

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Факультет приборостроения, электротехнических и биотехнических систем  
Кафедра «Приборы»**



Тарасенко О.В.

(подпись)

2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И МАТЕРИАЛЫ»**

По направлению подготовки: 12.03.01 – Приборостроение

Профиль подготовки: «Приборы и методы контроля качества и диагностики»

«Информационно-измерительная техника и технологии»

**Луганск 2023**

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Радиоэлектронные компоненты и материалы» по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение - 28 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Радиоэлектронные компоненты и материалы» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 945, с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г).

### СОСТАВИТЕЛЬ:

старший преподаватель кафедры «Приборы» Руженко-Мизовцова Н.А.

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры «Приборы»  
«11» 04 2023 года, протокол № 15

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  Мирошников В.В.

Переутверждена: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Согласована (для обеспечивающей кафедры):

Декан факультета приборостроения  
электротехнических и биотехнических систем \_\_\_\_\_ Тарасенко О.В.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета  
Приборостроения электротехнических и биотехнических систем  
«18» 04 2023 года, протокол № 3.

Председатель учебно - методической  
комиссии факультета приборостроения  
электротехнических и биотехнических систем \_\_\_\_\_  Яременко С.П.

© Руженко-Мизовцова Н.А. 2023 год  
© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

## **Структура и содержание дисциплины**

### **1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе**

Цель изучения дисциплины – формирование у будущих специалистов твердых теоретических знаний и практических навыков в части обоснованного выбора материалов и элементов радиоэлектронной техники применительно к конкретным задачам, условиям эксплуатации, воздействию различных факторов на электронные устройства; освоение студентами навыков применения на практике современных методов исследования параметров электротехнических материалов и электронных компонентов; ознакомление с основной компонентной базой электроники для осуществления технологического процесса в рамках профессиональной деятельности.

Задачи:

– Изучение свойств, характеристик и параметров основных элементов электронной техники; получение системы знаний о принципах подбора материалов для конкретных применений в электротехнических устройствах, изделиях радио- и промышленной электроники; особенностях применения различных электронных компонентов в устройствах и схемах;

– Изучение использования на практике различных методов исследования характеристик и параметров материалов и элементов электронной техники; развитие навыков мотивированного выбора материалов для устройств электронной техники, выбора электронных компонентов для конкретных условий;

– Развитие у студентов навыков научного подхода к выбору и использованию материалов при производстве электротехнических изделий; ознакомление студентов с методами и средствами измерения характеристик и параметров электронных компонентов.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Радиоэлектронные компоненты и материалы» относится к циклу профессиональных дисциплин (базовая часть).

**знания:**

терминологию, физико-технологические основы процессов, принципы использования физических эффектов, основные методы и средства измерения параметров и характеристик материалов и компонентов радиоэлектронной техники.

**умения:**

вести дискуссию по профессиональной тематике, объяснять сущность физических явлений и процессов, происходящих в материалах и компонентах

радиоэлектронной техники, экономически обосновывать выбор материалов и компонентов электронной техники.

**навыки:**

дискуссии по профессиональной тематике, терминологией в области материалов и компонентов радиоэлектронной техники.

Содержание дисциплины излагается на базе дисциплин физика, химия, математика. Является основой для изучения следующих дисциплин: «Метрология, стандартизация и сертификация», «Конструирование элементов приборов», «Технология приборостроения» и других дисциплин профессионального цикла для направления подготовки «Приборостроение».

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения.	ОПК-1.1. Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании ОПК-1.2. Применяет знания естественных наук в инженерной практике ОПК-1.3. Применяет общетехнические знания в инженерной деятельности	<b>Знать:</b> знать свойства, характеристики и назначение проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалов; знать параметры, характеристики и области применения радиокомпонентов
		<b>Уметь:</b> уметь правильно выбирать наиболее подходящие по своим техническим и экономическим характеристикам материалы; обоснованно применять в радиоэлектронных устройствах соответствующие радиокомпоненты.
		<b>Владеть:</b> методами экспериментального исследования материалов электронных средств.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)			
	Очная форма		Заочная форма	
Общая учебная нагрузка (всего)	90 (2,5зач. ед)	126 (3,5зач. ед)	90 (2,5зач. ед)	126 (3,5зач. ед)
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>в том числе:</b>				
Лекции	34	34	6	6
Практические занятия	34	34	6	6
Семинарские занятия	-	-	-	-
Лабораторные работы	-	-	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.)	-	-	-	-
Семестр	3	4	3	4
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>22</b>	<b>22+36</b>	<b>74/4</b>	<b>105/9</b>
Форма аттестации	зачет	экзамен	зачет	экзамен

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Тема 1. Введение. Этапы развития электронной техники. Классификация современных материалов. Проводящие и резистивные материалы.**

Общая классификация материалов по составу, свойствам и техническому назначению. Виды химической связи. Влияние агрегатного состояния на электрические свойства веществ. Представления зонной теории твердого тела. Притока электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления. Влияние примесей и дефектов структуры на удельную проводимость металлов. Классификация проводников по составу, свойствам и техническому назначению.

Металлы высокой проводимости и контактные материалы.

Сплавы высокого сопротивления. Резистивные металлические пленки. Припои. Тугоплавкие металлы. Электровакуумные сплавы. Неметаллические проводящие материалы. Аморфные металлы. Сверхпроводящие металлы и сплавы. Оксидные высокотемпературные сверхпроводники.

#### **Тема 2. Диэлектрики и их свойства**

Понятие поляризации диэлектриков. Механизмы поляризации. Классификация диэлектриков в связи с механизмами поляризации. Влияние

агрегатного состояния на диэлектрическую проницаемость линейных диэлектриков.

Пробой жидких, газообразных и твердых диэлектриков. Типы пробоя, электрическая прочность, пробивное напряжение, зависимость электрической прочности от различных факторов.

Потери в диэлектриках. Сопротивление диэлектрика. Электропроводность газов. Электропроводность жидких диэлектрических материалов. Электропроводность твердых диэлектриков. Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков.

Активные и пассивные диэлектрики. Основные компоненты активных диэлектриков, их свойства. Влияние на их свойства электромагнитного поля и других факторов. Основные виды пассивных диэлектриков. Влияние на их свойства электромагнитного поля и других факторов.

### **Тема 3. Элементарные полупроводники и их основные свойства.**

Классификация полупроводниковых материалов по составу и свойствам. Элементарные полупроводники. Кремний и германий: строение и свойства. Создание полупроводниковых монокристаллов.

### **Тема 4. Свойства и строение магнитных материалов.**

Магнитные характеристики. Физическая природа магнитных эффектов. Ферромагнитное и ферримагнитное состояние вещества. Процессы при намагничивании ферромагнетиков. Влияние температуры на магнитные свойства.

### **Тема 5. Проводниковые радиокомпоненты**

Классификация и основные параметры резисторов. Стандарты и коды. Основные типы и конструкция конденсаторов. Стандарты и коды конденсаторов. Катушки индуктивности, стандарты и коды. Расчет параметров радиокомпонентов.

### **Тема 6. Полупроводниковые радиокомпоненты**

Технология изготовления полупроводниковых диодов. Материалы и кодировка. Стабилитроны и туннельные диоды. Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы. Тиристоры.

### **Тема 7. Элементы оптоэлектроники**

Фоторезисторы и фотодиоды. Светоизлучающие диоды. Оптроны.

### **Тема 8. Полупроводниковые гальваномагнитные приборы.**

Полупроводниковые гальваномагнитные приборы. Датчики Холла. Магниторезисторы, магнитодиоды, магнитотранзисторы. Физические принципы работы. Конструкции, применение, условное графическое обозначение.

### 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
3 семестр			
1.	Введение. Этапы развития электронной техники. Классификация современных материалов.	2	
2.	Физические основы электронного материаловедения: Основные типы взаимодействий между атомами. Виды химической связи в соединениях.	4	1
3.	Образование в твердом теле объемных разрешенных энергетических зон. Принцип Паули. Элементы зонной теории твердых тел.	4	1
4.	Влияние агрегатного состояния на электрические свойства веществ. Особенности строения твердых тел	2	
5.	<u>Проводящие материалы:</u> Физическая природа электропроводности металлов. Зависимость электропроводности металлов от температуры. Контактные явления в металлах. Сплавы. Неметаллические проводящие материалы	6	1
6.	<u>Полупроводники:</u> Классификация полупроводниковых материалов. Собственные и примесные полупроводники. Температурная зависимость концентрации носителей заряда. Электрофизические явления в полупроводниках.	6	1
7.	<u>Диэлектрики:</u> Классификация и основные свойства диэлектриков. Электропроводность диэлектриков. Потери в диэлектриках. Пробой диэлектриков.	6	1
8.	<u>Магнитные материалы:</u> Классификация магнитных материалов. Магнитомягкие материалы. Магнитотвердые материалы.	2	1
9.	Способы получения монокристаллических материалов	2	
Итого за 3 семестр:		34	6
4 семестр			
1.	<u>Проводниковые радиокомпоненты:</u> Классификация и основные параметры резисторов. Стандарты и коды. Основные типы и конструкция конденсаторов. Стандарты и коды конденсаторов. Катушки индуктивности, стандарты и коды.	8	2
2.	<u>Полупроводниковые радиокомпоненты:</u> Технология изготовления полупроводниковых диодов. Материалы и кодировка. Стабилитроны и туннельные диоды. Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы. Тиристоры.	6	1
3.	Элементы оптоэлектроники: Фоторезисторы и фотодиоды. Светоизлучающие диоды. Оптроны.	4	1
4.	Полупроводниковые гальваномагнитные приборы. Датчики Холла. Магниторезисторы, магнитодиоды, магнитотранзисторы. Физические принципы работы. Конструкции, применение, условное графическое обозначение.	6	1
5.	Основы микроэлектроники: Элементы интегральных схем на МДП-структуре Гибридные ИС, БИС. Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты.	6	1
6.	Перспективы развития	4	
Итого за 4 семестр:		34	6

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
3 семестр			
1.	Строение и свойства современных радиоэлектронных материалов	2	
2.	Определение и расчет механических характеристик материалов	2	1
3.	Определение и расчет электрических характеристик материалов	2	1
4-6.	Исследование основных характеристик проводниковых материалов с малым и большим удельным сопротивлением	6	1
7-9.	Определение основных характеристик и свойств полупроводниковых материалов	6	
10-12.	Полимеры в электронной технике. Композиционные пластмассы и пластики. Неорганические стекла. Ситаллы. Керамики.	6	1
13,14.	Активные диэлектрики.	4	1
15,16.	Определение основных характеристик магнитных материалов	4	1
17	Решение задач	2	
Итого за 3 семестр:		34	6
4 семестр			
1,2	Исследование основных параметров резисторов. Решение задач	4	2
3,4	Исследование основных параметров электрических конденсаторов. Решение практических задач.	4	
5-7	Исследование основных параметров катушек индуктивностей. Расчет параметров катушек индуктивности. К.р. «Проводниковые радиокомпоненты»	6	
8-10	Полупроводниковые радиокомпоненты: Технология изготовления полупроводниковых диодов. Материалы и кодировка. Стабилитроны и туннельные диоды. Биполярные транзисторы Полевые транзисторы. К.р. «Полупроводниковые радиокомпоненты»	6	2
11	Приборы с зарядовой связью.	2	
12,13	Элементы оптоэлектроники: Фоторезисторы и фотодиоды Светоизлучающие диоды Оптроны.	4	
14,15	Полупроводниковые гальваномагнитные приборы.	4	1
16,17	Основы микроэлектроники: Элементы интегральных схем на МДП-структуре Гибридные ИС, БИС Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты	4	1
Итого за 4 семестр:		34	6
Итого:		68	12

#### 4.5. Лабораторные работы Планом не предусмотрены



#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
3 семестр			
1.	Материалы, применяемые в электронной технике.	2	74
2.	Структура твёрдых тел.	2	
3.	Температурная зависимость электропроводности проводниковых материалов.	2	
4.	Зависимость электропроводности от частоты проводниковых материалов.	2	
5.	Электропроводность тонких плёнок, применяемых в электронной технике.	2	
6.	Металлы, применяемые в электронной технике.	2	
7.	Сплавы, применяемые в электронной технике.	2	
8.	Неметаллические проводящие материалы.	2	
9.	Виды поляризации диэлектрических материалов.	2	
10.	Электропроводность диэлектриков. Диэлектрические потери.	2	
11.	Магнитные материалы	2	
Итого за 3 семестр:		22	74
4 семестр			
1.	Классификация резисторов. Система обозначений и маркировки резисторов. Конструктивно-технологические разновидности резисторов.	6	105
2.	Классификация конденсаторов. Конструкции конденсаторов. Параметры конденсаторов. Разновидности конденсаторов. Маркировка конденсаторов.	6	
3.	Конструкции катушек индуктивности. Параметры и характеристики катушек индуктивности. Разновидности катушек индуктивности	6	
4.	Дроссели. Трансформаторы.	4	
Итого за 4 семестр:		22	105
ИТОГО:		44	179

#### 4.7. Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

#### 5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

*Информационные технологии:* использование электронных образовательных ресурсов (электронные конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, методические указания к выполнению расчетно-графических работ, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям.

*Работа в команде:* каждая практическая работа выполняется несколькими студентами совместно в бригадах по 4-5 чел. Для каждой бригады имеется свое задание, общее для студентов этой бригады. Кроме этого каждый студент получает свое индивидуальное задание к практической работе, частично связанное с вариантом задания к расчетно-графической работе, что позволяет мотивировать каждого студента на совместную работу в команде.

## **6. Формы контроля освоения дисциплины.**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические работы по дисциплине в следующих формах:

- вопросы к практическим работам;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену.

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задачи). Студентам, выполнившим 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

- В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице:

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендуемую литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в излагаемых ответах в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

## **7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины**

### ***а) основная литература:***

1. Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств: Учеб. Пособие для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 350 с.
2. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника. СПб.: Питер, 2006. – 511 с.
3. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. Москва: Лань, 2002. – 479 с.
4. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника: Учеб. Пособие для вузов. Москва: Высшая школа, 1991. – 482 с.
8. Методологические аспекты исследования биосферы. М., 1975.

### ***б) дополнительная литература:***

1. Щука А.А. Электроника: Учебник/Под. ред. Сигова А.С. – СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 800 с.
2. Садченков Д.А. Маркировка радиодеталей: отечественных и зарубежных: Справочное пособие. М.: СОЛОН – Р, 2002. – 212 с.
3. Мукосеев В.В. Маркировка и обозначение радиоэлементов. Системы цветовой и буквенно-цифровой маркировки отечественных и зарубежных радиоэлектронных элементов: Справочник. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 349 с.
4. Лычук П.П., Образцов Н.С. Компоненты и элементы радиоэлектронных средств. Минск, 1996. – 56 с.
5. Элементы электронной техники. Методические указания к лабораторным работам/ Сост. Т.А. Глебова. - Рязан. гос. радиотехн. университет. Рязань: РГРТУ, 2018. – 36 с.

### ***в) интернет-ресурсы:***

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

9. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

10. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>  
**Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**  
 11. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Радиоэлектронные компоненты и материалы» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

Практические занятия: комплект электронных слайдов, аудитория с презентационной техникой (проектор, экран, ПК), компьютерный класс с доступом в Интернет.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Программа трехмерного проектирования	КОМПАС-3D v18.1	<a href="https://kompas.ru/kompas-3d/download/">https://kompas.ru/kompas-3d/download/</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>

## 9. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«Радиоэлектронные компоненты и материалы»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения..	ОПК-1.1. Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании ОПК-1.2. Применяет знания естественных наук в инженерной практике ОПК-1.3. Применяет общетехнические знания в инженерной деятельности	Тема 1. Введение. Строение и свойства современных радиоэлектронных материалов	3
				Тема 2. Диэлектрики и их свойства.	3
				Тема 3. Элементарные полупроводники и их основные свойства.	3
				Тема 4. Свойства и строение магнитных материалов.	3
				Тема 5. Проводниковые радиокомпоненты.	4
				Тема 6. Полупроводниковые радиокомпоненты.	4
				Тема 7. Элементы оптоэлектроники	4
				Тема 8. Полупроводниковые гальваномагнитные приборы.	4

## Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-1	ОПК-1.1. ОПК-1.2. ОПК-1.3.	<p><b>Знать:</b> знать свойства, характеристики и назначение проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалов; знать параметры, характеристики и области применения радиокомпонентов.</p> <p><b>Уметь:</b> уметь правильно выбирать наиболее подходящие по своим техническим и экономическим характеристикам материалы; обоснованно применять в радиоэлектронных устройствах соответствующие радиокомпоненты.</p> <p><b>Владеть:</b> методами экспериментального исследования материалов электронных средств.</p>	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	Вопросы и задания к практической работе, вопросы к зачету, вопросы к экзамену.

### Фонды оценочных средств по дисциплине «Радиоэлектронные компоненты и материалы»

#### Оценочные средства для текущей аттестации (практическая работа):

Вопросы к практическим работам:

1. Современные радиоэлектронные материалы.
2. Типы связей в веществе. Классификация материалов электротехнике.
3. Зонная теория строения твердого тела и классификация материалов.
4. Кристаллическое и аморфное строение твердых тел и обуславливаемые свойства.
5. Дефекты строения твердых тел и их влияние на свойства.
6. Температурная зависимость электропроводности проводниковых материалов.
7. Зависимость электропроводности от частоты проводниковых материалов.

8. Чем обусловлено увеличение сопротивления чистых металлов с ростом температуры?
9. Что такое остаточное удельное сопротивление металла?
10. Какова глубина проникновения поля в проводник на высоких частотах?
11. Электропроводность тонких плёнок, применяемых в электронной технике.
12. Металлы, применяемые в электронной технике.
13. Сплавы, применяемые в электронной технике.
14. Неметаллические проводящие материалы.
15. Полупроводники, электропроводность полупроводников и ее зависимость от внешних факторов.
16. Процессы в диэлектриках в электрическом поле. Электрические характеристики диэлектриков.
17. Поляризация диэлектриков, диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$ . Упругие виды поляризации.
18. Электропроводность диэлектриков. Собственная и примесная проводимость; удельное объемное и удельное поверхностное сопротивление.
19. Зависимость электропроводности диэлектриков от температуры.
20. Зависимость электропроводности диэлектриков от напряженности, влаги, времени эксплуатации.
21. Диэлектрические потери в нейтральных диэлектриках.
22. Диэлектрические потери в полярных диэлектриках.
23. Пробой диэлектриков. Механизм пробоя.
24. Пробой жидких диэлектриков.
25. Пробой твердых диэлектриков.
26. Чем обусловлено наличие нелинейного участка на кривой поляризации сегнетоэлектриков?
27. Механические и тепловые характеристики радиоэлектронных материалов.
28. Какая величина определяет деление магнитных материалов на магнитомягкие и магнитотвердые?
29. Какие материалы служат для проволочных резисторов и почему?
30. В чем безусловное преимущество ферритов перед ферромагнетиками?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству текущего контроля (практическая работа)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	выполнены все задания практической работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, нет погрешностей в оформлении работы.
хорошо (4)	задания практической работы выполнены с несущественными недочетами или неточностями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями, присутствуют некоторые погрешности в оформлении.
удовлетворительно (3)	выполнены все задания практической работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями,

	допущено небрежность и неточность у оформлении.
неудовлетворительно (2)	Студентом допущены серьезные ошибки по содержанию работы или задания практической работы выполнены неправильно; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет):**

#### **Вопросы к зачету:**

1. Современные радиоэлектронные материалы.
2. Типы связей в веществе. Классификация материалов электротехнике.
3. Зонная теория строения твердого тела и классификация материалов.
4. Кристаллическое и аморфное строение твердых тел и обуславливаемые свойства.
5. Дефекты строения твердых тел и их влияние на свойства.
6. Температурная зависимость электропроводности проводниковых материалов.
7. Зависимость электропроводности от частоты проводниковых материалов.
8. Чем обусловлено увеличение сопротивления чистых металлов с ростом температуры?
9. Что такое остаточное удельное сопротивление металла?
10. Какова глубина проникновения поля в проводник на высоких частотах?
11. Электропроводность тонких плёнок, применяемых в электронной технике.
12. Металлы, применяемые в электронной технике.
13. Сплавы, применяемые в электронной технике.
14. Неметаллические проводящие материалы.
15. Полупроводники, электропроводность полупроводников и ее зависимость от внешних факторов.
16. Процессы в диэлектриках в электрическом поле. Электрические характеристики диэлектриков.
17. Поляризация диэлектриков, диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$ . Упругие виды поляризации.
18. Электропроводность диэлектриков. Собственная и примесная проводимость; удельное объемное и удельное поверхностное сопротивление.
19. Зависимость электропроводности диэлектриков от температуры.
20. Зависимость электропроводности диэлектриков от напряженности, влаги, времени эксплуатации.
21. Диэлектрические потери в нейтральных диэлектриках.
22. Диэлектрические потери в полярных диэлектриках.
23. Пробой диэлектриков. Механизм пробоя.
24. Пробой жидких диэлектриков.
25. Пробой твердых диэлектриков.



26. Чем обусловлено наличие нелинейного участка на кривой поляризации сегнетоэлектриков?
27. Механические и тепловые характеристики радиоэлектронных материалов.
28. Какая величина определяет деление магнитных материалов на магнитомягкие и магнитотвердые?
29. Какие материалы служат для проволочных резисторов и почему?
30. В чем безусловное преимущество ферритов перед ферромагнетиками?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточного контроля (зачет)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
Зачтено	Студент показывает хорошие знания учебного материала по дисциплине, знает сущность и характеристику основных понятий, владеет терминологией. Студент способен логично и последовательно изложить учебный материал по дисциплине, раскрыть смысл вопросов по темам, дает удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы, систематически активен на практических занятиях и лабораторных работах.
Незачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки, владеет отрывочными знаниями основных понятий, дает неполные или неверные ответы на вопросы по темам курса. Текущая успеваемость по дисциплине неудовлетворительная, студент не участвует в работе на практических занятиях и лабораторных работах. Выполняет не все виды работ по дисциплине

### Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен):

Вопросы-тесты к экзамену:

#### 1. Материалы высокой проводимости – материалы, у которых удельное электрическое сопротивление

- 1) меньше или равно  $0,1 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$
- 2) больше  $0,3 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$
- 3) находится в диапазоне  $10^{-8}$ - $10^{-5} \text{ Ом} \cdot \text{м}$
- 4) равно  $0,1 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$
- 5) больше  $0,1 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$

**2. Материалы высокой проводимости:**

- 1) Медь, золото, серебро, алюминий, латунь
- 2) Медь, железо, цинк, золото, нихром
- 3) Медь, алюминий, молибден, серебро, альдрей
- 4) Золото, серебро, тантал, бронза
- 5) Никель, хром, серебро, бронза

**3. Материалы высокой проводимости используют для:**

- 1) Токопроводящих жил проводов, кабелей, тонкопленочных проводников и контактных площадок МЭУ
- 2) Обкладок конденсаторов, резисторов, тонкопленочных проводников
- 3) Элементов корпусов, припоев, проводов, шнуров
- 4) Нагревательных элементов и термопар
- 5) Шнуров, токопроводящих жил проводов, обкладок конденсаторов

**4. Сплавы меди, используемые для резисторов:**

- 1) Манганин, константан
- 2) Латунь, бронза
- 3) Манганин, нихром
- 4) Мельхиор, фехраль
- 5) Бронза, нихром

**5. Коррозионностойкие металлы:**

- 1) Алюминий, серебро, медь, золото
- 2) Золото, серебро, хром, цинк
- 3) Железо, кадмий, олово, вольфрам
- 4) Железо, алюминий, медь
- 5) Свинец, медь, натрий, радий

**6. Металлы-ферромагнетики:**

- 1) Железо, медь, алюминий
- 2) Железо, никель, кобальт
- 3) Серебро, никель, кобальт
- 4) Кобальт, железо, тантал
- 5) Тантал

**7. Удельное электрическое сопротивление зависит от**

- 1) Длины проводника
- 2) Примеси
- 3) Поперечного сечения проводника
- 4) Геометрических размеров проводника
- 5) От подвижности дырок

**8. Конструкционные сплавы**

- 1) Дюралюмин, сталь, ковар
- 2) Сталь, ковар, пермаллой
- 3) Алюмель, дюралюмин, сталь
- 4) Инвар, фехраль, копель
- 5) Магналий,

**9. Сплавы для нагревательных элементов:**

- 1) дюралюмин, сталь, пермаллой

- 2) бронза, латунь, нихром
- 3) нихром, константан, фехраль, хромель
- 4) копель, алюмель, хромель
- 5) бронза, силумин, чугун

#### **10. Дипольно-релаксационная поляризация – это**

- 1) смещение друг относительно друга разноименно заряженных частиц в диэлектриках с ионной кристаллической структурой
- 2) смещение друг относительно друга разноименно заряженных частиц в диэлектриках с ковалентной полярной структурой
- 3) слабосвязанные ионы вещества под воздействием внешнего электрического поля смещаются на расстояния, превышающие постоянную решетки
- 4) поворот дипольных молекул и их смещение в направлении внешнего электрического поля
- 5) свободные электроны в электрическом поле перемещаются и накапливаются, образуя поляризованные области

#### **11. Диэлектрические потери – это**

- 1) Рассеянная часть поглощенной диэлектриком энергии, превращенная в тепло
- 2) Резкий скачок тока, а затем уменьшение его до постоянного значения
- 3) Явление образования канала высокой проводимости в диэлектрике, помещенном в электрическое поле
- 4) Ионизация молекул примесей под действием внешних факторов
- 5) Рассеянная часть накопленных свободных зарядов

#### **12. Активные диэлектрики**

- 1) Жидкие кристаллы, сегнетоэлектрики
- 2) Органические стекла, текстолит
- 3) Полистирол, фторопласт-4
- 4) Пьезоэлектрики, электреты
- 5) Слюда, бумага

#### **13. Пассивные диэлектрики**

- 1) Пьезоэлектрики, жидкие кристаллы, электреты
- 2) Воздух, слюда, бумага
- 3) Полиэтилен, полистирол, полиамид
- 4) Сегнетоэлектрики, электреты
- 5) Толуол, бензол, компануд

#### **14. Полимеры – это**

- 1) Вещества, полученные в результате полимеризации
- 2) Органические диэлектрики, состоящие из большого числа атомов, которые получают из мономеров в процессе полимеризации или поликонденсации
- 3) неорганические диэлектрики, состоящие из большого числа атомов, которые получают в процессе полимеризации или поликонденсации из мономеров
- 4) Вещества, полученные в результате реакции поликонденсации

- 5) Диэлектрики, состоящие из атомов органических веществ пропиленового ряда

**15. Диэлектрические материалы для печатных плат**

- 1) Текстолит, стеклотекстолит, гетинакс
- 2) Фторопласт, винилпласт
- 3) Капрон, лавсан, ПВХ
- 4) Фольгированный стеклотекстолит, ПВХ пластикат
- 5) Каучук, винил, стекло

**16. Конденсаторные диэлектрики**

- 1) Воздух, каучук, электреты
- 2) Лак, эмаль, масла
- 3) Резина, керамика, стекло
- 4) Бумага, слюда, керамика
- 5) Дерево, капрон, ситалл

**17. Цифра 1, которая следует за буквенным обозначением конденсатора, означает, что в качестве диэлектрика использован:**

- 1) вакуум
- 2) воздух
- 3) газообразный диэлектрик
- 4) жидкий диэлектрик
- 5) твердый диэлектрик

**18. Цифра 4, которая следует за буквенным обозначением конденсатора, означает, что в качестве диэлектрика использован:**

- 1) вакуум
- 2) воздух
- 3) газообразный диэлектрик
- 4) жидкий диэлектрик
- 5) твердый диэлектрик

**19. Цифра 5, которая следует за буквенным обозначением конденсатора, означает, что в качестве диэлектрика использован:**

- 1) вакуум
- 2) воздух
- 3) газообразный диэлектрик
- 4) жидкий диэлектрик
- 5) твердый диэлектрик

**20. Цифра 3, которая следует за буквенным обозначением конденсатора, означает, что в качестве диэлектрика использован:**

- 1) вакуум
- 2) воздух
- 3) газообразный диэлектрик
- 4) жидкий диэлектрик
- 5) твердый диэлектрик

**21. Значение  $tg\delta$  в конденсаторе зависит от:**

- 1) материала диэлектрика

- 2) схемы включения конденсатора
- 3) величины протекающего тока
- 4) площади пластин
- 5) расстояние между пластинами

**22. Конденсатор, емкость которого зависит от напряженности электрического поля, называется:**

- 1) вариконд
- 2) варикап
- 3) вариометр
- 4) варистор
- 5) вариатор

**23. Переменные резисторы обозначаются буквами:**

- 1) СП
- 2) С
- 3) СН
- 4) СР
- 5) Р

**24. Температурный коэффициент сопротивления определяется:**

- 1)  $TKR = \frac{\Delta R}{R} \cdot \Delta t$
- 2)  $TKR = \frac{R}{\Delta R} \cdot \Delta t$
- 3)  $TKR = \frac{\Delta R}{R \Delta t}$
- 4)  $TKR = \frac{R}{\Delta R \cdot \Delta t}$
- 5)  $TKR = \frac{R}{\Delta t}$

**25. Коэффициент старения резистора определяется:**

- 1)  $k_{cm} = \frac{\Delta R}{R} \cdot 100\%$
- 2)  $k_{cm} = \frac{R}{\Delta R} \cdot 100\%$
- 3)  $k_{cm} = \frac{\Delta R}{R \cdot \Delta t} \cdot 100\%$
- 4)  $k_{cm} = \frac{\Delta R \cdot \Delta t}{R} \cdot 100\%$

5)  $k_{cm} = \frac{\Delta R}{\Delta t} \cdot 100\%$

26. Для уменьшения влияния электромагнитного поля катушки индуктивностей на другие элементы схемы применяют:

- 1) металлический экран
- 2) ферромагнитный сердечник
- 3) каркас из текстолита
- 4) неферромагнитный экран
- 5) керамический каркас

27. Самая большая добротность характерна для катушек индуктивности:

- 1) без каркаса
- 2) с ферромагнитным сердечником
- 3) из меди
- 4) без ферромагнитного сердечника
- 5) с керамическим каркасом

28. Индуктивность катушки зависит от:

- 1) числа витков
- 2) схемы включения
- 3) размера катушки
- 4) формы прикладываемого напряжения
- 5) расстояние между витками

29. Трансформатор, у которого все обмотки размещаются на среднем стержне магнитопровода, называется:

- 1) броневой
- 2) стержневой
- 3) кольцевой
- 4) разделительный
- 5) политрансформатор

30. Трансформатор, у которого все обмотки размещаются на двух стержнях магнитопровода, называется:

- 1) броневой

- 2) стержневой
- 3) кольцевой
- 4) разделительный
- 5) политрасформатор

**31. Какой из сплавов относится к магнитомягким?**

- 1) пермаллой
- 2) сплав на основе редкоземельных металлов;
- 3) бариевый феррит;
- 4) сплав Cu-Ni-Co
- 5) стронциевый феррит

**32. Магнитомягкие материалы обладают:**

- 1) узкой петлей гистерезиса
- 2) широкой петлей гистерезиса
- 3) большими потерями на вихревые токи
- 4) малой магнитной проницаемостью
- 5) высокой коэрцитивной силой.

**33. Температурный коэффициент индуктивности определяется:**

- 1)  $TKL = \frac{\Delta L}{L} \cdot \Delta t$
- 2)  $TKL = \frac{\Delta L}{L \cdot \Delta t}$
- 3)  $TKL = \frac{L}{\Delta L \cdot \Delta t}$
- 4)  $TKL = \frac{L \cdot \Delta L}{\Delta t}$
- 5)  $TKL = \frac{\Delta L}{\Delta t}$

**34. Добротность индуктивной катушки определяется:**

- 1)  $Q = \frac{\omega L}{R_{\Pi}}$
- 2)  $Q = \frac{R_{\Pi}}{\omega L}$
- 3)  $Q = \frac{\omega R_{\Pi}}{L}$
- 4)  $Q = \frac{LR_{\Pi}}{\omega}$

5)  $Q = wLR_{\pi}$

35. **Применение магнитных сердечников в индуктивных катушках позволяет:**

- 1) увеличить индуктивность катушки
- 2) стабилизировать частотные характеристики
- 3) увеличить магнитную проницаемость
- 4) увеличить вихревые токи в сердечнике катушки
- 5) увеличить рассеивание энергии в виде тепла

36. **Какие магнитные материалы используют в качестве сердечников индуктивных катушек?**

- 1) феррит
- 2) мартенсит
- 3) редкоземельные металлы
- 4) медь
- 5) цинк

37. **Как называют трансформаторы малой мощности, предназначенные для преобразования напряжения электрической сети в напряжения, необходимые для питания электронных устройств?**

- 1) питания
- 2) сигнальными
- 3) согласующими
- 4) импульсными
- 5) разделительными

38. **Как называют трансформаторы малой мощности, предназначенные для точной передачи, преобразования и запоминания электрических сигналов?**

- 1) питания
- 2) сигнальными
- 3) согласующими
- 4) ленточными
- 5) разделительными



39. Как называют специальные типы трансформаторов, которые предназначены для трансформации или формирования сигналов напряжения (тока) различной формы?
- 1) питания
  - 2) сигнальными
  - 3) согласующими
  - 4) импульсными
  - 5) броневые
40. Как называют статическое устройство, обеспечивающее преобразование параметров переменных напряжений и токов?
- 1) дроссель высокой частоты
  - 2) катушка индуктивности
  - 3) трансформатор
  - 4) вариометр
  - 5) конденсатор
41. Обеспечение большого сопротивления для переменных токов и малого для постоянных и низкочастотных токов – основное назначение:
- 1) дросселя
  - 2) трансформатора
  - 3) катушки индуктивности
  - 4) электромеханического фильтра
  - 5) конденсатора
42. В выпрямительных устройствах для создания фильтров, сглаживающих пульсации, используют:
- 1) дроссели высокой частоты
  - 2) *дроссели низкой частоты;*
  - 3) трансформаторы
  - 4) вариометры
  - 5) катушки индуктивности
43. Для ВЧ и СВЧ-полей используют:

- 1) магнитомягкие материалы
- 2) магнитотвердые материалы
- 3) магнитные материалы с прямоугольной петлей гистерезиса
- 4) магнитные материалы с цилиндрическими магнитными доменами
- 5) магнитострикционные материалы

**44. В переключателях в устройствах автоматики используют:**

- 1) магнитомягкие материалы
- 2) магнитотвердые материалы
- 3) магнитные материалы с прямоугольной петлей гистерезиса
- 4) магнитные материалы с цилиндрическими магнитными доменами
- 5) магнитострикционные материалы

**45. Магнитопровод трансформатора выполнен из:**

- 1) магнитомягкие материалы
- 2) магнитотвердые материалы
- 3) магнитные материалы с прямоугольной петлей гистерезиса
- 4) магнитные материалы с цилиндрическими магнитными доменами
- 5) магнитострикционные материалы

**46. Чем больше потери энергии при перемагничивании в переменных полях, тем**

- 1) тоньше штамповые пластины, из которых собирают магнитопровод
- 2) меньше потери на вихревые токи
- 3) большие потери на гистерезис
- 4) больше частота изменения переменного поля
- 5) больше нагрев магнитного материала

**47. Потери на гистерезис у магнитопровода из электротехнической стали будут меньше, чем**

- 1) тоньше штамповые пластины, из которых собирают магнитопровод
- 2) меньше потери на вихревые токи
- 3) большие потери на гистерезис
- 4) больше частота изменения переменного поля

5) больше нагрев магнитного материала

48. Для сердечника катушек индуктивности, дросселей применяют:

- 1) ферриты с прямоугольной петлей гистерезиса
- 2) СВЧ-ферриты
- 3) никель
- 4) магнитный лак
- 5) железо+никель

49. Магнитодиэлектрик –это:

- 1) сплав железа и никеля
- 2) сплав железа, углерод и кремний
- 3) металл-ферромагнетик
- 4) полистирол+альсифер
- 5) магнитный лак

50. Агрегатное состояние проводников:

- 1) твердое
- 2) твердое, жидкое
- 3) твердое, ионизированный газ
- 4) жидкое, ионизированный газ
- 5) твердое, жидкое, ионизированный газ

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточного контроля (экзамен)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом, дает полное и логически стройное изложение содержания при ответе в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает свои ответы, хорошо владеет умениями самостоятельно обобщать и излагать материал и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и

	по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в ответах, трактовках и определениях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки и непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме, показывает неусвоение отдельных существенных деталей. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 40% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в определении понятий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

### Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

#### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)