

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
 по образовательной деятельности



А.А. Панфилов

« 30 » \_\_\_\_\_ 08 \_\_\_\_\_ 2018

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Материалы электронных средств»**

Направление подготовки 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств"

Профиль подготовки: «Проектирование и технология электронных средств»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
4	3/108	18	18		72	зачёт
5	5/180	18		18	117	экзамен (27)
Итого	8/288	36	18	18	189	зачёт, экзамен (27)

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов знаний о свойствах материалов электронных средств; закономерностях изменения свойств при взаимодействии материалов с электрическими, магнитными, механическими, тепловыми полями; основных параметрах, используемых для оценки свойств и возможности применения материалов в производстве электронных средств.

Задачи:

- формирование у студентов знаний о свойствах материалов электронных средств; закономерностях изменения свойств при взаимодействии материалов с электрическими, магнитными, механическими, тепловыми полями;
- приобретение студентами навыков расчёта параметров, характеризующих функциональные свойства материалов электронных средств, обоснованного выбора материалов, исходя из назначения и условий эксплуатации изделия;
- формирование представлений о перспективах разработки и использования новых материалов в соответствии с основными направлениями развития микроэлектроники и нанoeлектроники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Материалы электронных средств» относится к обязательной части ОПОП ВО. Пререквизиты дисциплины: «Физика», «Химия», «Введение в проектирование и технологию электронных средств» «Физико-химические процессы в технологии электронных средств», «Компоненты электронных средств».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-6	частичное	<b>Знать</b> способы поиска, хранения и обработки информации из различных источников и баз данных по материалам электронных средств., <b>Уметь</b> осуществлять поиск информации о параметрах материалов электронных средств. <b>Владеть</b> навыками поиска и использования источников информации для анализа функциональных, технологических и потребительских свойств материалов электронных средств.
ПК-3	частичное	<b>Знать</b> основные приемы представления результатов выполненной работы в виде отчетов и презентаций. <b>Уметь</b> формировать презентации, научно-технические отчеты по результатам исследования свойств материалов электронных средств <b>Владеть</b> навыками представления результатов информационного поиска по тенденциям развития материаловедения в области микро - и нанoeлектроники в виде презентаций.
ПК-5	частичное	<b>Знать</b> основные свойства и параметры

		<p>конструкционных диэлектрических, проводниковых, полупроводниковых, магнитных и других материалов электронных средств.</p> <p><b>Уметь</b> рассчитывать основные параметры материалов конструкций электронных средств.</p> <p><b>Владеть</b> навыками анализа основных параметров материалов конструкций электронных средств, необходимых для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей.</p>
ПК-15		<p><b>Знать</b> основные параметры, характеризующие функциональные, технологические и потребительские свойства материалов электронных средств.</p> <p><b>Уметь</b> выполнять задания в области сертификации материалов электронных средств.</p> <p><b>Владеть</b> навыками анализа основных параметров материалов, необходимых для выполнения заданий в области сертификации материалов электронных средств.</p>

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
<b>1</b>	<b>Состав и структура материалов</b>	<b>4</b>	<b>1-5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>26</b>	<b>2,4/20</b>	
	Тема 1. Состав материалов.		1	2	2		8	0,8/20	
	Тема 2. Структура материалов.		3	2	2		8	0,8/20	
	Тема 3 Особенности структуры металлов и сплавов.		5	2	2		10	0,8/20	Рейтинг - контроль №1
<b>2</b>	<b>Общая характеристика свойств материалов электронных средств</b>	<b>4</b>	<b>7-9</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>16</b>	<b>1,6/20</b>	
	Тема 1. Классификация свойств материалов.		7	2	2		6	0,8/20	
	Тема 2. . Основные свойства материалов электронных средств		9	2	2		10	0,8/20	

<b>3</b>	<b>Свойства электротехнических материалов электронных средств</b>	4	11-17	8	8		30	3,2/20	
	Тема 1. Электро-и теплофизические свойства металлов и сплавов		11	2	2		8	0,8/20	Рейтинг - контроль №2
	Тема 2. Магнитные свойства материалов		13	2	2		8	0,8/20	
	Тема 3. Физические процессы в диэлектриках и их свойства		15	2	2		8	0,8/20	
	Тема 4 Основные параметры и свойства полупроводниковых материалов		17	2	2		6	0,8/20	Рейтинг - контроль №3
	Всего за семестр:	4	18	18	18		72	7,2/20	Зачёт
<b>4</b>	<b>Конструкционные материалы и их применение в электронных средствах</b>	5	1-5	6		6	37	2,4/20	
	Тема 1. Конструкционные стали		1	2		2	12	0,8/20	
	Тема 2. Цветные металлы и сплавы на их основе		3	2			10	0,4/20	
	Тема 3. Неметаллические конструкционные материалы		5	2		4	15	1,2/20	Рейтинг - контроль №1
<b>5</b>	<b>Электротехнические материалы и их применение в электронных средствах</b>	5	5-8	12		12	72	4,8/20	
	Тема 1. Проводниковые материалы		7	2		4	12	1,2/20	
	Тема 2. Магнитомягкие материалы		9	2			10	0,4/20	
	Тема 3. Магнитотвёрдые материалы		11	2			10	0,4/20	Рейтинг - контроль №2
	Тема 4. Полупроводниковые материалы		13	2		4	12	1,2/20	
	Тема 5. Диэлектрические материалы		15	2		4	14	1,2/20	
	Тема 6. Наноматериалы		17	2			14	0,4/20	Рейтинг - контроль №3
	Всего за семестр:	5	18	18		18	117	7,2/20	Экзамен (27)
	Наличие в дисциплине КП/КР					-			-
	Итого по дисциплине:	4,5	36	36	18	18	189	14,4/20	Зачёт, экзамен (27)

# Содержание лекционных занятий по дисциплине

4 семестр

## Раздел 1. Состав и структура материалов

### *Тема 1. Состав материалов*

Химический состав и химическая природа материалов; металлы, полуметаллы, неметаллы; использование вещества в элементарном состоянии. Сплавы и интерметаллические химические соединения, органические и неорганические химические соединения. Типы химической связи и их взаимосвязь со свойствами материалов; проводники, полупроводники, диэлектрики. Роль примесей, контролируемые и неконтролируемые примеси, легирование.

### *Тема 2. Структура материалов*

Основные структурирующие признаки. Степень упорядоченности структуры. Монокристаллические, поликристаллические и некристаллические материалы. Типы кристаллических решеток. Полиморфизм. Дефекты кристаллического строения. Влияние дефектов на электрические и физико-механические свойства материалов. Индексация плоскостей и направлений. Структура материалов и анизотропия свойств, текстура.

### *Тема 3. Особенности структуры металлов и сплавов*

Классификация металлов. Микро- и макроструктура. Фазы и структуры сплавов. Типы фаз, образующихся в сплавах (твердые растворы, химические соединения, промежуточные фазы, гетерогенные структуры). Аморфные металлы. Термическая обработка металлов и сплавов. Сущность термической обработки и классификация методов (отжиг первого рода, отжиг второго рода, нормализация, закалка, отпуск, старение, химико-термическая и термомеханическая обработки).

## Раздел 2 Общая характеристика свойств материалов электронных средств

### *Тема 1. Классификация свойств материалов*

Функциональные, технологические и потребительские свойства материалов. Изотропные и анизотропные свойства. Структурно - устойчивые и структурно - чувствительные свойства. Усредненные и экстремальные свойства. Статистически - вероятностные и фундаментальные свойства. Простые и сложные свойства.

### *Тема 2. Основные свойства материалов электронных средств*

Механические свойства материалов и их связь со строением. Теплофизические свойства материалов. Учет теплофизических свойств при проектировании электронных средств. Оптические свойства и их зависимость от строения материалов. Электрические свойства материалов и их зависимость от состава и структуры. Магнитные свойства и их связь со строением материалов. Общая классификация материалов по типу химической связи, особенностям структуры, химическому составу, электропроводности, назначению; их применение в электронных средствах.

## Раздел 3. Свойства электротехнических материалов электронных средств

### *Тема 1. Электро-и теплофизические свойства металлов и сплавов*

Электропроводность металлов и сплавов; концентрация, подвижность и средняя длина свободного пробега носителей заряда; температурный коэффициент сопротивления. Влияние на удельное электрическое сопротивление проводников примесей, температуры, деформации, частоты электромагнитного поля. Теплоемкость и теплопроводность металлов. Температурный коэффициент линейного расширения металлов и сплавов. Зависимость теплопроводности и температурного коэффициента расширения от особенностей строения материалов.

### *Тема 2. Магнитные свойства материалов*

Классификация материалов по магнитным свойствам. Ферро - и ферримагнетики, их основные свойства. Процессы намагничивания и перемагничивания. Гистерезис,

параметры петли гистерезиса. Особенности поведения магнитных материалов в переменном магнитном поле. Потери при перемагничивании в постоянном и переменном магнитных полях. Зависимость свойств магнитных материалов от состава и структуры материала, температуры, давления и др. Магнитная анизотропия. Магнитострикция. Магниторезистивный эффект, эффект Фарадея.

### ***Тема 3. Физические процессы в диэлектриках и их свойства***

Поляризация диэлектриков, ее сущность. Виды поляризации. Зависимость диэлектрической проницаемости от различных факторов. Электропроводность диэлектриков. Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков. Диэлектрические потери. Мощность потерь. Тангенс угла диэлектрических потерь. Высоко- и низкочастотные диэлектрики. Пробой диэлектриков. Виды пробоя, их физическая сущность и влияющие факторы.

### ***Тема 4. Основные параметры и свойства полупроводниковых материалов***

Основные параметры полупроводниковых материалов (удельное электрическое сопротивление, ширина запрещенной зоны, концентрация носителей заряда, подвижность носителей заряда) и их зависимость от состава, структуры и внешних факторов. Принципы технологии производства полупроводниковых материалов. Классификация полупроводниковых материалов (простые вещества, органические и неорганические химические соединения; композиционные материалы).

5 семестр

## **Раздел 4. Конструкционные материалы и их применение в электронных средствах**

### ***Тема 1. Конструкционные стали***

Общие требования к конструкционным материалам. Черные металлы и сплавы. Фазовые составляющие в сплавах системы железо – углерод. Классификация сталей по составу и качеству. Углеродистые и легированные стали. Стали общего и специального назначения. Стали с особыми свойствами. Сортаменты. Применение.

### ***Тема 2. Цветные металлы и сплавы на их основе***

Алюминий и сплавы на его основе (деформируемые и литейные), области применения, способы коррозионной защиты. Медь и сплавы на ее основе (латуни, бронзы, медно-никелевые сплавы). Титан и сплавы на его основе. Сплавы с памятью формы. Магний и сплавы на его основе. Основные свойства и области применения.

### ***Тема 3. Неметаллические конструкционные материалы***

Общая характеристика пластмасс. Состав, структура, степень кристалличности, полярность и их влияние на свойства. Механические свойства аморфных и кристаллических полимерных материалов. Конструкционные пластмассы и их применение в ЭС. Термопласты и реактопласты, их свойства. Классификация пластмасс по эксплуатационному назначению. Керамические материалы и их применение в ЭС.

## **Раздел 5. Электротехнические материалы и их применение в электронных средствах**

### ***Тема 1. Проводниковые материалы***

Основные свойства и параметры проводниковых материалов. Материалы высокой электрической проводимости (медь, алюминий, серебро, золото). Основные требования к ним. Проводниковые сплавы. Применение. Сверхпроводящие материалы. Основные свойства. Применение. Проводниковые материалы высокого электрического сопротивления. Материалы высокого удельного сопротивления для резистивных элементов; их состав, структура, свойства. Материалы для нагревательных элементов и термопар.

### **Тема 2. Магнитомягкие материалы**

Общие закономерности, определяющие свойства магнитомягких материалов. Низкочастотные магнитомягкие материалы: технически чистое железо, электротехнические стали, пермаллой, альсиферы. Применение. Термомагнитные материалы. Магнитострикционные материалы. Высокочастотные магнитомягкие материалы: магнитодиэлектрики, ферриты. Применение. Ферриты с прямоугольной петлей гистерезиса. Аморфные магнитные пленки.

### **Тема 3. Магнитотвёрдые материалы**

Основные характеристики и особенности структуры магнитотвёрдых материалов. Стабильность свойств. Применение. Металлические литейные магнитотвёрдые материалы. Деформируемые магнитотвёрдые сплавы. Порошковые магнитотвёрдые материалы. Ферритовые магнитотвёрдые материалы и их применение в ЭС. Материалы для магнитной записи информации.

### **Тема 4. Полупроводниковые материалы**

Классификация полупроводниковых материалов. Основные свойства и области применения полупроводниковых материалов. Простые (одноэлементные) полупроводники. Селен. Германий. Алмаз. Кремний. Полупроводниковые модификации углерода. Полупроводниковые соединения. Неорганические химические соединения типа  $A^{II} B^{VI}$ ,  $A^{III} B^V$ ,  $A^{IV} B^{IV}$ . Окисные полупроводники. Органические полупроводники. Аморфные полупроводники. Свойства и области применения.

### **Тема 5. Диэлектрические материалы**

Неорганические диэлектрические материалы. Стекла. Структура, свойства, классификация. Стеклокристаллические материалы. Керамические диэлектрические материалы. Установочная керамика. Конденсаторная керамика. Сегнетокерамика. Пьезокерамика. Состав, свойства, применение. Органические диэлектрические материалы. Электротехнические пластмассы и их применение в электронных средствах. Лаки и эмали, компаунды. Клеи и герметики. Основные свойства и области применения диэлектрических материалов.

### **Тема 6. Наноматериалы**

Наноструктуры и наноструктурные материалы: фуллерены, нанотрубки, аморфные металлические сплавы, нанокристаллические и квазикристаллические материалы. Физико-химические свойства и практическое использование фуллеренов и нанотрубок. Свойства и применение аморфных металлических сплавов. Металлические композиционные наноматериалы. Наноструктурированная керамика. Углеродные наноматериалы. Нанопористые полимерные материалы. Применение наноматериалов в электронных средствах.

## **Содержание практических занятий по дисциплине**

4 семестр

### **Раздел 1. Электропроводность полупроводников**

#### **Тема 1. Состав материалов**

1. Классификация материалов по химическому составу.
2. Использование веществ в элементарном состоянии в электронных средствах.
3. Типы химической связи.
4. Взаимосвязь типа химической связи и свойств материала.
5. Роль примесей в создании материалов с необходимыми свойствами.

#### **Тема 2. Структура материалов**

1. Основные структурирующие признаки.
2. Типы кристаллических решеток.
3. Дефекты кристаллического строения.

4. Индексация плоскостей и направлений в монокристаллических веществах.

### ***Тема 3. Особенности структуры металлов и сплавов***

1. Классификация металлов.
2. Типы кристаллических решеток в металлах.
3. Фазы и структуры сплавов
4. Методы термической обработки металлов и сплавов.

## **Раздел 2. Общая характеристика свойств материалов электронных средств**

### ***Тема 1. Классификация свойств материалов***

1. Функциональные свойства материалов.
2. Технологические свойства материалов.
3. Потребительские свойства материалов.
4. Простые и сложные свойства материалов.

### ***Тема 2. Основные свойства материалов электронных средств***

1. Механические свойства материалов.
2. Теплофизические свойства материалов.
3. Электрические свойства материалов.
4. Магнитные свойства материалов.
5. Оптические свойства материалов.

## **Раздел 3. Свойства электротехнических материалов электронных средств**

### ***Тема 1. Электро-и теплофизические свойства металлов и сплавов***

1. Расчёт параметров электропроводности металлов.
2. Расчёт параметров электропроводности сплавов.
3. Расчёт влияния температуры на удельное электрическое сопротивление проводников.
4. Расчёт частоты электромагнитного поля влияния на удельное электрическое сопротивление проводников.

### ***Тема 2. Магнитные свойства материалов***

1. Расчёт параметров магнитных свойств ферро - и ферромагнетиков.
2. Определение параметров петли гистерезиса.
3. Расчёт потерь при перемагничивании в постоянном магнитном поле.
4. Расчёт потерь при перемагничивании в переменном магнитном поле.

### ***Тема 3. Физические процессы в диэлектриках и их свойства***

1. Анализ механизмов поляризации.
2. Расчёт параметров электропроводности диэлектриков.
3. Расчёт диэлектрических потерь в диэлектриках.
4. Расчёт электрической прочности диэлектриков.

### ***Тема 4. Основные параметры и свойства полупроводниковых материалов***

1. Расчёт концентрации носителей заряда в полупроводниках.
2. Расчёт удельной электропроводности полупроводников.
3. Расчёт влияния температуры на удельное электрическое сопротивление полупроводников.
4. Расчёт влияния концентрации примесей на удельное электрическое сопротивление полупроводников.

## **Содержание лабораторных занятий по дисциплине** 5 семестр

### **Раздел 4. Конструкционные материалы и их применение в электронных средствах**

#### ***Тема 1. Конструкционные стали***



Лабораторная работа « Анализ свойств конструкционных сталей в производстве ЭС». Изучение классификации сталей по составу и качеству. Анализ требований к материалу детали сборочной единицы ЭС. Выбор марки стали, определение сортамента.

**Тема 3. Неметаллические конструкционные материалы**

Лабораторная работа « Анализ свойств конструкционных пластмасс в производстве ЭС». Изучение классификации пластмасс по составу, свойствам, применению. Анализ требований к материалу детали сборочной единицы ЭС. Выбор марки пластмассы, определение сортамента и метода изготовления.

**Раздел 5 Электротехнические материалы и их применение в электронных средствах**

**Тема 2. Проводниковые материалы**

Лабораторная работа « Анализ свойств проводниковых материалов ЭС». Изучение и расчёт электрофизических параметров проводниковых материалов. Сравнительная характеристика их свойств и областей применения.

**Тема 3. Полупроводниковые материалы**

Лабораторная работа « Анализ свойств полупроводниковых материалов ЭС». ». Изучение и расчёт электрофизических параметров полупроводниковых материалов. Сравнительная характеристика их свойств и областей применения.

**Тема 1. Диэлектрические материалы**

Лабораторная работа «Анализ свойств диэлектрических материалов ЭС». Изучение и расчёт электрофизических параметров диэлектрических материалов. Сравнительная характеристика их свойств и областей применения.

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Материалы электронных средств» используются образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения. Занятия проводятся в мультимедиа-аудиториях оборудованных компьютерной техникой и средствами для демонстрации презентаций и других видео- и аудиоматериалов. Имеются подборки видеоматериалов и слайдов, текстовых файлов по тематике курса, доступных каждому студенту.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (раздел 1, темы 1-3; раздел 2, тема 1; раздел 3, тема 1; раздел 4, темы 2,3; раздел 5, тема 2);
- Групповая дискуссия (раздел 1, тема 3; раздел 3, темы 1; раздел 5, тема 1);
- Разбор конкретных ситуаций (раздел 2, темы 1,2; раздел 4, тема 2; раздел 5, тема 2).

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**Текущий контроль успеваемости**  
4 семестр

*Рейтинг - контроль №1*

1. Структура материалов. Основные структурирующие признаки.
2. Различия между монокристаллическими, поликристаллическими и аморфными материалами?
3. Типы кристаллических решеток

4. Влияние дефектов кристаллического строения на электрические и физико-механические свойства материалов.
5. Структура материалов и анизотропия свойств, текстура.
6. Какие свойства называют функциональными (технологическими, потребительскими)? Приведите примеры.
7. Приведите примеры сложных свойств материала, проявляющихся при воздействии полей нескольких видов.
8. Проведите классификацию материалов по их поведению в электрическом (магнитном) поле. Приведите примеры.
9. Приведите примеры механических (оптических, химических, электрических, магнитных) свойств материалов.
10. Механические свойства материалов (деформационные, прочностные, фрикционные, акустические) и их связь со строением.
11. Зависимость теплопроводности и температурного коэффициента расширения от особенностей строения материалов.
12. Оптические свойства и их зависимость от строения материалов

#### *Рейтинг-контроль №2*

1. Как сказываются размерные эффекты на электропроводности пленочных материалов и ее зависимости от температуры?
2. От каких факторов зависит электропроводность композиционных материалов?
3. Как зависит удельное сопротивление сплавов от состава?
4. Почему удельное сопротивление металлов увеличивается с повышением температуры?
5. Объясните зависимость удельного сопротивления тонких металлических пленок от их толщины?
6. Объясните поведение проводников в электромагнитном поле на высоких частотах?
7. Какие металлы, и в каких условиях могут переходить в состояние сверхпроводимости?
8. Как и почему изменяется удельное сопротивление металлов при механических воздействиях (сжатие, растяжение, изгиб, пластическая деформация)?
9. Почему при термической закалке удельное сопротивление металлов возрастает, а при термическом отжиге - уменьшается?
10. Объясните зависимость удельного сопротивления тонких металлических пленок от их толщины?

#### *Рейтинг-контроль №3*

1. Какие материалы называют диэлектрическими?
2. С какими механизмами поляризации связаны диэлектрические потери?
3. Поясните смысл понятий угол и тангенс угла диэлектрических потерь.
4. Какие причины вызывают появление тока утечки в диэлектриках?
5. Какие причины вызывают изменение диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь при изменении температуры?
6. Какие причины вызывают изменение сопротивления изоляции при изменении температуры?
7. Как зависит ток утечки диэлектриков от температуры и почему?
8. Какие виды поляризации можно считать мгновенными, а какие замедленными? Установите взаимосвязь между видами поляризации и механизмом диэлектрических потерь.
9. Какие механизмы пробоя твердых диэлектриков Вам известны? Каковы условия появления каждого из них? Почему значение пробивного напряжения не характеризует электрическую прочность диэлектрика?
10. Какой механизм пробоя характерен для диэлектриков при импульсном воздействии высокого напряжения?

11. Объясните природу ферромагнетизма.
12. Объясните причины образования магнитного гистерезиса.
13. Объясните зависимость магнитной проницаемости ферромагнетика от напряженности магнитного поля.
14. Чем отличаются статическая и динамическая петли гистерезиса .
15. Какие виды потерь характерны для ферромагнетиков?

#### 5 семестр

#### *Рейтинг-контроль № 1*

1. Какие материалы называют электротехническими (конструкционными, технологическими)? Приведите примеры таких материалов.
2. Приведите классификацию сталей по составу.
3. Приведите классификацию сталей по качеству.
4. Какие характеристики стали могут быть отражены в ее марке?
5. Почему повышение концентрации углерода приводит к повышению твердости?
6. В чём состоит отличие бронзы от латуни? Укажите основные преимущества и недостатки бронз по сравнению с латунями.
7. Какими преимуществами и недостатками обладают сплавы алюминия по сравнению с чистым алюминием?
8. Что такое эффект запоминания формы? Назовите основные материалы с памятью формы, а также укажите возможные области применения таких материалов.
9. Кратко охарактеризуйте основные свойства и области применения цинка и сплавов на его основе.
10. Какие свойства пластмасс позволяют широко применять их в различных конструкциях?
11. Назовите основные преимущества керамики перед пластмассами.
12. Назовите неметаллические конструкционные материалы и укажите их применение в электронных средствах.
13. Чем обусловлены невысокие механические и теплофизические показатели полиэтилена?
14. Какие виды связующих веществ в терморезистивных пластмассах вы знаете?
15. С чем связана повышенная гигроскопичность волокнистых и слоистых пластмасс?
16. Что вы знаете о газонаполненных пластмассах?

#### *Рейтинг-контроль №2*

1. Какими преимуществами и недостатками по сравнению с алюминием обладает медь как проводниковый материал?
2. Известно, что медь бывает мягкая (марки ММ) и твёрдая (марки МТ). Какой из этих двух видов меди используется в электротехнике как основной проводниковый материал и чем обусловлено это предпочтение одного вида другому?
3. В чём состоят основные недостатки алюминия как электротехнического материала?
4. Объясните, почему различаются удельные сопротивления отожжённой и холоднокатаной меди?
5. Какие металлы могут переходить в состояние сверхпроводимости?
6. Сформулируйте условия, благоприятные для возникновения ферромагнетизма.
7. Объясните природу ферромагнетизма.
8. Какими магнитными свойствами характеризуются магнитомягкие материалы?
9. Чем отличаются статическая и динамическая петли гистерезиса .
10. Какие виды потерь характерны для ферромагнетиков?
11. Почему металлические ферромагнетики применяются только на низких частотах?
12. По каким признакам материалы можно отнести к магнитомягким?
13. По каким признакам материалы можно отнести к магнитотвёрдым?

14. Для каких целей применяются магнитотвёрдые материалы?
15. Для каких целей применяются магнитомягкие материалы?

#### *Рейтинг-контроль №3*

1. Почему для изготовления большинства полупроводниковых приборов требуется монокристаллические материалы?
2. Какие преимущества кремния обуславливают его широкое применение при изготовлении интегральных микросхем?
3. Какие полупроводниковые материалы используются в качестве люминофоров?
4. Какие преимущества имеют полупроводниковые многокомпонентные твердые растворы при создании гетеропереходов?
5. Какие полупроводниковые соединения называются халькогенидами?
6. Какие материалы называют диэлектрическими?
7. С какими механизмами поляризации связаны диэлектрические потери?
8. Какие причины вызывают появление тока утечки в диэлектриках?
9. Почему полярные диэлектрики обладают, как правило, низкой морозостойкостью?
10. Почему полимеры с линейной и разветвлённой структурой молекул редко используют как изоляторы?
11. Каковы основные области применения слоистых пластиков в электронике?
12. Что вы знаете о полиимидах?
13. Процентным содержанием, какой фазовой составляющей, в первую очередь, определяется качество керамического материала?
14. Какие характерные особенности позволили керамическим материалам найти широкое применение именно как электроизоляционным материалам?
15. Каковы основные области применения наноматериалов в электронике?

#### **Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачёт)** 4 семестр

##### *Вопросы для подготовки к зачёту*

1. Химический состав материалов. Металлы, полуметаллы, неметаллы. Использование вещества в элементарном состоянии. Сплавы и интерметаллические химические соединения, органические и неорганические химические соединения.
2. Типы химической связи и их взаимосвязь со свойствами материалов; проводники, полупроводники, диэлектрики. Роль примесей, контролируемые и неконтролируемые примеси.
3. Структура материалов. Основные структурирующие признаки. Степень упорядоченности структуры. Монокристаллические, поликристаллические и некристаллические материалы. Типы кристаллических решеток. Понятие о полиморфизме. Влияние дефектов кристаллического строения на электрические и физико-механические свойства материалов. Структура материалов и анизотропия свойств, текстура.
4. Классификация свойств материалов. Функциональные, технологические и потребительские свойства материалов.
5. Механические свойства материалов (деформационные, прочностные, фрикционные, акустические) и их связь со строением.
6. Теплофизические свойства материалов (способность отводить тепло, тепловое расширение, устойчивость к воздействию повышенных температур). Зависимость теплопроводности и температурного коэффициента расширения от особенностей строения материалов. Учет теплофизических свойств при проектировании ЭС.
7. Оптические свойства и их зависимость от строения материалов. Прозрачность, блеск, цвет, отражательная способность.
8. Электрические свойства материалов и их зависимость от состава и структуры. Электропроводность и электрическое сопротивление; концентрация, подвижность и

- средняя длина свободного пробега носителей заряда; температурный коэффициент сопротивления.
9. Магнитные свойства и их связь со строением материалов. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, и ферримагнетики.
  10. Общая классификация материалов по типу химической связи, особенностям структуры, химическому составу, электропроводности, назначению.
  11. Формирование структуры металлов при кристаллизации.
  12. Фазы и структуры сплавов. Типы фаз, образующихся в сплавах (твердые растворы, химические соединения, промежуточные фазы).
  13. Магнитные свойства и их связь со строением материалов и сплавов. Явление сверхпроводимости. Температурные зависимости электропроводности металлов и сплавов.
  14. Размерные эффекты в металлических тонких пленках. Сопротивление проводников на высоких частотах.
  15. Теплофизические свойства металлов. Теплоемкость и теплопроводность металлов. Закон Видемана-Франца. Контактная термо - э.д.с. Температурный коэффициент линейного расширения металлов и сплавов.
  16. Механические (прочность, жесткость, пластичность, твердость и др.) свойства металлов и зависимость их от структуры. Химические свойства металлов и сплавов.
  17. Сверхпроводниковые материалы (металлы, сплавы, керамики). Свойства сверхпроводников.
  18. Основная кривая намагничивания и магнитная проницаемость ферромагнитного материала.
  19. Процесс перемагничивания при квазистатическом изменении магнитного поля. Магнитный гистерезис и параметры, определяемые по петле гистерезиса. Энергия намагниченного тела.
  20. Магнитные свойства материалов в переменных магнитных полях. Виды потерь энергии в ферромагнетике при перемагничивании его переменным магнитным полем. Форма динамической петли гистерезиса. Зависимость магнитной проницаемости от частоты.
  21. Зависимость свойств магнитных материалов от состава и структуры материала, температуры, деформации и др. Магнитная анизотропия. Магнитоstriction. Магниторезистивный эффект. Зависимость параметров магнитных материалов от температуры. Термомагнитные материалы.
  22. Определение и классификация полупроводниковых материалов по химическому составу и структуре.
  23. Основные свойства и параметры полупроводниковых материалов (удельное электрическое сопротивление, ширина запрещенной зоны, концентрация носителей заряда) и их зависимость от состава, структуры и внешних факторов. Принцип технологии производства полупроводниковых материалов и приборов.
  24. Определение и классификация диэлектрических материалов по составу, структуре, агрегатному состоянию. Поляризация диэлектриков, ее сущность. Виды поляризации. Зависимость диэлектрической проницаемости от различных факторов. неполярные и полярные диэлектрики.
  25. Пьезоэлектрики. Спонтанная поляризация. Пиро - и сегнетоэлектрики. Электрический гистерезис. Области применения активных диэлектриков.
  26. Электропроводность диэлектриков. Диэлектрические потери. Мощность потерь. Тангенс угла диэлектрических потерь. Пробой диэлектриков. Виды пробоя и их физическая сущность. Влияние на электрическую прочность толщины и однородности диэлектрика, температуры и влажности окружающей среды, времени пребывания в электрическом поле.

**Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен)**  
5 семестр

**Вопросы для подготовки к экзамену**

1. Значение материалов в создании электронных средств. Общие требования, предъявляемые к материалам электронных средств.
2. Классификация свойств материалов. Функциональные свойства материалов электронных средств.
3. Технологические свойства материалов электронных средств.
4. Общие требования к конструкционным материалам.
5. Черные металлы и сплавы. Стали. Основные фазовые составляющие в сплавах на основе Fe.
6. Сущность термической обработки и классификация методов. Влияние различных видов обработки на структуру и свойства материалов.
7. Классификация сталей по составу и качеству.
8. Конструкционные стали общего назначения. Углеродистые и легированные стали. Стали специального назначения. Сортаменты.
9. Медь и сплавы на ее основе (латуни, бронзы, медно-никелевые сплавы). Свойства, применение.
10. Алюминий и сплавы на его основе (деформируемые и линейные), области применения, способы коррозионной защиты.
11. Титан, магний, никель, цинк и сплавы на их основе. Области применения.
12. Классификация полимерных материалов по составу, форме макромолекул, фазовому состоянию, отношению к нагреву, полярности.
13. Пластмассы. Состав, структура. Общие свойства.
14. Термопласты и реактопласты, их свойства и применение.
15. Газонаполненные пластмассы и их применение.
16. Резиновые материалы, состав, свойства, области применения.
17. Керамика. Общие свойства. Сырьевые материалы. Строение керамики. Достоинства и недостатки керамических изделий.
18. Виды керамики. Керамика на основе оксидов. Бескислородная керамика. Свойства, применение.
19. Классификация проводниковых материалов по применению в электронных средствах.
20. Требования к материалам высокой электропроводности различного назначения в электронных средствах. Материалы высокой проводимости (золото, медь, алюминий, серебро). Основные свойства. Применение.
21. Тугоплавкие проводниковые материалы (вольфрам, молибден и др.) и их применение.
22. Легкоплавкие проводниковые материалы. Основные свойства. Применение в производстве электронных средств.
23. Проводящие пасты. Состав паст. Применение в электронных средствах.
24. Применение материалов высокого электрического сопротивления в электронных средствах. Требования к резистивным материалам. Материалы для резистивных и нагревательных элементов. Их состав, структура, свойства. Материалы для термопар.
25. Резистивные материалы на основе графита. Материалы для пленочных резисторов. Свойства. Применение. Материалы для толстопленочных резисторов.
26. Сверхпроводниковые материалы (металлы, сплавы, керамики). Свойства сверхпроводников. Применение.
27. Магнитные материалы. Ферро - и ферритмагнетики, их основные свойства.
28. Основная кривая намагничивания и магнитная проницаемость ферромагнитного материала.

29. Зависимость свойств магнитных материалов от состава и структуры материала, температуры, деформации и др.
30. Классификация магнитных материалов по назначению, структуре и составу.
31. Магнитомягкие материалы, их характеристики и специфические параметры.
32. Магнитомягкие низкочастотные материалы: технически чистое железо, пермендюры, электротехнические (кремнистые) стали, пермаллой, альсифер, альфенол, аморфные сплавы. Применение.
33. Магнитные материалы для высоких и сверхвысоких частот. Ферриты. Состав, структура, свойства. Основные группы ферритов по назначению. Методы получения ферритов.
34. Магнитодиэлектрики. Состав, структура, свойства. Применение в электронных средствах.
35. Магнитотвердые материалы, их характеристики и специфические параметры. Применение. Металлические литейные магнитотвердые материалы. Деформируемые магнитотвердые сплавы. Порошковые магнитотвердые материалы. Ферритовые магнитотвердые материалы.
36. Магнитные материалы с прямоугольной петлей гистерезиса. Материалы для магнитной записи информации. Материалы для устройств на ЦМП. Магнитострикционные материалы. Термомагнитные материалы.
37. Определение и классификация полупроводниковых материалов по химическому составу и структуре.
38. Простые одноэлементные полупроводниковые материалы (селен, германий, кремний и др.). Свойства, области применения.
39. Неорганические химические соединения типа  $A^{IV}B^{IV}$ ,  $A^{III}B^{V}$ . Свойства и области применения.
40. Неорганические химические соединения типа  $A^{II}B^{VI}$ . Свойства и применение. Окисные полупроводники и область их применения.
41. Полупроводниковые материалы аморфной структуры. Свойства и области их применения. Органические полупроводники.
42. Определение и классификация диэлектрических материалов по составу, структуре, агрегатному состоянию.
43. Пьезоэлектрики. Спонтанная поляризация. Пиро- и сегнетоэлектрики. Области применения активных диэлектриков.
44. Функции и виды диэлектриков, применяемых в электронных средствах.
45. Стекла. Структура, свойства, классификация.
46. Стеклокристаллические материалы.
47. Керамические диэлектрические материалы.
48. Органические диэлектрические материалы и их применение в электронных средствах.
49. Жидкие кристаллы и их применение.
50. Металлические композиционные наноматериалы
51. Наноструктурированная керамика
52. Углеродные наноматериалы

### Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов включает изучение теоретического материала, выполнение заданий по тематике практических занятий, подготовку к защите лабораторных работ, выполнение реферата, подготовку к рейтинг - контролю. Текущий контроль освоения материала проводится на практических занятиях в процессе обсуждения изучаемых вопросов, путём экспресс-опроса на занятиях, проведения рейтинг - контроля, индивидуальных собеседований. Формы отчета студента перед преподавателем о результатах выполнения самостоятельной работы: конспект, расчётно-графическая

работа, обзоры информации, графическое представление изученного учебного материала,

### ***Вопросы для самостоятельной работы***

#### **Раздел 1. Состав и структура материалов**

[основная литература:1-3; дополнительная литература:2]

1. Химический состав материалов.
2. Типы химической связи.
3. Типы кристаллических решеток.
4. Понятие о полиморфизме.
5. Структура материалов и анизотропия свойств, текстура.
6. Влияние дефектов кристаллического строения на электрические и физико-механические свойства материалов.

#### **Раздел 2. Общая характеристика свойств материалов электронных средств**

[основная литература:1-3; дополнительная литература:2]

1. Классификация свойств материалов.
2. Механические свойства материалов.
3. Оптические свойства материалов.
4. Электрические свойства материалов.
5. Магнитные свойства материалов.

#### **Раздел 3. Свойства электротехнических материалов электронных средств**

[основная литература:1-3; дополнительная литература:2]

1. Размерные эффекты в металлических тонких пленках.
2. Сопротивление проводников на высоких частотах.
3. Теплоемкость и теплопроводность металлов.
4. Механические свойства металлов.
5. Сверхпроводниковые материалы.
6. Магнитные свойства материалов в переменных магнитных полях..
7. Зависимость параметров магнитных материалов от температуры.
8. Основные свойства и параметры полупроводниковых материалов.
9. Электропроводность диэлектриков.
10. Пробой диэлектриков.

#### **Раздел 4. Конструкционные материалы и их применение в электронных средствах**

[основная литература:1,3; дополнительная литература:3]

1. Фазовые составляющие в сплавах системы железо – углерод.
2. Углеродистые и легированные стали.
3. Стали общего и специального назначения.
4. Стали с особыми свойствами.
5. Сортаменты сталей
6. Применение сталей в конструкциях электронных средств
7. Алюминий и сплавы на его основе (деформируемые и литейные),
8. Медь и сплавы на ее основе (латуни, бронзы, медно-никелевые сплавы).
9. Титан и сплавы на его основе.
10. Сплавы с памятью формы.
11. Магний и сплавы на его основе.
12. Общие свойства пластмасс.
13. Классификация пластмасс по эксплуатационному назначению:
14. Пластмассы для работы при действии механической нагрузки,
15. Пластмассы антифрикционного назначения,



16. Пластмассы тепло- и звукоизоляционного назначения,
17. Пластмассы для получения прозрачных изделий,
18. Пластмассы для работы в агрессивных средах.

### **Раздел 5. Электротехнические материалы и их применение в электронных средствах**

[основная литература: 1-3; дополнительная литература: 1,2]

1. Материалы высокой проводимости (медь, алюминий, серебро, золото).
2. Проводниковые сплавы.
3. Применение сверхпроводящих материалов.
4. Материалы высокого удельного сопротивления для резистивных элементов.
5. Материалы высокой нагревостойкости.
6. Тензорезистивные материалы.
7. Материалы на основе графита.
8. Материалы для тонкопленочных резисторов.
9. Зависимость свойств магнитных материалов от состава и структуры материала, температуры, давления.
10. Низкочастотные магнитомягкие материалы.
11. Сплавы с прямоугольной петлей гистерезиса.
12. Термомагнитные материалы.
13. Магнитострикционные материалы.
14. Высокочастотные магнитомягкие материалы.
15. Ферриты с прямоугольной петлей гистерезиса.
16. Аморфные магнитные пленки.
17. Свойства, получение и области применения германия.
18. Свойства, получение и области применения кремния.
19. Свойства, получение и области применения полупроводниковых модификаций углерода.
20. Свойства и области применения неорганические химических соединений типа  $A^{II}B^{VI}$ .
21. Свойства и области применения неорганические химических соединений типа  $A^{III}B^V$ .
22. Свойства и области применения неорганические химических соединений типа  $A^{IV}B^{IV}$ .
23. Окисные полупроводники и области их применения.
24. Органические полупроводники, их свойства и области применения.
25. Свойства и применение аморфных полупроводников.
26. Высоко- и низкочастотные диэлектрики.
27. Физико-химические свойства диэлектриков: гигроскопичность, влагопроницаемость, радиационная стойкость, растворимость и др.
28. Теплофизические свойства диэлектриков: нагревостойкость, морозостойкость, теплопроводность, тепловое расширение.
29. Стекла: структура, свойства, классификация.
30. Стеклокристаллические материалы.
31. Керамические диэлектрические материалы.
32. Сегнетокерамика.
33. Пьезокерамика.
34. Жидкие кристаллы и их применение.
35. Нанокристаллические материалы.
36. Свойства и применение аморфных металлических сплавов.
37. Физические свойства нанокристаллических материалов.
38. Применение наноматериалов в ЭС.

## *Реферат*

Структура реферата: титульный лист; содержание; текст реферативной работы, состоящий из введения, основной части и заключения; список использованной литературы; приложение. Во введении обосновывается актуальность темы, определяются цели и задачи реферативной работы. В основной части студент анализирует проблему, принципы её решения, формулирует основные положения темы. Название и расположение глав основной части должно соответствовать содержанию реферата. Главы, параграфы должны заканчиваться логическими выводами, подводящими итоги соответствующего этапа выполненной работы. Заключение содержит выводы по работе. Рекомендуемый объём реферата – 15...20 листов формата А4 (MS WORD, Times New Roman, кегль 14, 1,5 интервала).

### *Темы рефератов*

#### 4 семестр

1. Электрические свойства проводниковых материалов и их зависимость от состава и структуры.
2. Механические свойства материалов и их связь со строением.
3. Теплофизические свойства материалов и учет их при проектировании электронных средств.
4. Оптические свойства и их зависимость от строения материалов.
5. Структура материалов и анизотропия свойств
6. Размерные эффекты в металлических тонких пленках.
7. Магнитные свойства и их связь со строением материалов.
8. Магнитные свойства материалов в переменных магнитных полях.
9. Влияние дефектов кристаллического строения на электрические и физико-механические свойства материалов.
10. Анализ влияющих на удельное электрическое сопротивление проводников факторов.
11. Свойства сверхпроводниковых материалов и перспективы применения в электронных средствах.
12. Основные свойства и параметры полупроводниковых материалов.
13. Основные свойства и области применения активных диэлектриков
14. Электропроводность диэлектриков и влияющие факторы.

#### 5 семестр

1. Материалы в производстве печатных плат.
2. Материалы конструктивных элементов системного блока ПЭВМ.
3. Перспективы применения наноматериалов в электронных средствах.
4. Материалы в производстве жидкокристаллических экранов.
5. Материалы магнитных носителей информации.
6. Материалы металлических покрытий деталей электронных средств.
7. Материалы неметаллических покрытий деталей электронных средств.
8. Органические полупроводниковые материалы и их применение в электронных средствах.
9. Пластмассы тепло- и звукоизоляционного назначения и их применение в электронных средствах.
10. Сплавы с памятью формы.
11. Магнитные сплавы с прямоугольной петлёй гистерезиса и их применение в электронных средствах.
12. Магнитные материалы для высоких и сверхвысоких частот.
13. Композиционные материалы в производстве электронных средств.
14. Конструкционные наноматериалы в производстве электронных средств.
15. Функциональные наноматериалы и их применение в электронных средствах

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Бондаренко, Г.Г. Основы материаловедения [Электронный ресурс]: учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко; под ред. Г.Г. Бондаренко. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2015. - 763 с. (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-9963-2377-7.	2015		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313273.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313273.html</a> .
2. Сорокин В. С., Антипов Б. Л., Лазарева Н. П. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики: Учебник. —2е изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 448 с.:ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). ISBN 9785811420032.	2015		<a href="https://group8209.ru/Books/MET/MET_to_m1.pdf">https://group8209.ru/Books/MET/MET_to_m1.pdf</a>
3. Карпенков, В.Ф. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Кн. 2. [Электронный ресурс] / В.Ф. Карпенков - М.: КолосС, 2013. - с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - ISBN 5-9532-0208-3.	2013		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953202083.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953202083.html</a> .
Дополнительная литература			

1. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы [Электронный ресурс] / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. - 4-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2014. - 368 с. (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-2531-3.	2014		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325313.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325313.html</a> .
2. Двоеглазов, Г.А. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебник / Двоеглазов Г.А. - Ростов на Дону: Феникс, 2015. - 445 с. - ISBN978-5-2222-4320-6.	2017		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222243206.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222243206.html</a>
3 Бобрышев, А.Н. Полимерные композиционные материалы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Бобрышев А.Н., Ерофеев В.Т., Козомазов В.Н. - М. : Издательство АСВ, 2013. - 480 с. - ISBN 978-5-93093-980-4.	2019		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939804.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939804.html</a> .

### 7.2. Периодические издания

1. Журнал «Вопросы материаловедения».
2. Журнал «Материаловедение».
3. Журнал «Цветные металлы».
4. Журнал «Черные металлы».
5. Журнал «Пластические массы».

### 7.3. Интернет-ресурсы

1. <https://vlsu.bibliotech.ru> Электронно-библиотечная система «Библиотех».
2. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru) Электронно-библиотечная система «Консультант студента».
3. [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com) Электронно-библиотечная система «Лань».
4. [www.ZNANIUM.COM](http://www.ZNANIUM.COM) Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM».
5. [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru) Научно-образовательный ресурс ЭБС «IPRbooks».
6. [www.academia-moscow.ru](http://www.academia-moscow.ru) Электронно-библиотечная система «Академия».
7. [www.bibliorossica.com](http://www.bibliorossica.com) Электронно-библиотечная система «БиблиоРоссика».
8. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
9. [www.normacs.ru](http://www.normacs.ru) Информационно-справочная система NORMA CS.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Практические и лабораторные работы проводятся в мультимедиа-аудитории 324-3, оборудованной компьютерной техникой и средствами для демонстрации презентаций и других видео- и аудиоматериалов.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MS Office.

Рабочую программу составила Фролова Т.Н. Фролова

Рецензент

(представитель работодателя)

заместитель главного инженера по подготовке производства

– главный технолог ОАО «Владимирский завод «Электроприбор»,

Зайцев М.К. Зайцев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры "Биомедицинские и электронные системы и технологии"

Протокол № 1 от 30.08. 2018 года

Заведующий кафедрой Сушкова Л.Т. Сушкова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств"

Протокол № 1 от 30.08. 2018 года

Председатель комиссии Сушкова Л.Т. Сушкова

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**  
в рабочую программу дисциплины  
**«Материалы электронных средств»**  
образовательной программы направления подготовки  
11.04.03 "Конструирование и технология электронных средств",  
направленность: бакалавриат

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата распорядительного документа о внесении изменения)
1			
2			

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры "Биомедицинские и электронные системы и технологии", протокол №\_\_ от \_\_. \_\_ 202\_\_ г.  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись*

*ФИО*

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Материалы электронных средств»**

Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.19 года

Заведующий кафедрой  А.Т. Свириковой.

Рабочая программа одобрена на 2020/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.20 года

Заведующий кафедрой  К.В. Татищевский

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_