

**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**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО  
профессор В.А. Шпенст**

---

**Проректор по образовательной  
деятельности  
Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
СПЕЦФИЗИКА**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
<b>Направленность (профиль):</b>	Электропривод и автоматика
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Н.А. Тупицкая

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Спецфизика» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 144 от 28.02.2018.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Электропривод и автоматика».

Составитель \_\_\_\_\_ к.ф.-м.н., доц. Н.А. Тупицкая

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры Общей и технической физики от 15.02.2021 г., протокол № 7.

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

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Спецфизика»:

- формирование у студентов базовых знаний в области физики полупроводников как основы для создания элементной базы микроэлектроники;
- выработка навыков проведения измерения и анализа параметров полупроводниковых приборов и материалов;
- изучение физических процессов, связанных с перспективами развития микроэлектроники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Спецфизика» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электропривод и автоматика» и изучается в четвёртом семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Спецфизика» являются «Физика», «Математика», «Теоретические основы электротехники».

Дисциплина «Спецфизика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Физические основы электроники», «Микропроцессорная техника», «Электрические и электронные аппараты», «Элементы систем автоматизики».

Особенностью дисциплины является освоение современного стиля физического мышления, выработка у студентов представлений о физических процессах, протекающих в полупроводниках и изготовленных на их основе полупроводниковых приборах.

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

Процесс изучения дисциплины «Спецфизика» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2	ОПК-2.5. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма. ОПК-2.6. Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики, атомной физики.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Спецфизика» составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
<b>Аудиторные занятия, том числе</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа (СРС), в том числе</b>	<b>54</b>	<b>54</b>

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
Подготовка к практическим занятиям	18	18
Подготовка к лабораторным занятиям	18	18
Работа с литературой	18	18
Вид промежуточной аттестации: дифф. зачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>ак. час</b>		
<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

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

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1.	Квантово-механическое описание микрочастиц	16	2	4	4	6
2.	Структура и симметрия твердого тела	12	2	-	-	10
3.	Элементы квантовой статистики	8	2	2	-	4
4.	Электронный газ в металлах. Электропроводность, теплопроводность металлов	10	2	2	-	6
5.	Основы зонной теории твердых тел.	12	2	-	4	6
6.	Физические свойства полупроводников	16	4	6	4	2
7.	Оптические явления в полупроводниках	16	2	-	4	10
8.	Приборы на основе $p-n$ - перехода.	18	2	4	2	10
	<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Квантово-механическое описание микрочастиц	Особенности описания микрочастиц. Волновые свойства микрочастиц. Уравнение Шрёдингера – основное уравнение квантовой механики. Частица в потенциальной яме. Туннельный эффект. Электрон в поле кристалла.	2
2	Структура и симметрия твердого тела	Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия кристаллов. Классификация кристаллов по типу химической связи. Структура кристалла.	2
3	Элементы квантовой статистики	Способы описания состояния макроскопической системы (коллектива). Невырожденные и вырожденные коллективы. Функция распределения для невырожденного газа (функция распределения Максвелла-Больцмана). Функция	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		распределения для вырожденного газа фермионов (функция распределения Ферми-Дирака).	
4	Электронный газ в металлах. Электропроводность, теплопроводность металлов	Физическая природа электропроводности металлов. Классическая теория электропроводности металлов: основные предпосылки и недостатки. Квантовая теория электропроводности металлов. Явление сверхпроводимости. Квантовая теория теплоемкости. Теплопроводность металлов.	2
5	Основы зонной теории твердых тел.	Энергетические зоны в кристалле. Структура энергетических зон в твердых телах. Особенности зонного и электронного строения диэлектриков, полупроводников и проводников.	2
6.	Физические свойства полупроводников	Собственные и примесные полупроводники. Температурная зависимость электропроводности полупроводников. Подвижность носителей тока. Неравновесные носители и механизмы рекомбинации в полупроводниках. Гальвано-магнитные явления.	4
7.	Оптические явления в полупроводниках	Поглощение света в полупроводниках. Фотопроводимость полупроводников. Излучательная рекомбинация в полупроводниках.	2
8	Приборы на основе <i>p-n</i> -перехода.	<i>P-n</i> -переход. Приборы на основе <i>p-n</i> -перехода: диоды, фотоэлектрические фотопреобразователи, полупроводниковые излучатели, лазеры.	2
<b>Итого:</b>			<b>18</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Волны де Бройля. Соотношения неопределенностей. Уравнение Шредингера для частицы в потенциальной яме.	4
2.	Раздел 3	Квантовая статистика	2
3.	Раздел 4	Расчет электропроводности металлов. Теплоемкость металлов.	2
4.	Раздел 6	Расчет электропроводности собственных полупроводников.	2
5.	Раздел 6	Расчет электрофизических параметров полупроводников с помощью эффекта Холла.	2
6.	Раздел 6	Диффузия и дрейф носителей тока.	2
7.	Раздел 8	<i>P-n</i> -переход. ВАХ <i>p-n</i> -перехода.	4
<b>ИТОГО</b>			<b>18</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Изучение длины волны де Бройля для электронов.	4
2	Раздел 5	Определение ширины запрещенной зоны германия	4

3	Раздел 6	Гальвано-магнитные явления. Изучение эффекта Холла	2
4	Раздел 7	Исследование внутреннего фотоэффекта	2
	Раздел 7	Исследование работы светодиодов	2
5	Раздел 8	Изучение работы полупроводникового диода	4
		<b>ИТОГО</b>	<b>18</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

*Курсовые работы (проекты) не предусмотрены*

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции** 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.

**Лабораторные занятия.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;  
-обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

**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*) являются 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. Вопросы для самостоятельной подготовки

Для успешного освоения учебного материала в процессе самостоятельной работы студентам рекомендуется ответить на следующие вопросы программы.

##### 1. Квантово-механическое описание микрочастиц

1. Расскажите о корпускулярно-волновом дуализме в микромире. В чём заключается гипотеза де Бройля? Как определяется длина волны де Бройля?
2. Что называется условием нормировки?
3. Какой физический смысл имеет квадрат модуля волновой функции?
4. Какие физические величины связывают соотношения неопределенностей Гейзенберга?
5. Как определяется кинетическая энергия в квантовой механике?
6. Напишите уравнение Шредингера для стационарных состояний электрона (частицы).

7. Какой энергетический уровень называется вырожденным?
8. Что такое потенциальная яма?
9. Чему равен коэффициент отражения от потенциального барьера? Чему равен коэффициент пропускания (прозрачности)?

10. Чему равен коэффициент прозрачности  $D$  потенциального барьера толщиной  $d$  для случая высокого барьера?

11. Какое явление называется туннельным эффектом?

## **2. Структура и симметрия твердого тела**

12. Назовите типы химической связи в кристаллах.

13. Охарактеризуйте силы Ван-дер-Ваальса.

14. Каковы признаки ионной связи?

15. Дайте характеристику металлической связи.

16. Чем характеризуется водородная связь?

17. Какова причина анизотропии кристаллов?

18. Что представляет собой кристаллическая решетка?

19. Дайте определение основных элементов кристаллической решетки.

## **3. Элементы квантовой статистики**

20. Какие частицы называются фермионами? Какие частицы называются бозонами?

21. Запишите распределения Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна.

22. Что показывает химический потенциал? Какие возможные значения может принимать химический потенциал у бозонов и фермионов?

23. Какой газ называется вырожденным?

## **4. Электронный газ в металлах. Электропроводность, теплопроводность металлов**

24. Чему равна максимальная кинетическая энергия, которую могут иметь электроны в металле?

25. Что называется уровнем (энергией) Ферми? Что называется температурой Ферми?

26. Как, зная температуру Ферми и энергию Ферми, определить вырожденным или невырожденным является электронный газ?

27. Что представляет собой фонон?

28. Как определяется температура Дебая?

29. При каких температурах выполняется закон Дюлонга – Пти?

## **5. Основы зонной теории твердых тел.**

30. Как описывают состояние электрона в кристалле? Как происходит образование энергетических зон в кристалле?

31. Дайте характеристики энергетическим зонам электрона в кристалле.

32. Объясните с точки зрения зонной теории деление твердых тел на металлы, диэлектрики и полупроводники.

33. Объясните температурную зависимость электропроводности металлов и полупроводников от температуры.

## **6. Физические свойства полупроводников**

34. Что такое дырка? Что такое эффективная масса электрона в кристалле.

35. Какие примеси называются донорными?

36. Какие примеси называются акцепторными?

37. Дайте определение диффузии и дрейфу носителей заряда.

38. Что такое совместная диффузия носителей тока?

39. Что определяет диффузионная длина?

40. В чем состоит эффект Холла?

41. Какие электрофизические параметры полупроводников можно определить с помощью эффекта Холла?

## 7. Оптические явления в полупроводниках

42. Дайте определение коэффициента поглощения.
43. Что такое оптическая ширина запрещенной зоны?
44. Какие полупроводники называются прямозонными?
45. Схематически изобразите прямые и непрямые переходы.
46. Охарактеризуйте собственное и примесное поглощение в полупроводнике.
47. Что такое излучательная рекомбинация в полупроводниках?

## 8. Приборы на основе $p-n$ - перехода.

48. Охарактеризуйте свойства контакта металл – полупроводник.
49. Что такое  $p-n$  переход, каковы его основные свойства?
50. Нарисуйте энергетические диаграммы  $p-n$  перехода при прямом и обратном смещении.
51. Что такое выпрямительный диод?
52. Перечислите типы полупроводниковых диодов.
53. Что такое солнечные элементы и где они применяются?
54. Объясните работу полупроводникового излучателя (светодиода).
55. От чего зависит цветность светодиода?
56. Расскажите о работе полупроводникового лазера.

### 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### 6.2.1. Примерный перечень вопросов для дифф.зачёта

1. Периодическое строение кристаллов.
2. Классификация твёрдых тел по характеру типов химической связи.
3. Способы описания состояния макроскопической системы. Термодинамический и статистический подходы.
4. Функция распределения. Вырожденные и невырожденные состояния.
5. Функция распределения для невырожденного газа фермионов. Уровень Ферми.
6. Колебания кристаллической решетки. Понятие о нормальных колебаниях.
7. Характеристическая температура Дебая.
8. Теплоемкость твердого тела. Закон Дюлонга–Пти.
9. Теплоемкость электронного газа.
10. Теплопроводность твердых тел.
11. Качественная характеристика энергетической структуры твердого тела.
12. Движение электронов в поле с периодическим потенциалом.
13. Понятие о зонах Бриллюэна.
14. Эффективная масса электронов в кристаллической решетке.
15. Движение электрона в кристалле под действием электрического поля. Скорость дрейфа.
16. Длина свободного пробега электрона.
17. Зависимость подвижности носителей тока от температуры.
18. Электропроводность металлов. Зависимость электропроводности от температуры.
19. Собственные полупроводники. Носители тока в полупроводниках: электроны и дырки.
20. Зонная структура собственных полупроводников. Прямозонные и непрямозонные полупроводники.
21. Примесные полупроводники. Донорная и акцепторная примеси.
22. Уровень Ферми и концентрация носителей тока в собственных полупроводниках.
23. Уровень Ферми и концентрация носителей тока в примесных полупроводниках.
24. Эффективная плотность состояний. Закон действующих масс.
25. Проводимость собственных и примесных полупроводников.



26. Процессы генерации и рекомбинации носителей тока в полупроводнике. Равновесная и неравновесная концентрация носителей тока.
27. Скорости генерации и рекомбинации электронов и дырок в полупроводниках. Время жизни носителей заряда.
28. Типы рекомбинации электронов и дырок. Излучательная и безызлучательная рекомбинация. Оже-рекомбинация.
29. Уравнение непрерывности. Дрейф и диффузия носителей тока в полупроводниках.
30. Совместная диффузия неравновесных носителей. Диффузионная длина.
31. Явления на границе металла и полупроводника. Контактная разность потенциалов.
32. Использование контакта металл-полупроводник для создания диодов Шоттки.
33.  $p-n$  -переход. Способы получения  $p-n$  -переходов.
34. Образование потенциального барьера в области  $p-n$ -перехода. Ток неосновных носителей заряда.
35. Процессы, протекающие при прямом смещении  $p-n$ -перехода.
36. Обратное смещение  $p-n$ -перехода. Пробой  $p-n$ -перехода.
37. Выпрямляющие свойства  $p-n$ -перехода. Коэффициент выпрямления.
38. Вольтамперная характеристика  $p-n$ -перехода.
39. Эффект Холла в полупроводниках. Холловская ЭДС. Постоянная Холла.
40. Использование эффекта Холла для определения основных электрофизических свойств полупроводников. Применение датчиков Холла.
41. Поглощение света в полупроводнике. Коэффициент поглощения.
42. Собственное поглощение в полупроводниках. Прямые и непрямые переходы.
43. Примесное поглощение.
44. Процесс излучения света в полупроводниках. Межзонная рекомбинация. Межпримесная излучательная рекомбинация.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф.зачету

#### Вариант 1

№	Вопросы	Варианты ответов
1	В образовании связи Ван-дер-Ваальса <b>не</b> участвует следующее взаимодействие:	1. гравитационное 2. дисперсионное 3. ориентационное 4. индукционное.
2	Ковалентная связь определяется:	1. взаимной ориентацией спинов спаривающихся электронов 2. ориентационным взаимодействием 3. кулоновским взаимодействием 4. симметрией электронного облака.
3	Изменение внутренней энергии изолированной системы постоянного объема, вызванного изменением в ней числа частиц на единицу, называется:	1. энтальпией 2. энтропией 3. химическим потенциалом 4. уровнем Ферми.
4	Максимальная частота возможных в кристалле нормальных колебаний решетки определяется следующими параметрами:	1. массой атомов и жесткостью связи атомов 2. зарядом ядра атомов 3. плотностью вещества кристалла 4. температурой.
5	Квадрат модуля волновой функции $ \Psi ^2$ равен...	1. интенсивности электромагнитного излучения; 2. плотности вероятности обнару-

№	Вопросы	Варианты ответов
		жения частицы в данной точке пространства; 3. вероятности обнаружения частицы в элементе объема $dV$ ; 4. числу частиц в объеме $dV$ .
6	Из ниже перечисленных частиц фермионами являются:	1 фотоны 2. электроны, протоны и нейтроны 3. фононы 4. протоны и фотоны.
7	Статистикой Максвелла-Больцмана описываются:	1. невырожденные коллективы любых частиц 2. невырожденные коллективы бозонов 3. вырожденные коллективы бозонов 4. вырожденные коллективы фермионов.
8	В кристалле, содержащем $N$ атомов, может возникнуть следующее число нормальных колебаний решетки:	1. $2N$ 2. $3N$ 3. $N$ 4. $0$
9	Уровень химического потенциала для фотонного газа принимает значения:	1. $0$ 2. больше $0$ 3. меньше $0$ 4. для фотонного газа химический потенциал не определен.
10	Сопротивления химически чистого полупроводника с ростом температуры...	1. уменьшается по линейному закону; 2. увеличивается по линейному закону; 3. увеличивается по экспоненте; 4. уменьшается по экспоненте.
11	Диэлектрики отличаются от полупроводников...	1. шириной запрещенной зоны 2. шириной зоны проводимости 3. шириной валентной зоны 4. наличием запрещенной зоны.
12	Валентная зона в полупроводниках...	1. частично заполнена электронами 2. полностью заполнена электронами 3. свободна от электронов 4. вероятность ее заполнения равна $\frac{1}{2}$ .
13	Выберите формулу расчета удельной проводимости полупроводника $n$ -типа... ( $n, p$ – концентрация электронов и дырок, $b_n, b_p$ – подвижность электронов и дырок, $\Delta E$ – ширина запрещенной зоны, $T$ – температура, $e$ – заряд электрона, $k$ – постоянная Больцмана...)	1. $\gamma = en(b_n + b_p)$ ; 2. $\gamma = \gamma_0 e^{-\Delta E / 2kT}$ ; 3. $\gamma_n = enb_n$ ; 4. $\gamma_p = epb_p$
14	Ширина запрещенной зоны кремния $\Delta E = 1,1$ эВ. Максимальная длина волны света, падающе-	1. $0,8$ мкм 2. $1,1$ мкм

№	Вопросы	Варианты ответов
	го на полупроводник, при которой возможна генерация носителей тока, равна...	3. 2 мкм 4. 0,4 мкм.
15	В полупроводнике n – типа неосновными носителями тока являются...	1. положительные ионы; 2. дырки; 3. отрицательные ионы; 4. электроны.
16	Появление поперечной разности потенциалов в полупроводниковой пластине с током, помещенной в магнитное поле, называется эффектом...	1. Керра 2. Пельтье 3. Холла 4. Фарадея.
17	Появление дополнительных носителей тока в полупроводнике под действием света это...	1. внутренний фотоэффект 2. внешний фотоэффект 3. эффект Фарадея 4. эффект Холла.
18	В собственном полупроводнике с шириной запрещенной зоны, равной 2 эВ, происходит излучательная рекомбинация. При этом длина волны излучения составляет...	1. 0,5мкм 2. 2,5 мкм 3. 1,1 мкм; 4. 0,62 мкм.
19	Перечислите виды полупроводниковых диодов: 1. выпрямительный; 2. полевой; 3. стабилитрон; 4. туннельный; 5. светоизлучающий	1. только 1 2. все перечисленные 3. 1,3,4,5 4. 1,2,4,5
20	От чего главным образом зависит длина волны излучения светодиода?	1. типа проводимости 2. ширины запрещенной зоны 3. сопротивления кристалла 4. всех вышеперечисленных факторов.

### Вариант 2

№	Вопросы	Варианты ответов
1	У полярных молекул, обладающих высокой поляризуемостью, преобладает следующее взаимодействие:	1. гравитационное 2. дисперсионное 3. ориентационное 4. индукционное.
2	Ковалентная связь определяется:	1. взаимной ориентацией спинов спаривающихся электронов 2. ориентационным взаимодействием 3. кулоновским взаимодействием 4. симметрией электронного облака.
3	Характеристическая дебаевская частота это:	1. максимально возможная частота нормальных колебаний в кристалле 2. минимально возможная частота нормальных колебаний в кристалле 3. частота наиболее вероятных нормальных колебаний при данной температуре

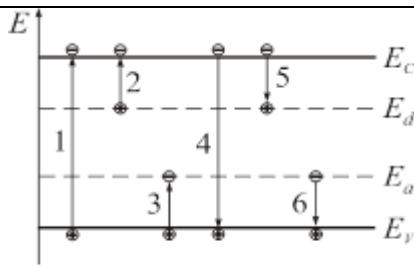
		4. частота нормальных колебаний соответствующая средней энергии колебаний.
4	Перечислите свойства микрочастиц: 1.тождественные, 2 различимые, 3. обладают определенной траекторией движения, 4.обладают волновыми свойствами	1. все перечисленные 2. 1,2,3 3. 1,3,4 4. 1,4.
5	Квадрат модуля волновой функции $ \Psi ^2$ равен...	1. интенсивности электромагнитного излучения; 2. плотности вероятности обнаружения частицы в данной точке пространства; 3. вероятности обнаружения частицы в элементе объема $dV$ ; 4. числу частиц в объеме $dV$ .
6	Из ниже перечисленных частиц бозонами являются:	1. только фотоны 2. электроны, протоны и нейтроны 3. фононы и фотоны 4. протоны и фотоны.
7	Статистикой Ферми-Дирака описываются:	1. невырожденные коллективы любых частиц 2. невырожденные коллективы бозонов 3. вырожденные коллективы бозонов 4. вырожденные коллективы фермионов.
8	В кристалле, содержащем N атомов, может возникнуть следующее число нормальных колебаний решетки:	1. 2N 2. 4 N 3. N 4. нет верного ответа
9	Согласно закону Дюлонга-Пти молярные теплоемкости меди, железа и алюминия находятся в следующем соотношении:	1. $CCu = CFe = CAI$ 2. $CCu > CFe > CAI$ 3. $CCu < CFe < CAI$ 4. $CCu > CFe < CAI$ .
10	Проводимость химически чистого полупроводника с ростом температуры...	1. уменьшается по линейному закону; 2. увеличивается по линейному закону; 3. увеличивается по экспоненте; 4. уменьшается по экспоненте.
11	Диэлектрики отличаются от металлов...	1. шириной запрещенной зоны 2. шириной зоны проводимости 3. шириной валентной зоны 4. наличием запрещенной зоны.
12	Зона проводимости в полупроводниках...	1. частично заполнена электронами 2 полностью заполнена электронами 3. свободна от электронов или

		частично заполнена электронами. 4. вероятность ее заполнения равна $\frac{1}{2}$ .
13	Выберите формулу расчета удельной проводимости полупроводника $p$ -типа... ( $n$ , $p$ – концентрация электронов и дырок, $b_n$ , $b_p$ – подвижность электронов и дырок, $\Delta E$ - ширина запрещенной зоны, $T$ – температура, $e$ – заряд электрона, $k$ – постоянная Больцмана...)	1. $\gamma = en(b_n + b_p)$ ; 2. $\gamma = \gamma_0 e^{-\Delta E/2kT}$ ; 3. $\gamma_n = enb_n$ ; 4. $\gamma_p = epb_p$
14	Ширина запрещенной зоны GaAs $\Delta E = 1,43$ эВ. Максимальная длина волны света, падающего на полупроводник, при которой возможна генерация носителей тока, равна...	1. 0,14 мкм 2. 0,6 мкм 3. 0,87 мкм 4. 0,4 мкм.
15	В полупроводнике $p$ – типа неосновными носителями тока являются...	1. положительные ионы; 2. дырки 3. отрицательные ионы 4. электроны.
16	Появление поперечной разности потенциалов в полупроводниковой пластине с током, помещенной в магнитное поле, называется эффектом...	1. Керра; 2. Пельтье; 3. Фарадея 4. нет верного ответа
17	Излучательная рекомбинация наиболее вероятна в полупроводниках, обладающих	1. непрямой структурой зон 2. высокой проводимостью 3. прямой структурой зон 4. низкой проводимостью.
18	В собственном полупроводнике с шириной запрещенной зоны, равной 1,24 эВ, происходит излучательная рекомбинация. При этом длина волны излучения составляет...	1. 0,5 мкм 2. 2,5 мкм 3. 1 мкм 4. 0,62 мкм.
19	Перечислите виды полупроводниковых диодов: 1. выпрямительный; 2. полевой; 3. стабилитрон; 4. туннельный; 5. полупроводниковый лазер	1. только 1 2. все перечисленные 3. 1,3,4,5 4. 1,2,4,5
20	Как называется полупроводниковый диод - источник стимулированного излучения?	1. стабилитрон 2. диод Шоттки 3. лазер 4. диод Ганна.

### Вариант 3

№	Вопросы	Варианты ответов
1	У неполярных молекул преобладает следующее взаимодействие:	1. гравитационное 2. дисперсионное 3. ориентационное 4. индукционное.
2	Соединения металлов с галогенами образуют следующую связь:	1. Ван-дер-Ваальса 2. ковалентную 3. металлическую 4. ионную.
3	Характеристическая дебаевская частота это:	1. максимально возможная частота нормальных колебаний в кристалле

		<p>2. минимально возможная частота нормальных колебаний в кристалле</p> <p>3. частота наиболее вероятных нормальных колебаний при данной температуре</p> <p>4. частота нормальных колебаний соответствующая средней энергии колебаний.</p>
4	Микрочастицы обладают свойствами: они 1.тождественные, 2 различимые, 3. обладают определенной траекторией движения, 4.обладают волновыми свойствами	<p>1. все перечисленные</p> <p>2. 1,2,3</p> <p>3. 1,3,4</p> <p>4. 1,4.</p>
5	Для описания состояния электрона в кристалле используется: 1. Второй закон Ньютона, 2. Закон Кулона, 3. Волновая функция, 4. Принцип наименьшего действия	<p>1. 1 и 2</p> <p>2. только 1</p> <p>3. только 3</p> <p>4. все перечисленные</p>
6	Из ниже перечисленных частиц бозонами являются:	<p>1. только фотоны</p> <p>2. электроны, протоны и нейтроны</p> <p>3. фононы и фотоны</p> <p>4. протоны и фотоны.</p>
7	Статистикой Бозе-Эйнштейна описываются:	<p>1. невырожденные коллективы любых частиц</p> <p>2. невырожденные коллективы бозонов</p> <p>3. вырожденные коллективы бозонов</p> <p>4. вырожденные коллективы фермионов.</p>
8	В кристалле, содержащем N атомов, может возникнуть следующее число нормальных колебаний решетки:	<p>1. 2N</p> <p>2. 4 N</p> <p>3. 3 N</p> <p>4. нет верного ответа</p>
9	Вероятность заполнения фермионами состояний с энергией, равной энергии Ферми, равна:	<p>1. 1/4</p> <p>2. 1</p> <p>3. 0</p> <p>4. 1/2</p>
10	Зависимость проводимости химически чистого полупроводника от температуры носит характер...	<p>1. обратной пропорциональной зависимости</p> <p>2. прямой пропорциональной зависимости</p> <p>3. экспоненциальной зависимости;</p> <p>4. на зависит от температуры.</p>
11	Полупроводники отличаются от металлов...	<p>1. шириной запрещенной зоны</p> <p>2. шириной зоны проводимости</p> <p>3. шириной валентной зоны</p> <p>4. наличием запрещенной зоны.</p>
12	Валентная зона проводимости в полупроводниках...	<p>1. частично заполнена электронами</p>

		<p>2 полностью заполнена электронами</p> <p>3. свободна от электронов или частично заполнена электронами.</p> <p>4. вероятность ее заполнения равна <math>\frac{1}{2}</math>.</p>
13	<p>Выберите формулу расчета собственной удельной проводимости полупроводника ...</p> <p>(<math>n</math>, <math>p</math> – концентрация электронов и дырок, <math>b_n</math>, <math>b_p</math> – подвижность электронов и дырок, <math>\Delta E</math> - ширина запрещенной зоны, <math>T</math> – температура, <math>e</math> – заряд электрона, <math>k</math> – постоянная Больцмана...)</p>	<p>1. <math>\gamma = en(b_n + b_p)</math>;</p> <p>2. <math>\gamma = \gamma_0 e^{-\Delta E / 2kT}</math>;</p> <p>3. <math>\gamma_n = enb_n</math>;</p> <p>4. <math>\gamma_p = epb_p</math></p>
14	<p>Ширина запрещенной зоны германия <math>\Delta E = 0,7</math> эВ. Максимальная длина волны света, падающего на полупроводник, при которой возможна генерация носителей тока, равна...</p>	<p>1. 2 мкм</p> <p>2. 0,6 мкм</p> <p>3. 1 мкм</p> <p>4. 0,4 мкм.</p>
15	<p>С ростом концентрации основных носителей проводимость примесного полупроводника</p>	<p>1. уменьшается</p> <p>2. не изменяется</p> <p>3. возрастает</p> <p>4. сначала возрастает, потом уменьшается.</p>
16	<p>Термоэлектрическое явление переноса энергии при прохождении электрического тока в месте контакта двух разнородных проводников, от одного проводника к другому называется эффектом...</p>	<p>1. Керра;</p> <p>2. Пельтье;</p> <p>3. Фарадея</p> <p>4. нет верного ответа</p>
17	 <p>Рис.</p> <p>На рис. процессы рекомбинации носителей тока изображены стрелками...</p>	<p>1. 1, 2</p> <p>2. 1, 2, 3</p> <p>3. 4, 5, 6</p> <p>4. 6, 4</p>
18	<p>В собственном полупроводнике с шириной запрещенной зоны, равной 2,48 эВ, происходит излучательная рекомбинация. При этом длина волны излучения составляет...</p>	<p>1. 0,5 мкм</p> <p>2. 2,5 мкм</p> <p>3. 1 мкм</p> <p>4. 0,62 мкм.</p>
19	<p>Перечислите виды полупроводниковых диодов:</p> <p>1. выпрямительный; 2. полевой; 3. стабилитрон; 4. туннельный; 5. полупроводниковый лазер</p>	<p>1. только 1</p> <p>2. все перечисленные</p> <p>3. 1,3,4,5</p> <p>4. 1,2,4,5</p>
20	<p>Какой из перечисленных полупроводниковых диодов является источником стимулированного излучения?</p>	<p>1. стабилитрон</p> <p>2. диод Шоттки</p> <p>3. диод Ганна</p> <p>4. лазер.</p>

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

#### 6.3.1 Критерии оценок промежуточной аттестации (дифф. зачет)

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

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных, лабораторных 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 предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных 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:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Трофимова, Т.И. Курс физики: учеб.пособие / Т.И. Трофимова. - М.: Высш. шк., 2001 и др. г. изд.
2. Епифанов, Г.И. Физические основы микроэлектроники: учеб.пособие / Г.И. Епифанов – М.: книга по требованию, 2012. – 190 с.
3. Физика конденсированного состояния: учебно-методический комплекс. Санкт-Петербургский горный университет/ сост.: Ю.И.Кузьмин, Н.А. Тупицкая, А.Ю.Егорова.– СПб, 2017. — 158с.
4. Чуркин, Ю.В. Физика твердого тела: учеб.пособие/ Ю.В. Чуркин, С.В. Субботин. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2008.
5. Шерстюк, А. И. Физика твердого тела: письм. лекции/ А. И. Шерстюк. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2003.



6. Физика конденсированного состояния. Учебно-методический комплекс. Санкт-Петербургский горный университет / сост.: Ю.И. Кузьмин, Н.А. Тупицкая, А.Ю. Егорова,. СПб, 2017. — 191 с.

### **7.1.2. Дополнительная литература**

7. Верещагин, Н.К. Физика твердого тела: учеб.пособие для втузов/ Н. К. Верещагин [и др.] – М.: Высшая школа, 2001.

8. Гуревич, А. Г. Физика твердого тела: учеб.пособие для вузов/ А. Г. Гуревич. – СПб.: Невский диалект. БХВ-Петербург, 2004.

9. Пщелко, Н.С. Физические основы полупроводниковой электроники, учеб.пособие / Н. С. Пщелко, А. С. Мустафаев, К. Л. Левин — [Электронный ресурс], контрольный номер RU/IS/BASE/463508393 — СПб: Нац. минер-сырьевой ун-т «Горный», 201, с. 254.

10. Физика. Физика твердого тела: Методические указания к расчетно-графическим работам и варианты заданий/ Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: Ю.И. Кузьмин, Н.С. Пщелко. –СПб, 2015, с. 32.

11. Физика твердого тела: методические указания к выполнению контрольной работы, задания на контрольную работу/сост.: А. И. Шерстюк, Д. Г. Летенко. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2003.

12. Физика. Физика твердого тела: методические указания к выполнению лабораторных работ/ сост.: К.Ф. Комаровских [и др.] – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2006.

13. Бонч-Бруевич, В.Л.. Физика полупроводников / В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников. – М.: Наука, 1990.

14. Мосс, Т. Полупроводниковая оптоэлектроника / Т. Мосс, Г. Баррел, Б. Эллис. – М.: Мир, 1976.

15. Смит, Р. Полупроводники / Р. Смит. – М.: Мир, 1982.

16. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. –М.: Мир, 1979.

17. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. –М.: Наука, 1990.

18. Блейкмор Дж. Физика твердого тела. –М.: Мир, 1988.

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

1. Общая физика. ФИЗИКА ТВЁРДОГО ТЕЛА. Зонная структура твёрдых тел. Контактные и магнитные явления в твёрдых телах: методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. : Стоянова Т. В., Томаев В.В. Санкт-Петербург, 2012. С. 53.

<http://personalii.spmi.ru/sites/default/files/pdf/mettvteloch1-8.pdf>

2. Физика. Солнечные элементы : методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Стоянова Т. В., Тупицкая Н.А. Санкт-Петербург, 2015. С. 21.

<http://personalii.spmi.ru/sites/default/files/pdf/otfmetodsolnelem2015stoyanova.pdf>

3. Физика. Р-п переход и его применение: методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Стоянова Т. В., Пщелко Н.С. Санкт-Петербург, 2015. С. 27.

[http://personalii.spmi.ru/sites/default/files/pdf/otfmetod\\_p-n\\_perehod2015stoyanova.pdf](http://personalii.spmi.ru/sites/default/files/pdf/otfmetod_p-n_perehod2015stoyanova.pdf)

4. ФИЗИКА. Изучение особенностей эффекта Холла. : методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Стоянова Т. В., Томаев В.В. Санкт-Петербург, 2016. С. 30.

<http://personalii.spmi.ru/sites/default/files/pdf/metodhollkomp2016labftt.pdf>

## **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/>  
<https://e.lanbook.com/books>.

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

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

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

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

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

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

12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

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

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

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

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

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

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

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий (Инженерный корпус)**

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

Лаборатории оснащены физическими лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Спецфизика».

#### *128 посадочных мест*

Стол – 65 шт., стул – 128 шт., кресло преподавателя – 1 шт. (128 посадочных мест + рабочее место преподавателя), доска настенная белая магнитно-маркерная – 2 шт., переносная трибуна – 1 шт., плакат - 4 шт. Мультимедийное оборудование – 1 установка, проектор – 2 шт., экран – 2 шт. (с возможностью подключения к сети «Интернет»)

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)

#### *30 посадочных мест*

Стол – 16 шт., стул – 30 шт., кресло преподавателя – 1 шт. (30 посадочных мест + рабочее место преподавателя), доска настенная белая магнитно-маркерная – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат - 4 шт.

#### *30 посадочных мест*

Стол – 16 шт., стул – 30 шт., кресло преподавателя – 1 шт. (30 посадочных мест + рабочее место преподавателя), доска настенная белая магнитно-маркерная – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат - 4 шт.

#### *30 посадочных мест*

Стол – 16 шт., стул – 30 шт., кресло преподавателя – 1 шт. (30 посадочных мест + рабочее место преподавателя), доска настенная белая магнитно-маркерная – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат - 4 шт.

#### *30 посадочных мест*

Стол – 16 шт., стул – 30 шт., кресло преподавателя – 1 шт. (30 посадочных мест + рабочее место преподавателя), доска настенная белая магнитно-маркерная – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат - 4 шт.

## **Аудитории для проведения лабораторных занятий и практических занятий (Инженерный корпус)**

*17 посадочных мест*

Стол – 8 шт., стул – 18 шт. (17 посадочных мест + рабочее место преподавателя), доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная – 1 шт., шкаф лабораторный – 2 шт., плакат- 4шт.

Лабораторные установки:

1. Учебно-научный комплекс квантовой физики, физики твердого тела, ядерной физики
2. Установка для изучения теплоемких металлов
3. Установка для исследования солнечных генераторов электроэнергии
4. Установка для изучения солнечных элементов
5. Установка для изучения светодиодов
6. Установка для изучения гальваномагнитных явлений в твердых телах
7. Установка для исследования *p-n*-перехода

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

### **8.2. Помещения 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: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования». Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012, Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

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:

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. 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) – 1 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

Corel DRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения».

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

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)

### **8.3. 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 (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **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 (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 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 (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

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

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).