

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Радиоматериалы и радиокомпоненты

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

---

Направленность образовательной программы

Прием, анализ и обработка сигналов системами специального назначения

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.29 Радиоматериалы и радиокомпоненты относится к обязательной части образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-7: Способен применять методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники	ОПК-7.1: Понимает основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов ОПК-7.2: Использует основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов	ОПК-7.1: Знать: основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов Уметь: применять основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов Владеть: навыками анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов  ОПК-7.2: Знать: основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов. Уметь: применять основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов Владеть: навыками использования основных методов анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов.	Задачи	Зачёт: Контрольные вопросы Задания
ОПК-9: Способен осваивать работу	ОПК-9.1: Понимает основные методы измерения	ОПК-9.1: Знать: основные методы	Задачи	

на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения научно-технических задач в области радиотехники	параметров и характеристик радиотехнических устройств ОПК-9.2: Измеряет параметры электрических сигналов в цепях переменного и постоянного токов, оценивает погрешности измерений	измерения параметров и характеристик радиотехнических устройств. Уметь: применять основные методы измерения параметров и характеристик радиотехнических устройств Владеть: навыками измерения параметров и характеристик радиотехнических устройств  ОПК-9.2: Знать: параметры электрических сигналов в цепях переменного и постоянного токов Уметь: измерять параметры электрических сигналов в цепях переменного и постоянного токов, оценивать погрешности измерений Владеть: навыками оценивания погрешности измерений.		Зачёт: Контрольные вопросы Задания
--	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
<b>самостоятельная работа</b>	<b>59</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе	
		Контактная работа (работа во	Самостоятельная

		взаимодействии с преподавателем), часы из них			работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Общие сведения о строении вещества: структура электронных оболочек атомов, химическая связь между атомами, структура твёрдых тел, основные понятия зонной теории. Радиоматериалы, конструкционные материалы и области их применения.	6	2	1	3	3
Тема 2. Электрофизические свойства проводниковых материалов: основные положения классической электронной теории, основные положения квантовой физики, температурная зависимость электропроводности, зависимость электропроводности от частоты, электропроводность тонких плёнок.	12	4	2	6	6
Тема 3. Электрофизические свойства полупроводниковых материалов: чистые (собственные) полупроводники, примесные полупроводники.	12	4	2	6	6
Тема 4. Электрофизические свойства диэлектрических материалов: виды поляризации диэлектриков, зависимость диэлектрической проницаемости от температуры, зависимость диэлектрической проницаемости от частоты, электропроводность диэлектриков, диэлектрические потери, электрическая.	12	4	2	6	6
Тема 5. Магнитные свойства материалов: намагничённость, магнитная восприимчивость, магнитная проницаемость, магнитная индукция, диамагнетизма, парамагнетизма, ферромагнетизма, антиферромагнетизма, ферримагнетизма, потери в магнитных материалах, магнитомягкие материалы, магнитодиэлектрики, магнитотвёрдые материалы.	7	2	1	3	4
Тема 6. Назначение резисторов. Классификация резисторов: по назначению, по постоянству значения сопротивления, по виду токопроводящего элемента, по эксплуатационным характеристикам.	7	2	1	3	4
Тема 7. Специальные резисторы: варисторы, терморезисторы, фоторезисторы, тензорезисторы, магниторезисторы.	7	2	1	3	4
Тема 8. Назначение конденсаторов. Классификация конденсаторов: по назначению, по характеру изменения ёмкости, по материалу диэлектрика. Конструкция конденсаторов: пакетная, трубчатая, дисковая, литая, секционная, рулонная, конденсаторы гибридных интегральных микросхем, подстроечные, конденсаторы переменной ёмкости. Параметры конденсаторов, частотные свойства, потери энергии.	7	2	1	3	4
Тема 9. Назначение катушек индуктивности и дросселей. Конструкции катушек индуктивности и дросселей. Индуктивность и собственная ёмкость катушки индуктивности и дросселя. Экранирование катушек индуктивности и дросселей. Методика расчёта однослойных и многослойных катушек.	7	2	1	3	4
Тема 10. Потери в катушках индуктивности и в дросселях: резистивное сопротивление, поверхностный эффект, эффект близости потери в диэлектрике, потери в сердечнике, потери в экране. Разновидности катушек индуктивности и дросселей: контурные катушки индуктивности, катушки связи, вариометры, дроссели для сглаживания пульсаций выпрямленного тока и дроссели для высоких частот.	7	2	1	3	4
Тема 11. Полупроводниковые материалы и их свойства. Собственные и примесные полупроводники. Подвижность носителей. Время жизни. Классификация полупроводников. Донорные и акцепторные полупроводники. Зонная структура полупроводников.	16	4	2	6	10
Тема 12. Полупроводниковые приборы.	7	2	1	3	4
Аттестация	0				

КСР	1			1	
Итого	108	32	16	49	59

### Содержание разделов и тем дисциплины

1. Общие сведения о строении вещества. Структура электронных оболочек атомов. Химическая связь между атомами. Структура твёрдых тел. Основные понятия зонной теории.
2. Электрофизические свойства проводниковых материалов. Основные положения классической электронной теории. Основные положения квантовой физики. Температурная зависимость электропроводности. Зависимость электропроводности от частоты. Электропроводность тонких плёнок. Классификация проводниковых материалов.
3. Электрофизические свойства диэлектрических материалов. Электронная поляризация. Дипольная поляризация. Ионная поляризация. Спонтанная поляризация.
4. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры и частоты. Электропроводность диэлектриков. Диэлектрические потери. Электрическая прочность диэлектриков. Классификация диэлектрических материалов.
5. Магнитные свойства радиоматериалов. Намагничивание ферромагнетиков. Магнитомягкие материалы. Магнитотвёрдые материалы.
6. Электрофизические свойства полупроводниковых материалов. Собственные и примесные полупроводники. Расчёт равновесной концентрации электронов и дырок в собственном полупроводнике.
7. Расчёт равновесной концентрации электронов и дырок в примесных полупроводниках.
8. Неравновесное состояние полупроводника. Время жизни неравновесных носителей заряда. Распределение концентрации неравновесных носителей заряда. Токи в полупроводниках. Поверхностные явления.
9. Контактные явления в радиоматериалах. Контактные явления в металлах.
10. Электронно-дырочный переход. Вольт-амперная характеристика р-п-перехода.
11. Контакт вырожденных полупроводников. Контакт полупроводника с металлом. Гетеропереходы.
12. Пассивные компоненты радиоэлектронной аппаратуры. Резисторы. Классификация и конструкции резисторов. Конструктивно-технологические разновидности резисторов.
13. Конденсаторы. Классификация и конструкции конденсаторов. Основные разновидности конденсаторов.
14. Катушки индуктивности. Конструкции катушек индуктивности. Разновидности катушек индуктивности.
15. Трансформаторы. Физические основы функционирования трансформаторов.
16. Полупроводниковые диоды. Устройство полупроводниковых диодов. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода. Область прямых напряжений. Область обратных напряжений.
17. Пробой полупроводникового диода. Виды пробоя.
18. Дифференциальное сопротивление диода. Ёмкости диода.
19. Выпрямительный режим работы полупроводниковых диодов.
20. Разновидности полупроводниковых диодов и их применение. Выпрямительные диоды. Высокочастотные диоды. Импульсные диоды. Стабилитроны. Варикапы. Туннельные диоды. Фотодиоды. Светоизлучающие диоды. Оптопары.
21. Биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия биполярного транзистора.
22. Схемы включения биполярного транзистора. Схема с общей базой. Схема с общим эмиттером. Схема с общим коллектором.

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Радиоматериалы и радиокомпоненты, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=9529>.

Иные учебно-методические материалы:

Кроме того, самостоятельная работа проводится обучающимися с помощью основной и дополнительной учебной литературы (п.6) и контролируется на практических занятиях семинарского типа, а также на зачете в рамках итогового контроля.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-7:**

### Задача № 1

Для расчета предлагаются два образца полупроводникового материала: собственный полупроводник и примесный полупроводник на его основе. Собственная концентрация носителей заряда в полупроводнике при комнатной температуре равна  $n_i$ ; подвижность электронов -  $n$ ; подвижность дырок -  $p$ , удельное сопротивление примесного полупроводника равно  $\rho$ .

Определить:

- отношение полного тока, протекающего через полупроводник  $I$ , к току, обусловленному электронной составляющей  $I_n$ , а также к току, обусловленному дырочной составляющей  $I_p$ , в собственном полупроводнике;
- концентрацию электронов и дырок в примесном полупроводнике;
- отношение полного тока, протекающего через полупроводник, к току, обусловленному электронной составляющей, а также к току, обусловленному дырочной составляющей, в примесном полупроводнике.

Исходные данные для конкретных вариантов задачи 1 приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

	Вариант					
	1 и 9	2 и 8	3 и 7	4 и 6	5	0
Полупроводниковый материал	n-Si	p-Si	n-Ge	p-Ge	n-GaAs	p-GaAs
$n, \text{м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$	0,14		0,39		0,95	
$p, \text{м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$	0,05		0,19		0,045	
$n_i, \text{м}^{-3}$	1,0.1016		2,5.1019		6,6.1012	

Таблица 2

	Полупроводниковый материал					
	n-Si	p-Si	n-Ge	p-Ge	n-GaAs	p-GaAs
Вариант	удельное сопротивление ,Ом.м					
1	5,0.10-1	1,0.100	1,0.10-1	3,0.10-1	1,0.10-1	1,0.100
2	1,0.10-1	3,0.10-1	2,0.10-2	7,0.10-2	2,0.10-2	5,0.10-1
3	4,5.10-2	1,5.10-1	1,5.10-2	4,0.10-2	1,0.10-2	2,5.10-1
4	6,0.10-3	2,0.10-2	2,0.10-3	4,0.10-3	3,0.10-3	2,0.10-2
5	9,0.10-4	3,0.10-3	4,0.10-4	6,0.10-4	4,0.10-5	6,0.10-4
6	3,5.10-4	1,0.10-3	1,0.10-4	2,0.10-4	2,0.10-5	3,0.10-4
7	2,0.10-4	6,0.10-4	7,0.10-5	1,0.10-4	4,0.10-6	8,0.10-5
8	6,0.10-5	1,0.10-4	2,0.10-5	3,0.10-5	2,0.10-6	4,0.10-5
9	8,0.10-6	2,0.10-5	3,0.10-6	5,0.10-6	1,0.10-6	2,0.10-5
0	3,0.10-6	1,0.10-6	7,0.10-7	1,0.10-6	9,0.10-7	4,0.10-6

### Задача № 2

Для печатной платы, заданного вида определить:

- сопротивление изоляции между проводниками 1 и 2;
- максимальную величину тока  $I_{\text{max}}$ , который может быть пропущен по проводнику 1, если проводники имеют толщину  $\delta$ , а допустимая плотность тока на прямолинейных участках проводников равна  $j_{\text{доп}}$ ;
- падение напряжения  $\Delta U$  и выделяющуюся мощность  $\Delta P$  на участке проводника 2 длиной  $L$  при прохождении по нему максимального по величине допустимого тока.

Исходные данные для конкретных вариантов задачи 2 приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

	Вариант	
	1, 2, 3, 4, 5	6, 7, 8, 9, 0
Материал основания печатной платы	гетинакс	стеклотекстолит
Удельное поверхностное сопротивление $\rho_s$ , Ом	108	109

Таблица 4

	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Материал проводников	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
Толщина проводников $\delta$ , мкм	10	20	30	40	50	30	30	40	30	50
Линейные размеры проводников, мм:										
a	1,0	1,5	2,0	1,0	1,5	2,0	1,0	1,5	2,0	1,0
b	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0
c	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0
L	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10
Допустимая плотность тока $j_{\text{доп}}$ , А/мм2	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10

## 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-9:

### Задача № 3

Для плоского конденсатора с зарядом  $Q$ , имеющего металлические обкладки площадью  $S$ , расположенные на расстоянии  $d$  друг от друга и разделенные слоем материала с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ , определить:

- емкость;
- удельную емкость;
- разность потенциалов между обкладками;
- напряженность электрического поля в диэлектрике;
- энергию, запасенную в конденсаторе;
- плотность запасенной в конденсаторе энергии.

Исходные данные для конкретных вариантов задачи 3 приведены в табл. 5 и 6

Таблица 5

Вариант	Материал диэлектрика	Диэлектрическая проницаемость	Толщина диэлектрика, мкм
1	Политетрафторэтилен	2	1000
2	Оксид алюминия	10	0,2
3	Керамика на основе титаната циркония	40	100
4	Поликарбонат	3	10
5	Пятиокись ниобия	41	0,05
6	Керамика на основе титаната бария	9000	10
7	Ультрафарфор	8,2	6
8	Керамика на основе ниобата свинца	30000	3
9	Слюда	7	1000
0	Пятиокись тантала	27	0,01

Таблица 6

	Вариант				
	1 и 2	3 и 4	5 и 6	7 и 8	9 и 0
Площадь электродов, м <sup>2</sup>	1,010-2	2,510-5	1,010-6	4,010-8	1,010-10
Материал диэлектрика	Заряд конденсатора, Кл				
Политетрафторэтилен	1,810-8	4,410-11	1,710-12	7,010-14	1,810-16
Оксид алюминия	4,410-4	1,110-6	4,410-8	1,810-9	4,410-12
Керамика на основе титаната циркония	3,510-6	8,810-9	3,510-10	1,410-11	3,510-14
Поликарбонат	2,610-6	6,610-9	2,610-10	1,110-11	2,610-14
Пятиокись ниобия	7,310-3	1,810-5	7,310-7	2,910-8	7,310-11
Керамика на основе титаната бария	8,010-3	2,010-5	8,010-7	3,210-8	8,010-11
Ультрафарфор	1,210-5	3,010-8	1,210-9	4,810-11	1,210-13
Керамика на основе ниобата свинца	8,910-2	2,210-4	8,910-6	3,510-7	8,910-10
Слюда	6,210-8	1,610-10	6,210-12	2,510-13	6,210-16
Пятиокись тантала	2,410-2	6,010-5	2,410-6	9,610-8	2,410-10



**Задача № 4**

Определить максимальное напряжение, которое можно приложить при температуре  $T_1$  к миниатюрному резистору сопротивлением  $R_{ном}$ , работающему на частоте  $f = 50$  Гц, если допустимая мощность рассеяния резистора равна  $P$ , температурный коэффициент сопротивления резистора  $R$ , а постоянное предельное напряжение, выше которого происходит поверхностный пробой, равно  $U_{пр}$ .

Исходные данные для конкретных вариантов задачи 4 приведены в табл. 7 и 8.

Таблица 7

	Вариант				
	1 и 2	3 и 4	5 и 6	7 и 8	9 и 0
$T_0, ^\circ\text{C}$	20	20	20	20	20
$T_1, ^\circ\text{C}$	120	100	85	150	160
$P, \text{мВт}$	125	62,5	250	12,5	25

Таблица 8

Вариант	$R_{ном}, \text{Ом}$	$R, \%$	$R, 10^{-6}/^\circ\text{C}$	$U_{пр}, \text{В}$
1	100	5	+200	50
2	120	10	+200	100
3	2 . 103	20	+50	50
4	5.1.103	5	-100	100
5	1.8.104	10	-500	50
6	3.0.105	20	-500	100
7	7.2.105	10	-1500	50
8	1.0.106	20	-1500	100
9	2.0.106	10	-2000	50
0	4.8.106	20	-2000	100

**Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

**5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации****Шкала оценивания сформированности компетенций**

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	обучающегося от ответа			негрубых ошибок	несущественных ошибок		
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-7

<ul style="list-style-type: none"><li>Опишите явление ионной поляризации.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Опишите явление спонтанной (самопроизвольной) поляризации.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Опишите явление гистерезиса у диэлектриков со спонтанной поляризацией.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Опишите зависимость диэлектрической проницаемости от температуры.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Опишите зависимость диэлектрической проницаемости от частоты.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Укажите причины электропроводности диэлектриков.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Укажите причины диэлектрических потерь.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Поясните причины возникновения тока смещения (ёмкостного тока) в диэлектриках.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Поясните причины возникновения тока абсорбции в диэлектриках.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Поясните причины возникновения сквозного тока в диэлектриках.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Начертите векторную диаграмму токов и напряжения в диэлектрике.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Поясните, что называют углом диэлектрических потерь.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Поясните, что называют электрической прочностью диэлектрика.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Опишите разновидности пробоя диэлектриков.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Дайте классификацию диэлектрических материалов.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Укажите, что является первопричиной магнитных свойств радиоматериалов.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Укажите, что называют намагниченностью материала.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Укажите, что называют магнитной восприимчивостью материала.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Укажите, как подразделяются материалы по реакции на внешнее магнитное поле.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Опишите петлю гистерезиса магнитных материалов.</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Укажите причины потерь в магнитных материалах.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Укажите назначение резисторов в РЭА.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Дайте классификацию резисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Начертите эквивалентную схему резистора.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите параметры резисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите устройство и принцип действия варисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите устройство и принцип действия терморезисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите устройство и принцип действия фоторезисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите устройство и принцип действия тензорезисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите устройство и принцип действия магниторезисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Укажите, какую долю в современной радиоэлектронной аппаратуре (РЭА) составляют конденсаторы.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Дайте классификацию конденсаторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите конструкции конденсаторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Укажите основные параметры конденсаторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите основные разновидности конденсаторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите конструкции катушек индуктивности.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите влияние собственной ёмкости катушки индуктивности на эквивалентную индуктивность катушки.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите методы расчета катушек индуктивности.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Укажите причины потерь в катушках индуктивности.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Укажите назначение и особенности контурных катушек индуктивности.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Укажите назначение и особенности дросселей.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Собственные и примесные полупроводники. Зависимость их свойств от состава, структуры и внешних факторов. Температурная зависимость электропроводности примесных</li> </ul>

полупроводников.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Полупроводники на основе соединений типа АЗВ5. Их основные свойства, преимущества и ограничения практического применения.</li> </ul>

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-9

<ul style="list-style-type: none"> <li>Укажите, что подразумевают под радиоматериалами и конструкционными материалами.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Укажите, как подразделяют материалы по реакции на электрическое поле.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите структуру электронных оболочек атомов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Укажите, что понимают под химической связью между атомами.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите ковалентную связь.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите металлическую связь.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите ионную связь.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите молекулярную связь.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Укажите, что называют фононом.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Укажите различие между изотропными и анизотропными материалами.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите структуру кристаллических материалов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите основные понятия зонной теории.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите основные положения классической электронной теории.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите основные положения квантовой физики.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите температурную зависимость электропроводности.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите зависимость электропроводности от частоты.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите электропроводность тонких плёнок.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Дайте классификацию проводниковых материалов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Поясните, что означает явление поляризации диэлектриков.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опишите явление электронной поляризации.</li> </ul>

• Опишите явление дипольной поляризации.
• Опишите явление ионной поляризации.
• Опишите явление спонтанной (самопроизвольной) поляризации.
• Опишите явление гистерезиса у диэлектриков со спонтанной поляризацией.
• Опишите зависимость диэлектрической проницаемости от температуры.
• Опишите зависимость диэлектрической проницаемости от частоты.
• Укажите причины электропроводности диэлектриков.
• Укажите причины диэлектрических потерь.
• Поясните причины возникновения тока смещения (ёмкостного тока) в диэлектриках.
• Поясните причины возникновения тока абсорбции в диэлектриках.
• Поясните причины возникновения сквозного тока в диэлектриках.
• Начертите векторную диаграмму токов и напряжения в диэлектрике.
• Поясните, что называют углом диэлектрических потерь.
• Поясните, что называют электрической прочностью диэлектрика.
• Опишите разновидности пробоя диэлектриков.
• Дайте классификацию диэлектрических материалов.
• Укажите, что является первопричиной магнитных свойств радиоматериалов.
• Укажите, что называют намагниченностью материала.
• Укажите, что называют магнитной восприимчивостью материала.
• Укажите, как подразделяются материалы по реакции на внешнее магнитное поле.
• Опишите петлю гистерезиса магнитных материалов.
• Укажите причины потерь в магнитных материалах.
• Укажите назначение резисторов в РЭА.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дайте классификацию резисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Начертите эквивалентную схему резистора.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опишите параметры резисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опишите устройство и принцип действия варисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опишите устройство и принцип действия терморезисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опишите устройство и принцип действия фоторезисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опишите устройство и принцип действия тензорезисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опишите устройство и принцип действия магниторезисторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Укажите, какую долю в современной радиоэлектронной аппаратуре (РЭА) составляют конденсаторы.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дайте классификацию конденсаторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опишите конструкции конденсаторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Укажите основные параметры конденсаторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опишите основные разновидности конденсаторов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опишите конструкции катушек индуктивности.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опишите влияние собственной ёмкости катушки индуктивности на эквивалентную индуктивность катушки.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опишите методы расчета катушек индуктивности.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Укажите причины потерь в катушках индуктивности.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Укажите назначение и особенности контурных катушек индуктивности.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Укажите назначение и особенности дросселей.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Собственные и примесные полупроводники. Зависимость их свойств от состава, структуры и внешних факторов. Температурная зависимость электропроводности примесных полупроводников.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Полупроводники на основе соединений типа АЗВ5. Их основные свойства, преимущества и</li> </ul>

ограничения практического применения.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-7

**Задание 1** Укажите, как подразделяют материалы по реакции на электрическое поле.

**Задание 2** Укажите, что понимают под химической связью между атомами. Опишите ковалентную, металлическую и ионную связи.

**Задание 3** Опишите основные понятия зонной теории.

**Задание 4** Опишите температурную зависимость электропроводности и зависимость электропроводности от частоты.

**Задание 5** Укажите причины электропроводности диэлектриков и причины диэлектрических потерь.

**Задание 6** Поясните, что называют электрической прочностью диэлектрика и опишите разновидности пробоя диэлектриков.

**Задание 7** Укажите, что называют магнитной восприимчивостью материала и укажите, как подразделяются материалы по реакции на внешнее магнитное поле.

**Задание 8** Опишите устройство и принцип действия терморезисторов, фоторезисторов, тензорезисторов, магниторезисторов.

**Задание 9** Собственные и примесные полупроводники. Зависимость их свойств от состава, структуры и внешних факторов. Температурная зависимость электропроводности примесных полупроводников.

### 5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-9

**Задание 1** Поясните, что означает явление поляризации диэлектриков. Опишите явление электронной дипольной и ионной поляризации.



**Задание 2** Укажите причины электропроводности диэлектриков и причины диэлектрических потерь.

**Задание 3** Поясните, что называют электрической прочностью диэлектрика и опишите разновидности пробоя диэлектриков.

**Задание 4** Укажите, что называют магнитной восприимчивостью материала и укажите, как подразделяются материалы по реакции на внешнее магнитное поле.

**Задание 5** Опишите устройство и принцип действия терморезисторов, фоторезисторов, тензорезисторов, магниторезисторов.

**Задание 6** Собственные и примесные полупроводники. Зависимость их свойств от состава, структуры и внешних факторов. Температурная зависимость электропроводности примесных полупроводников.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Солдатова Л. Ю. Радиоматериалы и радиокомпоненты / Солдатова Л. Ю. - Москва : ТУСУР, 2012. - 29 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=712161&idb=0>.
2. Маркировка электронных компонентов. Определитель / Бахметьев А.А., Ежов В.Б., Кирюхин И.С., Перебаскин А.В., Халикеев В.М. - Москва : ДМК-пресс, 2016., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=647676&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Петров Константин Степанович. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника : учеб. пособие для студентов вузов. - СПб. [и др.] : Питер, 2003. - 512 с. : ил. - (Учебное пособие). - ISBN 5-94723-378-9 : 197.60., 1 экз.
2. Яманов Сергей Андреевич. Химия и радиоматериалы : [учеб. для радиотехн. специальностей вузов]. - М. : Высшая школа, 1970. - 400 с. : ил. - 0.84., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

электронная библиотека <https://e.lanbook.com/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 11.05.02 - Специальные радиотехнические системы.

Автор(ы): Ключев Алексей Викторович, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 16.01.2024 г., протокол № №1.