

**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  
доцент И.И. Растворова**

---

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	11.03.04 –Электроника и нанoeлектроника
<b>Направленность (профиль):</b>	Промышленная электроника
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	Зав.кафедрой И.И. Растворова

**Рабочая программа дисциплины «Материалы электронной техники» разработана:**

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

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

Составитель \_\_\_\_\_ д. т. н., зав.кафедрой И.И. Растворова

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры электронных систем от 25.01.2021 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Т.Н., доц. И.И. Растворова

**Рабочая программа согласована:**

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

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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Материалы электронной техники» является изучение основ строения материалов и физики, происходящих в них явлений, технологии материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов наноэлектроники.

Основной задачей дисциплины «Материалы электронной техники» является формирование навыков экспериментальных исследований свойств материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов наноэлектроники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Материалы электронной техники» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «11.03.04 Электроника и наноэлектроника» и изучается в 3 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Материалы электронной техники» являются «Физика», «Химия», «Введение в направление».

Дисциплина «Материалы электронной техники» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Микроэлектроника», «Наноэлектроника», «Основы проектирования электронной компонентной базы».

Особенностью дисциплины является ознакомление с современными материалами электронной техники, их свойствами и применением в электронной технике.

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

Процесс изучения дисциплины «Материалы электронной техники» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
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-1.3. Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач
Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2	ОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. ОПК-2.2. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>112</b>	<b>112</b>
Подготовка к практическим занятиям	112	112
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>Э(36)</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>ак. час.</b>	<b>216</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>6</b>

#### 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
Введение	14	2	-	-	12
Раздел 1. Магнитные материалы электронной техники	34	6	8	-	20
Раздел 2. Проводниковые материалы электронной техники	36	8	8	-	20
Раздел 3. Полупроводниковые материалы электронной техники	38	8	10	-	20
Раздел 4. Диэлектрические материалы электронной техники	36	8	8	-	20
Раздел 5. Наноматериалы	22	2	-	-	20
<b>Итого:</b>	<b>180</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>112</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Введение	Классификация МЭТ. Основные свойства и общие сведения материалов	2
2	Магнитные материалы электронной техники	Основные свойства и общие сведения о магнитных свойствах материалов. Процессы при намагничивании и перемагничивании ферромагнетиков. . Назначение и области применения магнитных материалов. Магнитомягкие материалы. Назначение и об-	6

		ласти применения магнитных материалов. Магнитотвердые материалы	
3	Проводниковые материалы электронной техники	Проводниковые материалы. Физическая природа и основные свойства металлов и сплавов. Физические явления в проводниках	8
4	Полупроводниковые материалы электронной техники	Полупроводниковые материалы. Природа электропроводности полупроводников. Электрофизические свойства полупроводников. Фотоэлектрические и термоэлектрические свойства полупроводников	8
5	Диэлектрические материалы электронной техники	Диэлектрические материалы. Свойства диэлектриков. Классификация диэлектрических материалов. Электропроводность диэлектриков. Виды поляризации. Виды диэлектрических потерь. Пробой.	8
6	Наноматериалы	История развития наноэлектроники. Современные наноматериалы и их использование	2
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Магнитные материалы в электронной технике	8
2	Раздел 2.	Основные характеристики и применение резисторов	4
		Электрические свойства проводниковых материалов	4
3	Раздел 3.	Электропроводность полупроводниковых материалов	2
		Основные характеристики и применение нелинейных полупроводниковых резисторов	4
		Расчет электрических параметров материалов печатных плат	4
4	Раздел 4.	Электрические свойства диэлектриков	2
		Электрические свойства сегнетоэлектриков	2
		Основные характеристики и применение конденсаторов	4
<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 экзамена) 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 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. Магнитные материалы электронной техники**

1. Энергетические зоны в материалах электронной техники.
2. Физические свойства материалов электронной техники.
3. Основные отличительные свойства магнитных материалов.
4. Сильномагнитные вещества.
5. Слабомагнитные вещества.
6. Ферромагнитные свойства.

#### **Раздел 2. Проводниковые материалы электронной техники**

1. Основные отличительные свойства проводников.
2. Энергетическая диаграмма проводниковых материалов.
3. Удельное сопротивление металлов и сплавов.
4. Примеры использования высокопроводимых проводников.
5. Примеры использования низкопроводных проводников.

#### **Раздел 3. Полупроводниковые материалы электронной техники**

1. Основные отличительные свойства полупроводников.
2. Энергетическая диаграмма полупроводников.
3. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
4. Подвижность носителей заряда в полупроводниках
5. Электропроводность полупроводников.

#### **Раздел 4. Диэлектрические материалы электронной техники**

1. Основные отличительные свойства диэлектриков.
2. Потери в диэлектриках.
3. Поляризация диэлектриков.
4. Электропроводность диэлектриков.
5. Особенности расчета и основные характеристики конденсаторов.

#### **Раздел 5. Наноматериалы**

1. Особенности проявления физических свойств наноматериалов
2. Строение и основные свойства углеродных трубок
3. Строение и основные свойства графена
4. Основные методы получения наноматериалов для электронной техники

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

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:**

1. Как классифицируются электронные материалы?
  2. Как образуются энергетические зоны в кристаллическом теле?
  3. Что такое зона проводимости, валентная зона и запрещенная зона?
  4. Что такое «дырка»?
  5. Что понимается под структурой материалов электронной техники?
  6. Что понимается под составом материалов электронной техники?
  7. Каким внешним воздействиям могут подвергаться материалы электронной техники?
  8. Как классифицируются проводниковые материалы?
  9. Каковы основные характеристики проводниковых материалов?
  10. В чем заключается сущность явления сверхпроводимости и какие материалы применяются для изготовления сверх- и криопроводников?
  11. Какие сплавы высокого сопротивления наиболее широко применяются в электротехнике и для каких целей?
  12. Для каких целей используются материалы на основе благородных и неблагородных металлов?
  13. Как влияет на электропроводность полупроводников температура?
  14. Как влияет на электропроводность полупроводников электрическое поле?
  15. Как влияет на электропроводность полупроводников концентрация примесей?
  16. Что такое эффект Холла?
  17. Как влияет на электропроводность полупроводников освещение?
  18. Какое физическое явление лежит в основе фотоэлектрического эффекта?
  19. Что такое фотопроводимость и чем она определяется?
  20. Что такое электропроводность материала?
  21. Какие необходимы условия, чтобы в диэлектрике возник ток?
  22. Приведите основные формулы для удельного объёмного и поверхностного сопротивлений.
  23. Что такое диэлектрическая проницаемость?
  24. От каких факторов зависит электропроводность диэлектриков?
  25. Какие виды носителей заряда диэлектриков Вы знаете?
  26. Какие виды электропроводности диэлектриков Вы знаете?
  27. Каким образом зависит электропроводность от температуры диэлектрика?
  28. Как ведет себя электропроводность в слабых и в сильных электрических полях?
  29. Что такое пробой диэлектрика?
  30. Какие виды пробоев диэлектриков вы знаете?
- Что означает понятие «размерный эффект» применительно к электрическим параметрам тонких пленок?
31. Что понимают под «сверхпроводимостью» материалов?
  32. Что такое высокотемпературная и низкотемпературная сверхпроводимость?
  33. Какие модели объясняют явление сверхпроводимости?
  34. Какие материалы принято относить к диэлектрикам?

### **6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену**

#### Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2	Магнитные материалы подразделяются на ...	1. слабые и сильные 2. немагнитные и парамагнитные 3. слабые и парамагнитные 4. сильные и парамагнитные

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3	Ширина энергетической зоны обычно ...	1. 100 эВ 2. 200 эВ 3. 1 эВ 4. 5 эВ
4	Проводниками могут быть...	1. жидкости 2. твердые вещества 3. газы 4. все вышеперечисленное
5	Напряженность электрического поля имеет физическую размерность...	1. В×м 2. В/м <sup>3</sup> 3. В/м <sup>2</sup> 4. все утверждения не верны
6	Удельное сопротивление не зависит от параметра...	1. сопротивления 2. длины 3. сечения 4. все утверждения не верны
7	Проводниковые материалы второй группы применяются в основном для изготовления...	1. диодов 2. конденсаторов 3. тиристоров 4. все утверждения не верны
8	Криопроводники и сверхпроводники обладают ничтожно малым удельным электрическим сопротивлением при температурах, близких к...	1. температуре от -10 до 0°С 2. - 500 °С 3. - 50 °С 4. к абсолютному нулю
9	Количество свободных электронов определяется...	1. $\sigma = (q^2 n_0 \lambda) / (2 p)$ 2. $\sigma = (q^2 n_0 \lambda) / (2 m v_T)$ 3. $\sigma = (q^2 n_0 \lambda) / (6 m v_T)$ 4. $\sigma = (h^2 n_0 \lambda) / (2 m v_T)$
10	Причиной возрастания электропроводности полупроводника с ростом температуры является ...	1. увеличение подвижности носителей заряда. 2. уменьшение ширины запрещенной зоны. 3. рекомбинация носителей заряда. 4. увеличение концентрации носителей заряда.
11	Симметричный <i>p-n</i> -переход – это такой у которого ...	1. уровень легирующих примесей в обеих частях <i>p-n</i> -перехода одинаков 2. Вольт-амперная характеристика несимметрична 3. Неправильная геометрическая форма 4. Правильная геометрическая
12	Поляризацией называют состояние диэлектрика, характеризующееся наличием ...	1. магнитного момента у любого его объема 2. музыкального момента у любого его объема 3. критического момента у любого его объема 4. электрического момента у любого его объема
13	Состояние диэлектрика, характеризующееся наличием электрического мо-	1. электролизацией 2. поляризацией



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	мента у любого его объема называется ...	3. гомогенизацией 4. антиполяризацией
14	Состояние диэлектрика, характеризующееся наличием электрического момента у любого его объема называется ...	1. католизацией 2. полярностью 3. изоляцией 4. не один из приведенных
15	Магнитотвердые материалы идут на изготовление ...	1. транзисторов 2. сопротивлений 3. катушек индуктивности 4. постоянных магнитов
16	Магнитная проницаемость обозначается ...	1. $\mu$ 2. $\pi$ 3. $\beta$ 4. $\alpha$
17	Сильномагнитные вещества – это ...	1. ферромагнетики 2. ферримагнетики 3. оба варианта 4. не один из приведенных
18	Магнитная проницаемость – это ...	1. разность между индукцией $B$ и намагничивающей силой $H$ 2. отношение намагничивающей силы $H$ к индукции $B$ 3. отношение индукции $B$ к намагничивающей силе $H$ 4. сумма индукции $B$ и намагничивающей силы $H$
19	Фуллерен – это	1. высокосимметричная молекула $C_{160}$ 2. высокосимметричная молекула $C_{20}$ 3. высокосимметричная молекула $C_{80}$ 4. не один из вышеперечисленных вариантов
20	Углеродные нанотрубки — это ...	1. цилиндрические кристаллы, состоящие из атомов углерода и кремния 2. цилиндрические кристаллы, состоящие из атомов углерода и германия 3. сферические кристаллы, состоящие из одних лишь атомов углерода 4. не один из вышеперечисленных вариантов

#### Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Область науки, в которой изучаются закономерности физико-химических процессов в пространственных областях нанометровых размеров с целью управления отдельными атомами, молекулами, молекулярными системами при создании новых молекул называется ....	1. мелкотехнологией 2. нанотехнологией 3. минитехнологией 4. не один из вышеперечисленных вариантов

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2	Материалы, созданные с использованием наночастиц обладающие какими-либо уникальными свойствами, обусловленными присутствием этих частиц в материале	1. наноматериалы 2. микроматериалы 3. миллиматериалы 4. инновационные материалы
3	В качестве электроизоляционных материалов используют ...	1. активные диэлектрики 2. пассивные диэлектрики 3. активные и пассивные 4. не один из вышеперечисленных вариантов
4	Диэлектрические свойства – это ...	1. большое сопротивление прохождению электрического тока и способность поляризоваться 2. способность поляризоваться 3. большое сопротивление прохождению электрического тока 4. не один из вышеперечисленных вариантов
5	Зависимость магнитных свойств от выделенного направления в магнетике называется ...	1. думанитная анизотропия 2. магнитная анизотропия 3. магнитная монотропия 4. магнитная политропия
6	Технически чистое железо – это ...	1. низкоуглеродистая сталь 2. высокоуглеродистая сталь 3. низкомолекулярна ясталь 4. наносталь
7	Магнитные свойства железа зависят от ...	1. его чистоты 2. его чистоты и способа обработки 3. от его способа огработки 4. все утверждения не верны
8	Магнитная постоянная $\mu_0 = \dots$	1. $10\pi \times 10^{-7}$ 2. $\pi \times 10^{-7}$ 3. $40\pi \times 10^{-7}$ . 4. все утверждения не верны
9	Зависимость магнитных свойств от выделенного направления в магнетике называется ...	1. думанитная анизотропия 2. магнитная анизотропия 3. магнитная монотропия 4. магнитная политропия
10	Потеря диэлектрика в электрическом поле своих электроизоляционных свойств называется ...	1. расширением диэлектрика 2. потерей диэлектрика 3. пробоем диэлектрика 4. электризацией диэлектрика
12	Минимальное напряжение, при котором происходит пробой диэлектрика, называется ...	1. забивным напряжением 2. предельным напряжением 3. пробивным напряжением 4. минимальным напряжением
13	Пробивное напряжение – это ...	1. минимальное напряжение, при котором происходит пробой диэлектрика 2. минимальное напряжение, при котором происходит разрыв диэлектрика 3. максимальное напряжение, при кото-

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		ром происходит пробой диэлектрика 4. максимальное напряжение, при котором происходит разрыв диэлектрика
14	Поляризованность определяется ...	1. $P = -\epsilon_a \epsilon E$ 2. $P = \epsilon_a (\epsilon - 1) E$ 3. $P = (\epsilon - 1) E$ 4. $P = (\epsilon_a \epsilon - 1) E$
15	Диэлектрическая восприимчивость обозначается ...	1. $\ddot{u}$ 2. $\text{£}$ 3. $\theta$ 4. $\chi$
16	Диэлектрическая восприимчивость определяется как ...	1. $\epsilon - 1$ 2. $1 - \epsilon$ 3. $\epsilon - 20$ 4. $\epsilon - 100$
17	Удельное сопротивление не зависит от параметра...	1. сопротивления 2. длины 3. сечения 4. все утверждения не верны
18	Электрический ток это упорядоченное движение свободных электрических зарядов под действием...	1. индуктивности 2. магнитного потока 3. магнитного поля 4. все утверждения не верны
19	Электрический ток в металлических проводниках представляет собой упорядоченное движение...	1. свободных ионов 2. свободных протонов 3. свободных электродов 4. свободных электронов
20	Процесс введения примесей в полупроводник – это ...	1. легирование. 2. формирование. 3. сульфатация. 4. флотация.

### Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2	Зависимость магнитных свойств от выделенного направления в магнетике называется ...	1. думанитная анизотропия 2. магнитная анизотропия 3. магнитная монотропия 4. магнитная политропия
3	Абсолютная диэлектрическая постоянная обозначается ...	1. $\epsilon_a$ 2. $\text{£}$ 3. $\pi$ 4. $\text{€}$
4	Абсолютная диэлектрическая постоянная определяется как ...	1. $\epsilon_0 \epsilon$ 2. $\epsilon_0 \epsilon$ 3. $\epsilon_c \epsilon$ 4. $\epsilon_1 \epsilon$
5	Какой вид поляризации происходит без потерь?	1. электронный 2. дипольно-релаксационный 3. спонтанный

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. самопроизвольный
6	Зависимость $Q=f(U)$ у спонтанного типа поляризации представляет собой ...	1. петлю гистерезиса 2. куб 3. ромб 4. эллипс
7	Диэлектрическая восприимчивость определяется как ...	1. $\epsilon-1$ 2. $1-\epsilon$ 3. $\epsilon-20$ 4. $\epsilon-100$
8	Потеря диэлектрика в электрическом поле своих электроизоляционных свойств называется ...	1. расширением диэлектрика 2. потерей диэлектрика 3. пробоем диэлектрика 4. электризацией диэлектрика
9	Минимальное напряжение, при котором происходит пробой диэлектрика, называется ...	1. забивным напряжением 2. предельным напряжением 3. пробивным напряжением 4. минимальным напряжением
10	Пробивное напряжение – это ...	1. минимальное напряжение, при котором происходит пробой диэлектрика 2. минимальное напряжение, при котором происходит разрыв диэлектрика 3. максимальное напряжение, при котором происходит пробой диэлектрика 4. максимальное напряжение, при котором происходит разрыв диэлектрика
11	Коэрцитивная сила обозначается ...	1. $H_c$ 2. $\Phi_c$ 3. $K_c$ 4. $P_c$
12	Магнитный поток имеет размерность ...	1. Вб 2. А 3. Тл 4. Ом
13	Индукция насыщения обозначается ...	1. $C_x$ 2. $R_T$ 3. $H_Q$ 4. $B_S$
14	Намагниченность обозначается ...	1. $J_M$ 2. $Y_M$ 3. $W_M$ 4. $Q_M$
15	Нанотрубка — это ...	1. топологическая форма наночастиц в виде полого наностержня 2. топологическая форма наночастиц в виде сферы 3. топологическая форма наночастиц в виде ромба 4. топологическая форма наночастиц в виде полумесяца
16	Фуллерен – это	1. высокосимметричная молекула $C_{160}$ 2. высокосимметричная молекула $C_{20}$ 3. высокосимметричная молекула $C_{80}$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. не один из вышеперечисленных вариантов
17	Диэлектрики, параметры которых можно регулировать называют ...	1. активные диэлектрики 2. пассивные диэлектрики 3. активные и пассивные 4. не один из вышеперечисленных вариантов
18	В качестве электроизоляционных материалов используют ...	1. активные диэлектрики 2. пассивные диэлектрики 3. активные и пассивные 4. не один из вышеперечисленных вариантов
19	Диэлектрические свойства – это ...	1. большое сопротивление прохождению электрического тока и способность поляризоваться 2. способность поляризоваться 3. большое сопротивление прохождению электрического тока 4. не один из вышеперечисленных вариантов
20	Проводниковые материалы второй группы применяются в основном для изготовления...	1. диодов 2. конденсаторов 3. тиристоров 4. все утверждения не верны

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

#### 6.3. 1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
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:**

Количество правильных ответов, %	Оценка
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. Материаловедение и технологии электроники: Учебное пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 427 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-008966-9, 200 экз.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=416461>

2. Материаловедение. Конструкционные и электротехнические материалы. Материалы и элементы электронной техники/Новиков И.Л., Дикарева П.П., Романова Т.С. - Новосибир.: НГТУ, 2010. - 56 с.: ISBN 978-5-7782-1479-8

<http://znanium.com/bookread2.php?book=548084>

3. Томилин, В. И. Физическое материаловедение. Ч. 1. Пассивные диэлектрики [Электронный ресурс] : учеб. пособие в 2 ч. / В. И. Томилин, Н. П. Томилина, В. А. Бахтина. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 280 с. - ISBN 978-5-7638-2510-7.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=440908>

**7.1.2. Дополнительная литература**

1. Электроника и наноэлектроника (учебное пособие). Растворова И.И., Терехов В.Г. Санкт-Петербургский горный университет, регистрационное свидетельство №45861, № госуд. регистрации обязательного экземпляра ЭИ – 0321602516, 2016, 204 с.

<http://www.iprbookshop.ru/71712.html>

2. Битнер, Л.Р. Материалы и элементы электронной техники [Электронный ресурс] / Л.Р. Битнер. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2003. — 169 с. —

<https://e.lanbook.com/book/5465>

**7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Сильвашко С.А. Программные средства компьютерного моделирования элементов и устройств электроники : учебное пособие / С.А. Сильвашко, С.С. Фролов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет», Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники. - Оренбург : ОГУ, 2014. - 170 с. : ил., схем. - Библиогр.: с. 162-163. ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270293>

2. Основы преобразовательной техники. Методические указания по курсовому проектированию / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Составитель И.И. Растворова. СПб, 2014. 38с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=10%D1%82%D0%BF%D0%9E%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%BE%D0%B8%D0%B1128%2D617524<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=10%D1%82%D0%BF%D0%9E%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%BE%D0%B8%D0%B1128%2D617524<.>)

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

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

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

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

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

6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
7. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
15. 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, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Общее оборудование: стол 8шт., компьютерное кресло 17 шт., шкаф 2 шт., мультимедийный проектор, экран, доска аудиторная; Тематические стенды 2 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»); 13 моноблоков Lenovo 3571JAG

#### **Аудитории для проведения лекционных и практических занятий (Учебный центр №2):**

*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; CorelDRAW 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), 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. 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» (обслуживание до 2025 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На по-

ставку оборудования" (обслуживание до 2025 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2025 года), 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 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2025 года).

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 XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2025 года).

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) – 17 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 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2025 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2025 года).

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).