

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**СОГЛАСОВАНО**

\_\_\_\_\_  
Руководитель ОПОП ВО  
доцент И.И. Растворова

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
Проректор по образовательной  
деятельности  
Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	11.03.04 Электроника и наноэлектроника
<b>Направленность (профиль):</b>	Промышленная электроника
<b>Квалификация выпускника:</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	к.ф.-м.н. доц. А.Ю. Грабовский

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Квантовая механика и статистическая физика»** разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки, «11.03.04 Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 927 от 19 сентября 2017 г.;

– на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «11.03.04 Электроника и наноэлектроника», направленность (профиль) «Промышленная электроника».

Составитель: \_\_\_\_\_ к.ф.-м.н. доц. А.Ю. Грабовский

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры общей и технической физики 15.02.2022 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.ф.-м.н. проф. А.С. Мустафаев

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины** - создание фундаментальной базы для теоретической подготовки обучающегося по профилю "Промышленная электроника", без которой невозможна его успешная деятельность в области электроники и наноэлектроники.

### Основные задачи дисциплины:

- формирование у студентов представлений о современной физической картине мира,
- получение студентами знаний о физических процессах, имеющих квантовую природу и статистический характер,
- формирование у студентов базы знаний, умений и навыков, необходимых для изучения специальных дисциплин.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Квантовая механика и статистическая физика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «11.03.04 Электроника и наноэлектроника» и изучается в пятом семестре.

Дисциплина «Квантовая механика и статистическая физика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Оптическая электроника», «Основы преобразовательной техники», «Наноэлектроника».

Особенностью дисциплины является выработка у студентов методических навыков научной работы, развитие логического мышления и творческих способностей, необходимых для усвоения инженерных и специальных дисциплин.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Квантовая механика и статистическая физика» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1	УК-1.1. Знать методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа УК-1.2. Уметь применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач УК-1.3. Владеть методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1	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

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Квантовая механика и статистическая физика» составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
Подготовка к практическим занятиям	57	57
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
<b>Промежуточная аттестация: дифф. зачет (ДЗ)</b>	<b>ДЗ</b>	<b>ДЗ</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	108
	<b>зач. ед.</b>	3

### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
Раздел 1. Основы квантовой механики	58	10	18	-	30
Раздел 2. Элементы статистической физики	50	7	16	-	27
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>57</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	<p><b>Введение</b>                      Экспериментальные предпосылки создания квантовой механики. Квантовые свойства излучения. Гипотеза Планка о квантовании энергии. Фотоэффект и тормозное излучение. Фотоны. Волновые свойства микрочастиц. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц. Волны де Бройля. Закономерности в спектре атома водорода</p> <p><b>Волновая функция.</b>                      Принцип суперпозиции состояний. Статистическая интерпретация волн де Бройля. Условие</p>	10

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>нормировки. Операторы физических величин. Собственные функции и собственные значения операторов. Дискретный и непрерывный спектр. Среднее значение физической величины. Соотношения неопределённостей Гейзенберга.</p> <p><b>Общее уравнение Шредингера.</b> Энергия квантовой системы. Оператор Гамильтона. Нестационарное уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Свойства его решений. Квантование энергии и момента импульса</p> <p><b>Спин электрона.</b> Эффект Зеемана. Открытие спина электрона. Связь между магнитным и механическим моментами. Принцип Паули. Описание спиновых состояний частицы.</p> <p><b>Атом водорода и водородоподобные атомы в квантовой механике.</b> Движение в кулоновском поле. Атом водорода и водородоподобные атомы в квантовой механике. Квантовые числа. Вырождение волновых функций. Квантовые переходы. Правила отбора.</p> <p><b>Многоэлектронные атомы. Периодическая система элементов Менделеева.</b> Рентгеновская трубка. Рентгеновское излучение. Тормозное и характеристическое излучения. Рентгеновские методы исследования и контроля в электронике.</p>	
2.	Раздел 2	<p><b>Классическая статистическая физика</b> Распределение Максвелла молекул по скоростям и энергиям в отсутствие внешних силовых полей. Распределение Больцмана по энергиям в потенциальном поле. Барометрическая формула. Связь распределения Больцмана с распределением Максвелла. Метод фазового пространства. Распределение Гиббса. Микроканоническое распределение для изолированных систем. Каноническое распределение Гиббса.</p> <p><b>Квантовая статистическая физика</b> Фермионы и бозоны. Связь между спином и статистикой. Принцип Паули. Функции Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Одно- и много-электронные состояния в атомах и молекулах. Обменная энергия. Периодическая система элементов Менделеева</p> <p><b>Применение квантовой и статистической физики в электронике</b> Поглощение и излучение света квантовыми системами. Спонтанное и вынужденное излучение. Оптическое усиление. Квантовые генераторы.</p>	7
<b>Итого:</b>			17

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Квантовая оптика. Гипотеза Планка. Фотоны.	2
2		Волновая функция. Соотношения неопределенностей.	2
3		Уравнения Шредингера. Квантование энергии.	2
4		Квантово-механическая модель атома водорода.	2
5		Квантовые числа. Спин электрона.	2
6		Неразличимость микрочастиц. Принцип Паули.	2
7		Многоэлектронные атомы. Таблица Менделеева.	2
8		Рентгеновское излучение.	2
9		.Образование энергетических зон в кристаллах	2
10	Раздел 2	Понятие о функции распределения.	2
11		Распределение Максвелла молекул по скоростям	2
12		Распределение Максвелла - Больцмана.	2
13		Понятие о фазовом пространстве	2
14		Плотность числа состояний. Квантовая статистика.	2
15		Распределение Ферми - Дирака	2
16		Распределение Бозе – Эйнштейна. Функция Планка.	2
17		Оптические квантовые генераторы.	2
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифф. зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Основы квантовой механики**

##### **Тема «Экспериментальные предпосылки создания квантовой механики»**

1. В чём заключаются квантовые свойства излучения?
2. В чём заключается гипотеза Планка о квантовании энергии?
3. Что такое фотоэффект и тормозное излучение?
4. В чём заключаются волновые свойства микрочастиц?
5. Что такое корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц?
6. Назовите закономерности в спектре атома водорода.

##### **Тема «Волновая функция»**

1. В чём заключается принцип суперпозиции состояний?
2. Что такое условие нормировки?
3. Чем различаются дискретный и непрерывный спектр?
4. Как определяется среднее значение физической величины?
5. Что такое соотношения неопределённостей Гейзенберга?

##### **Тема «Общее уравнение Шредингера»**

1. Чем определяется энергия квантовой системы?
2. Напишите нестационарное уравнение Шредингера.
3. Напишите уравнение Шредингера для стационарных состояний.
4. Что такое квантование энергии и момента импульса?
5. В чём заключаются принцип Паули?

##### **Тема «Атом водорода и водородоподобные атомы в квантовой механике»**

1. Напишите уравнение Шредингера для атома водорода.
2. Что такое квантовые числа?
3. Что такое квантовые переходы?
4. В чём заключаются правила отбора?

##### **Тема «Многоэлектронные атомы»**

1. Как связаны квантовая теория атома и периодическая система элементов.
2. Что такое рентгеновское излучение?
3. Чем отличаются тормозное и характеристическое рентгеновские излучения?
4. Какие Вы знаете рентгеновские методы исследования в электронике?
5. Какие Вы знаете рентгеновские методы контроля в электронике?

#### **Раздел 2. Элементы статистической физики**

##### **Тема «Классическая статистическая физика»**

1. Напишите формулу распределения Максвелла молекул по скоростям.
2. Напишите формулу распределения Максвелла молекул по величине кинетической энергии.
3. Напишите формулу Больцмана для распределения молекул по энергиям в потенциальном поле.
4. Напишите барометрическую формулу.
5. В чём заключается метод фазового пространства?
6. Напишите формулу распределения Гиббса.

##### **Тема «Квантовая статистическая физика»**

1. Влияние плотности состояний в пространстве скоростей на вид функции распределения Максвелла.
2. Критерий перехода от классической статистики к квантовой.
3. Понятие об уровне Ферми и его свойствах.
4. Зависимость статистических свойств коллектива микрочастиц от их спина.

## **Вопросы для углубленного самостоятельного изучения**

1. Понятия яркостной и цветовой температуры, их использование в бесконтактных пирометрах.
2. Многофотонный фотоэффект.
3. Волновые свойства электронов и их использование в электронном микроскопе.
4. Квантово-механическая модель атома водорода и формула Бальмера.
5. Растровые рентгеновские методы в нанoeлектронике.
6. Причины сильного влияния примесей на свойства полупроводников.
7. Вычисление средних величин через функцию распределения.
8. Специфические свойства излучения квантовых генераторов и основанные на этих свойствах применения.

### **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф.зачета)**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов к дифф.зачету (по дисциплине):**

1. Законы теплового излучения.
  2. «Ультрафиолетовая катастрофа» классической физики.
  3. Гипотеза и формула М. Планка.
  4. Фотоны и их свойства.
  5. Фотоэффект, эффект Комптона, давление света.
  6. Корпускулярно-волновой дуализм света.
  7. Гипотеза де-Бройля. Волновые свойства микрочастиц.
  8. Волновая функция.
  9. Соотношение неопределённости В. Гейзенберга.
  10. Уравнение Шредингера.
  11. Уравнение Шредингера для атома водорода. Квантование энергии электрона в атоме.
  12. Квантовые числа. Вырождение. Правила отбора.
  13. Неразличимость микрочастиц. Принцип Паули.
  14. Многоэлектронные атомы. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.
  15. Рентгеновское излучение тормозное и характеристическое. Закон Мозли.
  16. Применение рентгеновского излучения в электронике.
  17. Образование энергетических зон в кристаллах. Металлы, диэлектрики, полупроводники.
  18. Понятие о функции распределения. Её основные свойства.
  19. Формула Максвелла для распределения молекул газа по скоростям. Характеристические скорости.
  20. Формула Максвелла для распределения молекул по кинетическим энергиям.
  21. Формула Больцмана для распределения частиц по значениям потенциальной энергии.
- Барометрическая формула.
22. Распределение Максвелла – Больцмана.
  23. Понятие о  $V$ -пространстве. Фазовое пространство.
  24. Плотность числа состояний в пространстве скоростей и в пространстве энергий.
  25. Критерий перехода от классической статистики к квантовой.
  26. Функция распределения для вырожденного газа фермионов.
  27. Уровень Ферми.
  28. Функция распределения для вырожденного газа бозонов. Статистика фотонного газа.
  29. Переходы электронов между уровнями энергии. Излучение спонтанное и вынужденное.
- Свойства вынужденного излучения.
30. Инверсия населённостей уровней энергии. Способы её достижения. Трёхуровневая схема накачки.
  31. Роль резонатора в квантовом генераторе.
  32. Лазеры газовые, твердотельные, полупроводниковые.



## 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференцированному зачету

### Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Волны де Бройля это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. электромагнитные волны.</li> <li>2. распространение колебаний вектора напряженности электрического поля.</li> <li>3. распространение колебаний вектора напряженности магнитного поля.</li> <li>4. нет верного ответа.</li> </ol>
2	Соотношение неопределенностей Гейзенберга для проекций импульса и координаты говорит о том, что ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. чем меньше погрешность определения проекции импульса, тем меньше погрешность в одновременном определении координаты.</li> <li>2. чем больше погрешность определения проекции импульса, тем больше погрешность в одновременном определении координаты.</li> <li>3. среднеквадратические погрешности одновременного определения координаты и проекции импульса частицы могут быть сколь угодно малыми.</li> <li>4. одновременное точное определение координаты и проекции импульса частицы невозможно.</li> <li>5. можно точно одновременно определить координату и импульс частицы.</li> </ol>
3	При увеличении длины волны в 2 раза импульс частицы, которую можно сопоставить этой волне...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. увеличивается в 2 раза.</li> <li>2. уменьшается в 2 раза.</li> <li>3. увеличивается в <math>\sqrt{2}</math> раз.</li> <li>4. не изменяется.</li> </ol>
4	Любой частице, обладающей импульсом $p$ , можно сопоставить волновой процесс с длиной волны... ( $h$ – постоянная Планка ) ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>h/p</math>.</li> <li>2. <math>hp</math>.</li> <li>3. <math>h^2p</math>.</li> <li>4. <math>hp^2</math>.</li> </ol>
5	Основным уравнением квантовой механики является...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уравнение по 2-му закону Ньютона.</li> <li>2. уравнение Бернулли.</li> <li>3. уравнение Эйнштейна.</li> <li>4. уравнение Шрёдингера.</li> </ol>
6	Найти энергию электрона, находящегося на втором энергетическом уровне в потенциальной яме, если его энергия на первом уровне равна 2 эВ.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 5 эВ</li> <li>2. 8 эВ</li> <li>3. 6,25 эВ</li> <li>4. 1,25 эВ</li> </ol>
7	Главное квантовое число характеризует	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уровень энергии электрона в атоме.</li> <li>2. форму орбиты, связанную с ее вытянутостью.</li> <li>3. магнитный момент электрона в атоме.</li> <li>4. собственный магнитный момент электрона.</li> </ol>
8	Спин электрона характеризует	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уровень энергии электрона в атоме.</li> <li>2. форму орбиты, связанную с ее вытянутостью.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		3. магнитный момент электрона в атоме. 4. собственный магнитный момент электрона.
9	На сколько компонент расщепится при проведении опыта Штерна-Герлаха пучок атомов водорода	1. Не будет расщепляться 2. На 2 компоненты 3. На 3 компоненты 4. На 5 компонент
10	Атом излучает энергию:	1. при переходе электронов с нижних энергетических уровней на более высокие; 2. при переходе электронов с верхних энергетических уровней на нижние; 3. если электрон, двигаясь по орбите, испытывает торможение; 4. при движении электрона по стационарной орбит.
11	Характеристическое рентгеновское излучение	1. имеет линейчатый энергетический спектр. 2. имеет сплошной энергетический спектр. 3. возникает при ионизации атомов газа. 4. возникает при ионизации атомов твердого тела электронами.
12	Закон Мозли:	1. Квадрат частоты является линейной функцией атомного номера. 2. Квадрат длины волны является линейной функцией атомного номера. 3. Корень квадратный из частоты является линейной функцией атомного номера. 4. Длина волны является линейной функцией атомного номера.
13	Какие утверждения являются верными для классической статистики: 1. все частицы различаемы 2. частицы имеют непрерывный набор физических величин 3. все частицы тождественны	1. 1,2,3. 2. 1,2. 3 2,3 4. 1,3.
14	Какие распределения: 1. Максвелла 2. Больцмана 3. Ферми-Дирака 4. Бозе-Эйнштейна описывают квантово-механические системы частиц...	1 только 1 2. 1 и 2 3. 3 и 4 4. 1, 2, 3, 4.
15	При инверсной населённости электроны в атомах активной среды занимают...	1. нижние энергетические уровни 2. верхние энергетические уровни 3. средние энергетические уровни 4. электроны покидают атом, становятся свободными.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
16	В полупроводнике с акцепторной примесью основным типом носителей электрического заряда являются ...	1. дырки. 2. одновременно электроны и положительные ионы. 3. положительные ионы. 4. отрицательные ионы.
17	Из соотношения неопределенностей Гейзенберга следует, что при уменьшении неопределенности импульса частицы неопределенность в ее координате...	1. возрастает. 2. убывает. 3. не изменяется. 4. меняет знак.
18	Плотность вероятности обнаружения частицы в данном месте пространства	1. $\sim  \psi ^2$ . 2. $\sim  \psi ^{-1}$ . 3. $\sim  \psi ^{1/2}$ . 4. $\sim  \psi ^2$ .
19	В порядке возрастания ширины запрещённой зоны, вещества располагаются:	1. металл, полупроводник, диэлектрик. 2. полупроводник, металл, диэлектрик. 3. полупроводник, диэлектрик, металл. 4. диэлектрик, металл, полупроводник.
20	В гелий-неоновом лазере накачка осуществляется методом...	1. оптическим 2. тепловым 3. химически 4. электроионизационным

#### Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Квадрат модуля амплитуды волны де Бройля частицы в данной точке...	1. является плотностью вероятности того, что частица обнаруживается в этой точке. 2. является мерой интенсивности электромагнитных волн. 3. не имеет физического смысла. 4. является мерой инертности этой частицы.
2	Гипотеза де Бройля состояла в предположении о наличии...	1. волновых свойств микрочастиц 2. кварков в ядре. 3. корпускулярных свойств у электромагнитного излучения 4. спина у электронов.
3	Принцип неопределенностей Гейзенберга показывает, что с увеличением массы частиц ограничения, вносимые в возможность применения классического понятия траектории движения...	1. увеличиваются. 2. уменьшаются. 3. не зависит от массы. 4. увеличиваются пропорционально $m^3$ .
4	Соотношение Гейзенберга для энергии частицы и времени пребывания ее в этом состоянии утверждает:	1. обе могут быть сколь угодно малы. 2. чем больше одна, тем больше другая. 3. чем меньше неопределенность энергии, тем больше неопределенность времени. 4. обе могут быть сколь угодно велики.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
5	Волновая функция, описывающая физическую систему, должна обладать следующими свойствами:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. быть непрерывной и неограниченной, может иметь разрыв и неограниченной.</li> <li>2. быть одновременно непрерывной, конечной и многозначной.</li> <li>3. быть однозначной и неограниченной, может иметь разрывы.</li> <li>4. быть непрерывной, конечной, гладкой и однозначной.</li> </ol>
6	В квантовой механике для описания состояния микрочастицы надо применить...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 значения ее координат и импульса</li> <li>2 значения энергии в каждый момент времени</li> <li>3. волновую функцию <math>\Psi(x,y,z)</math></li> <li>4. значения координат и энергии</li> </ol>
7	Главное квантовое число $n$ и орбитальное число $l$ определяют в атоме соответственно...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. момент импульса электрона и его энергетический уровень.</li> <li>2. энергетический уровень электрона и модуль его момента импульса.</li> <li>3. момент импульса электрона и его спин.</li> <li>4. спин электрона и его момент импульса.</li> </ol>
8	Спиновое квантовое число для электрона может принимать значения:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. только 1.</li> <li>2. -1 и 1.</li> <li>3. только 0.</li> <li>4. +1/2 и -1/2.</li> </ol>
9	При переходе электрона на третий энергетический уровень наблюдаются спектральные линии.....	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в видимой области спектра</li> <li>2. в инфракрасной области спектра</li> <li>3. в ультрафиолетовой области спектра</li> <li>4. в рентгеновской области спектра</li> </ol>
10	Энергией ионизации называется энергия,	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. которую необходимо сообщить электрону, находящемуся в основном состоянии, чтобы удалить его за пределы атома.</li> <li>2. необходимая для сообщения атому орбитального магнитного момента.</li> <li>3. затрачиваемая на переход электрона из основного состояния в возбуждённое.</li> <li>4. которая выделяется при переходе электронов в атоме с удаленных от ядра энергетических уровней <math>n</math></li> </ol>
11	Характеристическим называется излучение, которое появляется при...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. переходе электрона с одного из внешних уровней за пределы атома.</li> <li>2. переходе электрона с одного из внешних уровней на внутренние, ближние к ядру.</li> <li>3. переходе электронов на второй энергетический уровень с близлежащих..</li> <li>4. переходе электронов с третьего уровня на первый.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12	Мозли установил закон, связывающий частоты линий.....	1. рентгеновского спектра с атомным номером. 2. видимого спектра электромагнитных волн с атомным номером. 3. инфракрасного спектра электромагнитных волн с атомным номером. 4. ультрафиолетового спектра электромагнитных волн с атомным номером.
13	Бозонами являются частицы:	1. с целым и полуцелым спином. 2. с нулевым или полуцелым спином. 3. с нулевым или целым спином. 4. только с отрицательным спином.
14	Уровень Ферми это энергетический уровень, вероятность заполнения которого при $T > 0$ ...	1. равен $\frac{1}{2}$ 2. равен 1 3. равен 3 4. равен 2
15	В гелий-неоновом лазере накачка осуществляется методом...	1. оптическим 2. тепловым 3. химически 4. электроионизационным.
16	При Комптоновском рассеянии света...	1. частота рассеянного кванта уменьшается 2. импульс рассеянного кванта увеличивается. 3. скорость рассеянного кванта уменьшается. 4. длина волны рассеянного кванта уменьшается.
17	При увеличении напряжения ускоряющего электрического поля в 100 раз длина волны де Бройля	1. уменьшится в 10 раз. 2. уменьшится в 100 раз. 3. увеличится в 10 раз. 4. не изменится.
18	Квадрат модуля волновой функции электрона в атоме $ \psi ^2$ имеет физический смысл	1. плотность вероятности местонахождения электрона в атоме. 2. вероятности местонахождения электрона в атоме. 3. вероятность электрону покинуть атом, то есть диссоциации атома. 4. не имеет физического смысла.
19	В полупроводнике с донорной примесью основным типом носителей электрического заряда являются ...	1. дырки. 2. одновременно электроны и положительные ионы. 3. положительные ионы. 4. электроны.
20	В зависимости от метода накачки лазеры делятся на: 1. оптические, 2 тепловые, 3. химические, 4. электроионизационные. Выберите верный ответ.	1. 1,2,4. 2 1,2,3 3. 1,,3,4. 4. 2,3,4.

Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Постоянная Планка в СИ имеет единицу измерения:	1. 1 Дж/К. 2. 1 Н/м. 3. 1 Дж·с. 4. Дж/м.
2	Какие из перечисленных характеристик описывают волновой процесс: а) импульс, б) энергия, в) амплитуда, г) фаза, д) локализация в пространстве, е) частота	1. а, б, в, г, е. 2. а, б, д. 3. б, в, г. 4. только д.
3	Из соотношения неопределенностей Гейзенберга следует, что при уменьшении неопределенности импульса частицы неопределенность ее координаты...	1. возрастает. 2. убывает. 3. не изменяется. 4. меняет знак.
4	Отметьте правильные утверждения, являющиеся следствием принципа неопределенности	1. Невозможно состояние, в котором частица находилась бы в состоянии покоя. 2. При рассмотрении движения микрочастицы не всегда возможно применить понятие классической траектории. 3. В квантовой механике существует естественный предел точности измерений. 4. Все утверждения верные.
5	Квадрат модуля волновой функции электрона в атоме $ \psi ^2$ имеет физический смысл	1. плотности вероятности местонахождения электрона в атоме. 2. вероятности местонахождения электрона в атоме. 3. вероятности электрону покинуть атом 4. не имеет физического смысла.
6	Волновая функция $\Psi(x, y, z)$ используется для описания состояния...	1. классических свободных частиц. 2. классических частиц, находящихся в гравитационном поле. 3. классических частиц, находящихся в электростатическом поле. 4. квантовых частиц.
7	Какие значения может принимать орбитальное квантовое число $l$ в состоянии с заданным главным квантовым числом $n$ ?	1. $l = 0, 1, \dots, n$ . 2. $l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm n$ . 3. $l = 0, 1, \dots, n - 1$ . 4. $l = \pm n$ .
8	В соответствии с принципом Паули в квантовом состоянии может находиться:	1. только один протон. 2. одновременно 3 электрона. 3. одновременно 2 электрона. 4. любое число протонов.
9	Атом водорода испускает серию линий в ультрафиолетовой области спектра...	1. при переходе электронов с вышележащих уровней на первый. 2. при переходе электронов с вышележащих уровней на второй. 3. при переходе электронов с вышележащих уровней на третий.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. при переходе электронов с вышележащих уровней на четвертый.
10	Спектр называется линейчатым, если...	<ol style="list-style-type: none"> <li>он получен при торможении электронов.</li> <li>он обусловлен излучением молекул жидкости.</li> <li>он обусловлен излучением атомов кристаллического тела.</li> <li>он состоит из отдельных спектральных линий.</li> </ol>
11	Характеристическим называется излучение, которое появляется при...	<ol style="list-style-type: none"> <li>переходе электрона с одного из внешних уровней за пределы атома.</li> <li>переходе электрона с одного из внешних уровней на внутренние, ближние к ядру.</li> <li>переходе электронов на второй энергетический уровень с близлежащих.</li> <li>переходе электронов с третьего уровня на первый.</li> </ol>
12	Закон Мозли:	<ol style="list-style-type: none"> <li>Квадрат частоты является линейной функцией атомного номера.</li> <li>Квадрат длины волны является линейной функцией атомного номера.</li> <li>Корень квадратный из частоты является линейной функцией атомного номера.</li> <li>Длина волны является линейной функцией атомного номера.</li> </ol>
13	Какие утверждения являются неверными для классической статистики: <ol style="list-style-type: none"> <li>все частицы различаемы</li> <li>частицы имеют непрерывный набор физических величин</li> <li>все частицы тождественны</li> <li>физические величины квантуются</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1,2,3,4.</li> <li>1,2.</li> <li>3,4</li> <li>1,3.</li> </ol>
14	Функция распределения Ферми-Дирака при $E < E_f$ для $T = 0$ равна...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>0,5</li> <li>0</li> <li>0,25</li> </ol>
15	Лазерное излучение характеризуется: <ol style="list-style-type: none"> <li>малой расходимостью луча;</li> <li>строгой монохроматичностью;</li> <li>строгой когерентностью;</li> <li>низкой плотностью мощности</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1,2,4.</li> <li>1,2,3,4</li> <li>1,2,3</li> <li>2,3,4</li> </ol>
16	Температура абсолютно – черного тела изменилась от 600K до 1800 K. При этом длина волны, на которую приходится максимум излучения...	<ol style="list-style-type: none"> <li>уменьшилась в 2 раза.</li> <li>уменьшилась в 3 раза.</li> <li>уменьшилась в 4 раза.</li> <li>увеличилась в 3 раза.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17	Длина волны де Бройля $\lambda$ частицы, обладающей массой $m$ , определяется: (где $P$ - модуль импульса)	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\lambda = 2 \cdot \pi \cdot \hbar \cdot p</math></li> <li><math>\lambda = h \cdot (m \cdot v) = 2 \cdot \pi \cdot \hbar \cdot p</math></li> <li><math>\lambda = h / (m \cdot v) = h / p = 2 \cdot \pi \cdot \hbar / p</math></li> <li><math>\lambda = h \cdot (m \cdot v) = h \cdot p = 2 \cdot \pi \cdot \hbar \cdot p</math></li> </ol>
18	Какие значения может принимать орбитальное квантовое число $l$ в состоянии с главным квантовым числом $n$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>l = 0, 1, \dots, n</math></li> <li><math>l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm n</math></li> <li><math>l = 0, 1, \dots, n - 1</math></li> <li><math>l = \pm n</math></li> </ol>
19	В полупроводнике с акцепторной примесью основным типом носителей электрического заряда являются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>дырки.</li> <li>одновременно электроны и положительные ионы.</li> <li>положительные ионы.</li> <li>отрицательные ионы.</li> </ol>
20	В зависимости от типа активной среды лазеры делятся на: 1. твердотельные, 2. газовые, 3. полупроводниковые, 4. плазменные. Выберите верный ответ.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1, 2, 4.</li> <li>1, 2, 3</li> <li>1, 2, 3, 4.</li> <li>2, 3, 4.</li> </ol>

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифф. зачета:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены



**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

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

**7.1. Рекомендуемая литература**

**7.1.1. Основная литература**

1. Шпольский Э. В. Атомная физика: учеб. для вузов в 2 т. - Т. 1: Введение в атомную физику, 2010. - 557 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/442/#1>

2. Шпольский Э. В. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. Т2. СПб., М.: Издательство «Лань», 2010 - 441 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/443/#1>

3. Трофимова Т.И..Курс физики : учеб. пособие [Электронный ресурс]/ Т.И.Трофимова. - 21-е изд., стер. - М.: Академия, 2015. - 560 с. и пред. изд. (2008, 2007, 2004, 1997).

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com\\_irbis/pdf\\_view/](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/)

4. Демидович Б.П. Математические основы квантовой механики. СПб., М.: Издательство «Лань», 2010. – 200 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/604/#1>

5. Детлаф А.А. Курс физики : учеб. пособие [Электронный ресурс]/ А.А. Детлаф, Б.М.Яворский. - 5-е изд., стер. - М. : АСADEMIА, 2005. - 720 с.и пред. изд. (2003, 2002, 2001, 1998)

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com\\_irbis/pdf\\_view/](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/)

6. Савельев И.В. Курс физики : учеб. пособие: в 3 т. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс] /И.В. Савельев – Изд. 4-е, стер. - СПб.[и др.]: Лань,2016. - 308 с.и пред. изд. (2007,1989, 1987)

<https://e.lanbook.com/reader/book/98247/#1>

**Сборники задач**

7. Парфенова И.И., Мустафаев А.С., Егоров С.В., Пщелко Н.С., Стоянова Т.В., Смирнова Н.Н., Сырков А.Г., Чернобай В.И. Квантовая механика, физика твёрдого тела и элементы атомной физики.// Сборник задач для студентов технических специальностей //под редакцией доц. Парфеновой И.И. /, СПб.: СПГГИ (ТУ), 2010. 112 с.

8. Физика. Задание на контрольную работу №5 «Квантовая физика»/ сост. Ю.А. Карташов и др. – СПб: Изд. СЗТУ, 2006. -40 с.

9. Физика. Атомная и ядерная физика. Методические указания к расчётно-графическим работам./ СПб: Изд. Горного ун-та, 2013.-25с.

**7.1.2. Дополнительная литература**

1. Трофимова Т.И..Курс физики : учеб. пособие [Электронный ресурс]/ Т.И.Трофимова. - 21-е изд., стер. - М. : Академия, 2015. - 560 с. и пред. изд. (2008, 2007, 2004, 1997)

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com\\_irbis/pdf\\_view/](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/)

2. Детлаф А.А. Курс физики : учеб. пособие [Электронный ресурс]/ А.А. Детлаф, Б.М.Яворский. - 5-е изд., стер. - М. : АСADEMIА, 2005. - 720 с.и пред. изд. (2003, 2002, 2001, 1998)

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com\\_irbis/pdf\\_view/](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/)

3. Савельев И.В. Курс физики : учеб. пособие: в 3 т. Т.1. Механика. Молекулярная физика [Электронный ресурс] /И.В. Савельев – Изд. 5-е, стер. - СПб.[и др.]: Лань,2016. - 352 с.и пред. изд. (2008, 1998, 1989)

<https://e.lanbook.com/reader/book/95163/#1>

4. Савельев И.В. Курс физики : учеб. пособие: в 3 т. Т.2. Электричество. Колебания и волны [Электронный ресурс] /И.В. Савельев – Изд. 4-е, стер. - СПб.[и др.]: Лань,2016. - 480 с.и пред. изд. (2008, 1998, 1989)

<https://e.lanbook.com/reader/book/100927/#1>

5. Савельев И.В. Курс физики : учеб. пособие: в 3 т. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс] /И.В. Савельев – Изд. 4-е, стер. - СПб.[и др.]: Лань,2016. - 308 с.и пред. изд. (2007,1989, 1987)

<https://e.lanbook.com/reader/book/98247/#1>

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Цаплева, В.М. Курс физики. Элементы квантовой и атомной физики: учеб. пособие / В.М. Цаплева, И.Г. Орехова, Е.А. Лиходаева. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2006. – 141 с.

2. Физика. Квантовая физика: учебно-методический комплекс / сост.: В.П. Дзекановская. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009. – 163 с.

3. Ландау Л.Д., Лившиц Л.М. Статистическая физика. Часть 1 /М.: Физматлит. 2004.-657 с.

4. Лившиц Л.М., Питаевский Л.П. Статистическая физика. Часть 2 /М.: Физматлит. 2005.-496 с.

5. Киселёв Г.Л. Квантовая оптическая электроника. / М.: Изд. МЭИ,2011.-236 с.

## **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).

3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

5. Научная электронная библиотека Science Direct: <http://www.sciencedirect.com>

6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

7. Электронно-библиотечная система Лань: <https://e.lanbook.com/books>.

8. Термические константы веществ. Электронная база данных: <http://www.chem.msu.ru/cgibin/tkv.pl>

9. Портал Росаккредагентства <http://www.fepo.ru/>. Интернет-тестирование базовых знаний по физике.

10. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>

11. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

12. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

13. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

14. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

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

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Для проведения лабораторных занятий используются компьютерные классы, оборудованные техникой из расчета один компьютер на одного обучающегося, с обустроенным рабочим ме-

стом преподавателя. В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по темам курса.

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий**

##### *128 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийная установка с акустической системой – 1 шт. (в т.ч. мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., монитор – 1 шт., компьютер – 1 шт.), возможность доступа к сети «Интернет», стул для студентов – 128 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 65 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 2 шт., плакат в рамке настенный – 9 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

##### *64 посадочных места*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 64 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 33 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 4 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Corel DRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

##### *60 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 60 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 31 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., доска под мел – 1 шт., плакат в рамке настенный – 3 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Corel DRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

##### *56 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 56 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 29 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Corel DRAW Graphics Suite X5, Autodeskproduct: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

*52 посадочных места*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 52 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 26 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Corel DRAW Graphics Suite X5, Autodeskproduct: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### **Аудитории для проведения практических занятий**

*16 посадочных мест*

Оснащенность: Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), плакат - 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus; Corel DRAW Graphics Suite X5, Autodeskproduct: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

#### **8.2. Помещение для самостоятельной работы**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Open; Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распростра-

няемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Windows XP Professional; Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 4 шт., сетевой накопитель - 1 шт., источник бесперебойного питания - 2 шт., телевизор плазменный Panasonic - 1 шт., точка Wi-Fi - 1 шт., паяльная станция - 2 шт., дрель - 5 шт., перфоратор - 3 шт., набор инструмента - 4 шт., тестер компьютерной сети - 3 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., паста теплопроводная - 1 шт., пылесос - 1 шт., радиостанция - 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках - 1 шт., подставка на колесиках - 1 шт., шкаф - 5 шт., кресло - 2 шт., лестница Alve - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2010 ProfessionalPlus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 5 шт., стул - 2 шт., кресло - 2 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 2 шт., МФУ - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 4 шт., кресло - 1 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 - 1 шт., колонки Logitech - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., дрель - 1 шт., телефон - 1 шт., набор ручных инструментов - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint

Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение**

1. Microsoft Windows 7 Professional.
2. Microsoft Windows 8 Professional.
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus.