

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 учебно-методической работе

А. А. Панфилов

« 11 » декабря 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Физические основы материаловедения»**

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	Трудоёмкость зач. ед, (час)	Лек- ций, час.	Практ. занятий, час.	Лабор. работ, час.	СРС, час.	Форма проме- жуточного кон- троля (экз/зачёт)
5	3/108	18	18	18	54	зачёт
<b>Итого:</b>	3/108	18	18	18	54	зачёт

*Нагор 20132*

Владимир 2015

*100*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Физические основы материаловедения» являются:

- формирование у студентов знаний о природе и свойствах материалов, зависимостях свойств от состава и строения, закономерностях изменения свойств при взаимодействии материалов с электромагнитными полями;
- приобретение студентами навыков расчёта основных параметров, используемых для оценки свойств материалов;
- формирование представлений о перспективах материаловедения в соответствии с основными направлениями развития микро - и наноэлектроники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Физические основы материаловедения» относится к вариативной части ОПОП ВО (код Б1.В.ОД.14, обязательная дисциплина) и изучается в 5-м семестре. Необходимые для освоения дисциплины знания, умения и готовности обучающегося приобретаются в результате изучения дисциплин: «Физика», «Химия», «Компоненты электронных средств», «Физико-химические процессы в технологии электронных средств». Освоение данной дисциплины необходимо для изучения курсов «Материалы электронных средств», «Физика радиационных воздействий и радиационная стойкость электронных средств», «Управление качеством электронных средств», «Конструкторско-технологическое проектирование ячеек ЭС».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Коды компетенций по ФГОС	Компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-6	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	<b>Владеть:</b> навыками поиска и использования источников информации для анализа функциональных, технологических и потребительских свойств материалов электронных средств
ПК-3	Готовность формировать презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях	<b>Владеть:</b> готовностью представлять результаты информационного поиска по тенденциям развития материаловедения в области микро - и наноэлектроники в виде отчетов и презентаций

ПК-5	Готовность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств	<b>Знать:</b> основные законы физической природы материалов, структуру и основные свойства диэлектрических, проводниковых, полупроводниковых, магнитных материалов конструкций электронных средств, взаимосвязь их строения и свойств <b>Уметь:</b> рассчитывать основные параметры материалов конструкций электронных средств, необходимых для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств
ПК-15	Готовность выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов и материалов	<b>Знать:</b> основные параметры, характеризующие функциональные, технологические и потребительские свойства материалов электронных средств

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) 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 (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Состав материалов	5	1,2	2				4		0,5/25	
2	Структура материалов	5	3,4	2		2		6		1/25	
3	Особенности структуры металлов и сплавов	5	5,6	2		2		6		1/25	Рейтинг-контроль №1
4	Классификация свойств материалов	5	7,8	2		2		6		1/25	
5	Общая характеристика свойств материалов электронных средств	5	9, 10	2	2	4		8		4/50	
6	Электро-и теплофизические свойства металлов и сплавов	5	11, 12	2	4	2		6		3/38	Рейтинг-контроль №2
7	Магнитные свойства материалов	5	13, 14	2	4	2		6		3/38	
8	Физические процессы в диэлектриках и их свойства	5	15, 16	2	4	4		6		3/30	
9	Основные параметры и свойства полупроводниковых материалов	5	17, 18	2	2			6		1/25	Рейтинг-контроль №3
Всего:		5	18	18	18	18		54		17,5/32	зачёт

## 4.1. Теоретический курс: содержание разделов и тем дисциплины

### *Введение*

Общая характеристика, цель и задачи изучения дисциплины, ее место и роль в системе подготовки бакалавров по направлению 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств". Значение материалов в создании электронных средств. Общие требования, предъявляемые к материалам электронных средств. Тенденция создания новых материалов. Оценка перспектив их применения.

### *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.

### *2. Структура материалов*

Основные структурирующие признаки. Степень упорядоченности структуры. Монокристаллические, поликристаллические и некристаллические материалы. Типы кристаллических решеток. Индексация плоскостей и направлений. Анизотропия. Полиморфизм. Дефекты кристаллического строения (точечные, линейные, поверхностные). Влияние дефектов на электрические и физико-механические свойства материалов. Структура материалов и анизотропия свойств, текстура. Понятия: фаза, компонент, система. Аморфное и стеклообразное состояние материалов.

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

Классификация металлов. Микро- и макроструктура. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла. Фазы и структуры сплавов. Типы фаз, образующихся в сплавах (твердые растворы, химические соединения, промежуточные фазы, гетерогенные структуры). Аморфные металлы, основные преимущества. 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).

### *4. 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.

### *5. Общая характеристика свойств материалов электронных средств*

Механические свойства материалов и их связь со строением. Теплофизические свойства материалов. Учет теплофизических свойств при проектировании ЭС. 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 ЭС.

### *6. Электро-и теплофизические свойства металлов и сплавов*

Электропроводность и электрическое сопротивление; концентрация, подвижность и средняя длина свободного пробега носителей заряда; температурный коэффициент сопротивления. Основные свойства и параметры проводниковых материалов. Влияние на удельное электрическое сопротивление проводников примесей, температуры, деформации, частоты электромагнитного поля. Материалы высокого удельного сопротивления их состав, структура, свойства. Теплоемкость и теплопроводность металлов. Темпера-

турный коэффициент линейного расширения металлов и сплавов. Зависимость теплопроводности и температурного коэффициента расширения от особенностей строения материалов.

#### **7. Магнитные свойства материалов**

Классификация материалов по магнитным свойствам. Ферро - и ферромагнетики, их основные свойства. Процессы намагничивания и перемагничивания. Гистерезис, параметры петли гистерезиса. Особенности поведения магнитных материалов в переменном магнитном поле (скин-эффект, глубина проникновения поля и ее зависимость от магнитной проницаемости и частоты поля). 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.

#### **8. Физические процессы в диэлектриках и их свойства**

Основные электрические свойства диэлектриков. Поляризация диэлектриков, ее сущность. Виды поляризации. Зависимость диэлектрической проницаемости от различных факторов. Электропроводность диэлектриков, физическая сущность электропроводности различных диэлектриков. Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков. Влияние различных факторов на электропроводность. Диэлектрические потери. Мощность потерь. Тангенс угла диэлектрических потерь. Влияние различных факторов на диэлектрические потери. Высоко- и низкочастотные диэлектрики. 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.

#### **9. Основные параметры и свойства полупроводниковых материалов**

Основные свойства и 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).

### **4.2 Практические занятия**

Целью практических занятий является освоение методик расчета параметров, характеризующих функциональные свойства проводниковых, диэлектрических, магнитных материалов конструкций электронных средств.

#### ***Тематика практических занятий***

1. Расчёт параметров электропроводности металлов.
2. Расчёт параметров электропроводности сплавов.
3. Расчёт параметров теплофизических свойств проводниковых материалов.
4. Анализ механизмов поляризации диэлектриков.
5. Расчёт параметров объёмной и поверхностной электропроводности диэлектриков.
6. Расчёт диэлектрических потерь в диэлектриках.
7. Расчёт электрической прочности диэлектриков.
8. Расчет параметров магнитных свойств ферромагнетиков.
9. Расчёт параметров магнитных свойств ферромагнетиков в переменных магнитных полях.

### **4.3. Лабораторные занятия**

Лабораторные занятия, являясь формой индивидуально-группового обучения, имеют целью углубление и закрепление знаний, полученных в процессе самостоятельной работы,

а также способствуют выявлению преподавателем уровня подготовки каждого студента и его возможностей.

#### *Перечень лабораторных работ*

1. Анализ свойств проводниковых материалов.
2. Анализ механизмов поляризации диэлектриков.
3. Анализ электрофизических свойств диэлектрических материалов.
4. Анализ магнитных свойств материалов.

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Предусматривается использование активных и интерактивных форм обучения при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий. На практических занятиях также используется проблемно-ориентированный подход, стимулирование активности путём привлечения к обсуждению проблем, возникающих в процессе выполнения заданий, на лабораторных занятиях применяются мультимедиа технологии (видеофильмы, презентации электронные альбомы и др.). Занятия проводятся в аудиториях 331-3, оборудованных техническими средствами для использования мультимедиа технологий (видео-материалы, слайды) и 324-3, оборудованной компьютерной техникой и средствами для использования мультимедиа технологий. В процессе подготовки к занятиям студенты имеют возможность работать в Интернете, пользуясь ресурсами компьютерных классов кафедры (а.330-3, 503-3).

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

#### *Оценочные средства для текущего контроля успеваемости:*

- а) устный опрос студентов на лекциях по изучаемому материалу;
- б) оценка выполнения заданий на практических занятиях;
- б) оценка выполнения и защиты лабораторных работ;
- г) оценка выполнения расчётно-графических работ;
- д) проведение рейтинг – контроля.

#### **Перечень вопросов для рейтинг – контроля**

##### *Рейтинг-контроль № 1*

1. Какие материалы называют электротехническими (конструкционными, технологическими)? Приведите примеры таких материалов.
2. Структура материалов. Основные структурирующие признаки.
3. Какие различия между монокристаллическими, поликристаллическими и аморфными материалами?
4. Типы кристаллических решеток.
5. Влияние дефектов кристаллического строения на электрические и физико-механические свойства материалов.
6. Структура материалов и анизотропия свойств, текстура.
7. Приведите примеры взаимосвязи структуры и свойств материалов.
8. Какие свойства называют функциональными (технологическими, потребительскими)? Приведите примеры.
9. Приведите примеры структурно-чувствительных свойств материала.
10. Приведите примеры параметров, характеризующих фундаментальные свойства материала.
11. Приведите примеры сложных свойств материала, проявляющихся при воздействии полей нескольких видов.

12. Проведите классификацию материалов по их поведению в электрическом (магнитном) поле. Приведите примеры.
13. Приведите примеры механических (оптических, химических, электрических, магнитных) свойств материалов.
14. Механические свойства материалов (деформационные, прочностные, фрикционные, акустические) и их связь со строением.
15. Зависимость теплопроводности и температурного коэффициента расширения от особенностей строения материалов.
16. 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?
11. Объясните поведение проводников в электромагнитном поле на высоких частотах?
12. Какие металлы и в каких условиях могут переходить в состояние сверхпроводимости?

#### *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. В каких единицах выражают объемное и удельное поверхностное сопротивление диэлектриков? Почему их экспериментальное определение рекомендуют проводить при постоянном напряжении, а также через 1 минуту после подачи напряжения на диэлектрик?
9. Какие виды поляризации можно считать мгновенными, а какие замедленными? Установите взаимосвязь между видами поляризации и механизмом диэлектрических потерь.
10. Какие механизмы пробоя твердых диэлектриков Вам известны? Каковы условия появления каждого из них? Почему значение пробивного напряжения не характеризует электрическую прочность диэлектрика?
11. Какой механизм пробоя характерен для диэлектриков при импульсном воздействии высокого напряжения?
12. Объясните природу ферромагнетизма.
13. Объясните причины образования магнитного гистерезиса.

14. Объясните зависимость магнитной проницаемости ферромагнетика от напряженности магнитного поля.
15. Чем отличаются статическая и динамическая петли гистерезиса.
16. Какие виды потерь характерны для ферромагнетиков?

### **Зачёт**

Студент должен продемонстрировать знание основных законов физической природы материалов, структуры и основных свойств диэлектрических, проводниковых, полупроводниковых, магнитных материалов конструкций электронных средств, взаимосвязь их строения и свойств. Студент должен уметь оценивать основные параметры материалов конструкций электронных средств, необходимые для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств.

### **Вопросы 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 РЭС.
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, 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. Электропроводность металлов 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. Магнитострикция. 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. Неполлярные 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.

### **Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная работа студентов включает закрепление теоретического материала, подготовку к выполнению и защите лабораторных работ, выполнение расчётно-графической работы, решение задач. Основа самостоятельной работы - изучение литературы и работа с конспектом лекций, работа со справочно-информационной литературой.

#### *Вопросы для проведения контроля самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины.*

1. Химический состав и химическая природа материалов.
2. Сплавы и интерметаллические химические соединения, органические и неорганические химические соединения.
3. Типы химической связи и их взаимосвязь со свойствами материалов.
4. Структура материалов.
5. Типы кристаллических решеток.
6. Дефекты кристаллического строения.

7. Фазы и структуры сплавов.
8. Типы фаз, образующихся в сплавах.
9. Термическая обработка металлов и сплавов.
10. Функциональные, технологические и потребительские свойства материалов.
11. Механические свойства материалов и их связь со строением.
12. Теплофизические свойства материалов.
13. Оптические свойства и их зависимость от строения материалов.
14. Электрические свойства материалов и их зависимость от состава и структуры.
15. Магнитные свойства и их связь со строением материалов.
16. Основные свойства и параметры проводниковых материалов.
17. Материалы высокого удельного сопротивления их состав, структура, свойства.
18. Теплоемкость и теплопроводность металлов.
19. Классификация материалов по магнитным свойствам.
20. Ферро - и ферромагнетики, их основные свойства.
21. Особенности поведения магнитных материалов в переменном магнитном поле.
22. Зависимость свойств магнитных материалов от состава и структуры материала, температуры, давления и др.
23. Основные электрические свойства диэлектриков.
24. Поляризация диэлектриков, ее сущность.
25. Виды поляризации. Зависимость диэлектрической проницаемости от различных факторов.
26. Электропроводность диэлектриков, физическая сущность электропроводности различных диэлектриков.
27. Диэлектрические потери.
28. Влияние различных факторов на диэлектрические потери.
29. Высоко- и низкочастотные диэлектрики.
30. Пробой диэлектриков.
31. Основные свойства и параметры полупроводниковых материалов.
32. Принципы технологии производства полупроводниковых материалов.
33. Классификация полупроводниковых материалов.

Виды контроля СРС предполагают:

- *текущий* контроль на лекциях, практических и лабораторных занятиях;
- *текущий*, который предполагает учет объема, своевременности и качества выполнения СРС по дисциплине при проведении рейтинг - контроля. Результаты СРС оцениваются в баллах рейтинга, входящих в структуру общей оценки.

В качестве форм контроля СРС могут быть использованы: экспресс - опрос на лекциях, практических и лабораторных занятиях; индивидуальное собеседование. Формы отчета студента о результатах выполнения самостоятельной работы: конспекты, расчётно-графическая работа, обзоры информации, графическое представление изученного учебного материала.

### ***Расчётно-графическая работа***

Целью выполнения расчётно-графической работы является освоение методик расчета параметров, характеризующих свойства проводниковых, диэлектрических, магнитных материалов конструкций электронных средств. Тематика расчётно-графических работ предусматривает анализ и расчет функциональных характеристик материала, Работа оформляется на листах формата А4 (MS WORD, Times New Roman, кегль 14, 1,5 интервала).

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

а) основная литература

1. Готтштайн, Г. Физико-химические основы материаловедения [Электронный ресурс]

/ Г. Готтштайн ; пер. с англ. К.Н. Золотовой, Д.О. Чаркина под ред. В.П. Зломанова. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2014. - 403 с. - ISBN 978-5-9963-1327-3.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313273.html>.

2. 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.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323777.html>.

3. Аскадский, А.А. Физико - химия полимерных материалов и методы их исследования [Электронный ресурс]: Учебное издание / Под общ. ред. А.А. Аскадского. - М. : Издательство АСВ, 2015. 408 с. - ISBN 978-5-4323-0072-0.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300720.html>.

б) дополнительная литература

4. Андриевский, Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы [Электронный ресурс] / Андриевский Р.А. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2014. - 255 с. (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-2517-7.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325177.html>.

5. Двоглазов, Г.А. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебник / Двоглазов Г.А. - Ростов н/Д : Феникс, 2015. - 445 с. - ISBN 978-5-2222-4320-6.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222243206.html>

6. Поздняков, В.А. Физическое материаловедение наноструктурных материалов : учебное пособие / В.А. Поздняков ; Московский государственный индустриальный университет (МГИУ). — Москва: Московский государственный индустриальный университет (МГИУ), 2007. — 423 с. : ил., табл., схемы.— Библиогр. в конце гл. — Предм. указ.: с. 419-423. — ISBN 978-5-2760-1195-0. (Библиотека ВлГУ).

7. Фролова, Т.Н. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Материаловедение и материалы электронных средств" / Т. Н. Фролова ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств. — Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2009. — 48 с. : ил., табл. — Имеется электронная версия. — Библиогр.: с. 48. (Библиотека ВлГУ). Режим доступа: <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1400/3/00943.pdf>.

в) интернет - ресурсы

8. <http://www.studentlibrary.ru/>.

9. <http://elibrary.ru/>.

10. <http://www.liveinternet.ru/>.

11. <http://www.100books.ru/>.

12. <http://window.edu.ru/>.

13. <https://ru.wikipedia.org/>.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия проводятся в аудиториях 331-3, оборудованных техническими средствами для использования мультимедиа технологий (видеоматериалы, слайды); в аудитории 324-3, оборудованной компьютерной техникой и средствами для использования мультимедиа технологий. При изучении курса студенты имеют возможность использовать материалы, размещённые на сервере кафедры, работать в Интернете в библиотеке ВлГУ, а также пользоваться ресурсами компьютерных классов кафедры (лаб.330 3, 202 3, 503 3).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств"

Рабочую программу составил доцент Фролова Т.Н. Фролова

Рецензент

зам. главного инженера по подготовке производства – главный технолог ОАО

"Владимирский завод Электроприбор" Зайцев М.К. Зайцев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ \_\_\_\_\_

Протокол № 4 от 10.12. 2015 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 № 4 от 10.12. 2015 года

Председатель комиссии Сушкова Л. Т. Сушкова

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_