самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные;	<b>Не умеет</b> самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные;	<b>Умеет</b> самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные
ОПК-2.3 <b>Владеть:</b> методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных	<b>Владеть:</b> методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных	<b>Не владеет</b> методами экспериментальных исследований и обработки	<b>Владеет</b> методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных

		полученных данных	
--	--	----------------------	--

Показатели сформированности компетенции: *(годится для бакалавров и специалистов дневного отделения, т.к. для заочной формы обучения и для магистрантов всех форм обучения не используется балльно-рейтинговая система, поэтому текст, приведенный ниже, не подходит, расписывается шкала оценивания).*

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины *(для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).*

Шкалы оценивания:

*(для экзамена:*

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

*для зачета:*

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Контролируемые действия по проверке знаний, умений и владений (Оценочные средства)
ОПК-1.1 <b>Знать:</b> положения, законы и методы естественных наук и математики;	<b>Знать:</b> положения, законы и методы естественных наук и математики;	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита лабораторных работ
ОПК-1.2 <b>Уметь:</b> применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения	<b>Уметь:</b> применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита лабораторных работ

задач инженерной деятельности;		
ОПК-1.3 <b>Владеть:</b> методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<b>Владеть:</b> методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита лабораторных работ
ОПК-2.1 <b>Знать:</b> методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;	<b>Знать:</b> методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита лабораторных работ
ОПК-2.2 <b>Уметь:</b> Самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные;	<b>Уметь:</b> Самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные;	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита лабораторных работ
ОПК-2.3 <b>Владеть:</b> методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных	<b>Владеть:</b> методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита лабораторных работ

#### **4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Тематика вопросов для экзамена, для контрольных работ, устного опроса, коллоквиума, допуска к лабораторным работам и к защите лабораторных работ

1. Развитие квантово-механических представлений о природе света. Фотоэффект. Внешний и внутренний фотоэффект. Объяснение фотоэффекта на основе классической волновой теории. Квантовое представление о фотоэффекте. Уравнение Эйнштейна. Низкочастотная граница фотоэффекта. Применение фотоэффекта на практике.
2. Эффект Комптона. Квантовое представление об эффекте Комптона.
3. Давление света. Объяснение давления света на основе классической и квантовой теории.
4. Тепловое излучение и законы теплового излучения. Объяснение закономерностей теплового излучения на основе квантовых представлений.

5. Волновые свойства электронов, протонов, нейтронов. Применение дифракции электронов, нейтронов и рентгеновских лучей для изучения структуры вещества.
6. Опыты Франка и Герца. Дискретный характер атомных состояний. Потенциал возбуждения.
7. Атомные спектры. Сплошные и линейчатые спектры. Принцип спектрального анализа. Закономерности в спектрах излучения атомов и их объяснение на основе квантовой теории.
8. Корпускулярно волновой дуализм. Гипотеза де Бройль. Соотношение неопределенностей. Волновая функция и её статистическое толкование.
9. Модели атома Томсона и Резерфорда.
10. Квантовая теория атома. Постулаты Бора. Спектр атома водорода по Бору. Трудности модели атома Бора.
11. Уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Собственные функции и собственные значения энергии.
12. Атом водорода в свете квантовых представлений. Квантовые числа. Спин. Оболочки и подоболочки. Конфигурация электронных облаков.
13. Принцип Паули и заполнение электронных уровней атомов. Таблица элементов Д.И.Менделеева.
14. Правила отбора и схема переходов.
15. Рентгеновские спектры. Закон Мозли.
16. Химическая связь. Молекулярные спектры.
17. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры, их принцип работы и применение.
18. Элементы квантовой статистики. Принцип неразличимости тождественных частиц. Распределение Бозе - Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденная и невырожденная система.
19. Электронный газ в металле. Уровень Ферми. Температура вырождения.
20. Элементы зонной теории твердых тел. Образование зон. Энергетический спектр электронов в кристалле. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Собственные и примесные полупроводники. Электронная и дырочная проводимость. Температурная зависимость проводимости полупроводников.
21. Сверхпроводимость.
22. Работа выхода. Контакт двух металлов. Двойной электрический слой. Контактная разность потенциалов. Выпрямление на контакте двух металлов.
23. Контакт металл-полупроводник. Запорный и антизапорный слой. Выпрямление на контакте металл-полупроводник.
24. Контакт двух полупроводников. p-n переход. Выпрямление на p-n переходе. Полупроводниковый диод. Транзистор. Полупроводниковые фотоэлементы.
25. Термоэлектрические явления. Эффект Зеебека, Пельтье, Томсона. Применение термоэлектрических явлений на практике.
26. Элементы физики атомного ядра. Изотопы, изобары. Спин ядра и его магнитный момент. Ядерные силы. Модели ядра. Энергия связи. Дефект массы. Ядерные реакции. Ядерная и термоядерная энергетика.
27. Радиоактивное излучение. Закон радиоактивного распада.

Экзаменационный билет содержит два вопроса. Каждый вопрос оценивается максимум до 15 баллов.

Пример экзаменационного билета по дисциплине «Квантовая физика»:

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №   1**

по дисциплине «Квантовая физика»: 5 семестр

Направление/Специальность 11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
Профиль/Программа/Специализация           

1. Фотоэффект. Основные законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Практическое применение фотоэффекта.
2. Радиоактивность. Виды радиоактивности. Закон радиоактивного.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Балапанов М.Х./  
(подпись) (Ф.И.О.)

**Критерии оценки для экзамена (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены незначительные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Перевод оценки** из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично - от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо - от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно - от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно - менее 45 баллов.

**Контрольная работа содержит 2 вопроса.**

**Пример контрольной работы**

1. Волновые свойства электронов. Электронография.
2. Полупроводники. Зонная структура полупроводников.

**Критерии оценивания контрольных работ**

**Каждый вопрос контрольной работы оценивается по 5-ти балльной системе.**

- **5 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **4 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены незначительные ошибки;

- **3 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками

материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

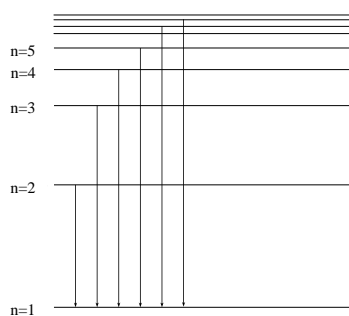
- **0-2 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Тестовые задания содержат 25 вопросов. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.**

#### Пример тестовых заданий

$h$  – постоянная Планка;  $m$  – масса частицы;  $v$  – скорость частицы.  $E$  – энергия частицы. Длина волны частицы определяется формулой:

1)  $\lambda = \frac{h}{mv}$  2)  $\lambda = \frac{h}{v}$  3)  $\lambda = \frac{mv}{h}$  4) нет правильного ответа



На рисунке схематически изображены переходы, соответствующие

- а) серии Лаймана
- б) серии Бальмера
- г) серии Брекэта
- д) серии Пфунда
- ж) нет правильного ответа

#### Критерии оценки при тестировании:

0 баллов ставится на данный вопрос теста, если ответ не правильный.

1 балл ставится на данный вопрос теста, если ответ правильный.

Оценки приводятся в 15-ти балльную систему

#### Критерии оценивания при устном опросе и для коллоквиума

- **10 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **8 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **5-6 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками

материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **0-4 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### **Критерии оценивания при допуске к лабораторным работам, при их выполнении и при защите отчетов.**

- **5 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **4 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **3 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **0-2 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### **Основная литература:**

1. Трофимова Т.И. Курс физики. М. Высшая школа, 2001 г. - 542с
2. Савельев И.В. Курс общей физики. т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - СПб.: Лань, 2006.
3. Сивухин Д.В. Атомная и ядерная физика, т.5. - М.: Физматлит, 2002.

##### **Дополнительная литература:**

1. Матвеев А.Н. Атомная физика. М. Высшая школа, 1989 г.

#### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

##### **А). Ресурсы Интернет.**

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший



доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>

2. Электронная библиотечная система .Университетская библиотека онлайн. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://biblioclub.ru/>

3. Электронная библиотечная система издательства .Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>

4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

#### **Б). Электронные ресурсы (дополнение списка литературы)**

1. [Шпольский](#) Э.В. . Атомная физика [Электронный ресурс] : учебник : [в 2 т.] / Э.В. Шпольский .— СПб. [и др.] : Лань, 2010 . Т. 1: Введение в атомную физику .— Изд. 8-е, стер. — 557 с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=442](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=442)>.

2. [Шпольский](#) Э.В.. Атомная физика [Электронный ресурс] : учебник : [в 2 т.].— СПб.: Лань, 2010 .— Т. 2: Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома .— Изд. 8-е, стер. — 557 с.— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=443](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=443)>.

3. [Савельев](#) И.В.. Курс общей физики [Электронный ресурс] : в 5-ти тт. / И. В. Савельев .— СПб. : Лань, 2011- .— Т. 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц .— 5-е изд. — 2011 .— 384 с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань".— <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=708](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=708)>.

4. Иродов И. Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : — Изд. 14-е, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016 .— 416 с. .— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL:[https://e.lanbook.com/book/71750#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/71750#book_name)>.

#### **6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Аудитория 02	Лекции, семинарские занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска.
Лаборатория 212	Лабораторные работы	Комплекты лабораторных работ, столы, доска.
Компьютерный класс 412	Компьютерное тестирование	Компьютеры, имеющие связь с системой контроля качества обучения.
Большая физическая аудитория 02	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian

		Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.  2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
<b>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитории № 322 или № 324 или № 318 (физмат корпус)	Практические занятия	Доска, мел, сборники задач, калькулятор
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.
Читальный зал №4 (корпус биофака, 4 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 60.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины **Квантовая Физика** на 4 семестр  
 (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	65.4
лекций	32
практических/ семинарских	0
лабораторных	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.40
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (РС)	34.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	43.8

Форма(ы) контроля:

экзамен \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ семестр

зачет \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕ М	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Модуль 1</b> Развитие квантово-механических представлений о природе света. Фотоэффект. Внешний и внутренний фотоэффект. Объяснение фотоэффекта на основе классической и волновой теории. Квантовое представление о фотоэффекте. Уравнение Эйнштейна. Низкочастотная граница фотоэффекта. Применение фотоэффекта на практике.	4		4	4.8	[1]: §201-204 [2]: §56	[1]: §205	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита лабораторных работ
2.	Эффект Комптона. Квантовое представление об эффекте Комптона. применения.	2			1	[1]: §206 [2]: §58	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита лабораторных работ
3.	Волновые свойства электронов,	2		4	1	[2]: гл.1 § 1	Изучить	Устный опрос

	протонов, нейтронов						лекционный материал, рекомендуемую литературу	Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита лабораторных работ
4.	Опыты Франка и Герца. Дискретный характер атомных состояний. Потенциал возбуждения.	1		4	2	[1]:§ 211	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	проверка отчётов лаб.работ
	2	3	4	5	6	7	8	90
5.	Атомные спектры. Сплошные и линейчатые спектры. Принцип спектрального анализа. Закономерности в спектрах излучения атомов и их объяснение на основе квантовой теории	2		8	2	[2] : §59, 70-72	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу, оформить отчёт по лаб.работе	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита лабораторных работ
6.	<b>Модуль 2</b> Модели атома Томсона и Резерфорда. Квантовая теория атома. Постулаты Бора. Спектр атома водорода по Бору. Трудности модели атома Бора..	2			4	[1]:§ 209,210,212	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу,	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита лабораторных работ
7.	Корпускулярно волновой дуализм. Гипотеза де Бройль. Соотношение неопределенностей. Волновая функция и её статистическое толкование. Уравнение Шредингера. Уравнение	5			2	[1]:§ 213-222: [4]:гл.1 § 1-4:	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу,	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита

	<p>Шредингера для стационарных состояний. Собственные функции и собственные значения энергии. Уравнение Шредингера для свободной частицы. Уравнение Шредингера для частицы в одномерной потенциальной яме. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Линейный гармонический осциллятор. Элементы квантовой статистики. Принцип неразличимости тождественных частиц. Распределение Бозе - Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденная и невырожденная система.</p>							лабораторных работ
8.	<p>Атом водорода в свете квантовых представлений. Квантовые числа. Спин. Оболочки и подоболочки. Конфигурация электронных облаков. Принцип Паули и заполнение электронных уровней атомов. Таблица элементов Д.И.Менделеева. Правила отбора и схема переходов. Рентгеновские спектры. Закон Мозли. Химическая связь. Молекулярные спектры. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры, их принцип работы и применение.</p>	5	4	3	[1]:§ 223-233:	[2] : §69,55,78,76-80	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита лабораторных работ	
9.	<p>Элементы зонной теории твердых тел. Образование зон. Энергетический спектр электронов в кристалле. Диэлектрики, полупроводники, металлы.</p>	5		5	[1]:§ 251-264 [2] : §87-93	[1]:§ 269-275 [2] : §94-101	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование	

	Собственные и примесные полупроводники. Электронная и дырочная проводимость. Температурная зависимость проводимости полупроводников. Электронный газ в металле. Уровень Ферми. Температура вырождения. Сверхпроводимость.							Защита лабораторных работ
	Элементы физики атомного ядра. Изотопы, изобары. Спин ядра и его магнитный момент. Ядерные силы. Модели ядра. Энергия связи. Дефект массы. Ядерные реакции. Ядерная и термоядерная энергетика. Радиоактивное излучение. Закон радиоактивного распада. Элементарные частицы.	4		8	10		Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Допуск к лабораторной работе Тестирование Защита лабораторных работ
	<b>Всего часов:</b>	<b>32</b>		<b>32</b>	<b>34.8</b>			

## Рейтинг – план дисциплины

Квантовая физика

специальность 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
курс 2, семестр 4

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Контрольная работа	10	1	0	10
Коллоквиум или устный опрос	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
Тестирование	15	1	0	15
<b>Итого</b>	<b>35</b>			
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Контрольная работа	10	1	0	10
Коллоквиум или устный опрос	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
Тестирование	15	1	0	15
<b>Итого</b>	<b>35</b>			
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада			0	5
2. Публикация статей			0	5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
Посещение лекционных занятий			0	-6
Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
экзамен				30
<b>ИТОГО за семестр по видам контроля:</b>	<p>Текущий контроль. Контрольная работа, коллоквиум или устный опрос – 40 баллов Всего по текущему контролю – 40 баллов (40% общей рейтинговой оценки) Рубежный контроль. тестировани – 30 баллов. Всего по рубежному контролю – 30 баллов</p>			

## Рейтинг – план дисциплины

Квантовая физика

специальность 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника  
курс 2, семестр 4



Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Собеседование, допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы	0-5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>				
Защита отчетов	0-5	5	0	25
<b>Всего баллов за модуль</b>			<b>0</b>	<b>50</b>
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Собеседование, допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы	0-5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>				
Защита отчетов	0-5	5	0	25
<b>Всего баллов за модуль</b>			<b>0</b>	<b>50</b>
<b>Итоговой контроль (зачет)</b>				
Всего баллов				<b>100</b>
<b>ИТОГО за семестр по видам контроля:</b>	<b>Всего по текущему контролю – 50 баллов</b> (40% общей рейтинговой оценки) Рубежный контроль. Защита отчетов – <b>50 баллов.</b> <b>Всего по рубежному контролю – 50 баллов</b>			