**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# МАТЕРИАЛЫ И КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Проектирование и технология радиоэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиоконструкторский факультет (РКФ)**
Кафедра: **Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР)**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 4 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 26 | 26 | часов |
| Практические занятия | 26 | 26 | часов |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 | часов |
| Самостоятельная работа | 68 | 68 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 180 | 180 | часов |
| | 5 | 5 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 4 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по учебной работе
Дата подписания: 27.05.2026
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 71499

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка бакалавров в области создания и обеспечения функционирования компонентов электронных средств.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Получение необходимых знаний по физико-химическим и теоретическим основам современной элементной базы радиоэлектронной аппаратуры.
2. Получение необходимых знаний по методам расчета основных параметров и характеристик материалов и компонентов электронных средств.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.03.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных | ОПК-2.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных | Знать табличный и графический способы представления результатов измерений характеристик радиоматериалов и компонентов. |
| | ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований | Использовать табличный и графический способы для представления результатов температурных измерений характеристик диэлектрических материалов и компонентов электронных средств. |
| | ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных | Анализировать результаты измерения характеристик материалов и компонентов электронных средств. |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 71499

| | | |
|---|---|---|
| ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения | ПК-2.1. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков | Знать методики исследования влияния внешних факторов (температуры и влажности) на характеристики радиоматериалов и компонентов электронных средств: резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности. |
| | ПК-2.2. Умеет проводить исследования характеристик электронных средств и технологических процессов | Использовать методики исследования влияния внешних факторов (температуры и влажности) на характеристики диэлектрических материалов и компонентов электронных средств. |
| | ПК-2.3. Владеет навыками проведения эксперимента по исследованию параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения | Использовать оборудование для исследования влияния внешних факторов (температуры и влажности) на характеристики материалов и компонентов электронных средств |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 4 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 76 | 76 |
| Лекционные занятия | 26 | 26 |
| Практические занятия | 26 | 26 |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 68 | 68 |
| Разработка вопросника | 2 | 2 |
| Подготовка к тестированию | 14 | 14 |
| Подготовка к контрольной работе | 8 | 8 |
| Подготовка к устному опросу / собеседованию | 12 | 12 |
| Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 8 | 8 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 24 | 24 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 180 | 180 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 5 | 5 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в

Согласована на портале № 71499

таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | | | | |
| 1 Вводная часть | 2 | - | - | 4 | 6 | ОПК-2, ПК-2 |
| 2 Проводниковые материалы | 6 | 6 | - | 8 | 20 | ОПК-2, ПК-2 |
| 3 Резисторы | 2 | 4 | 4 | 10 | 20 | ОПК-2, ПК-2 |
| 4 Диэлектрические материалы | 6 | 6 | 12 | 22 | 46 | ОПК-2, ПК-2 |
| 5 Конденсаторы | 2 | 4 | 4 | 10 | 20 | ОПК-2, ПК-2 |
| 6 Магнитные материалы | 6 | 4 | - | 4 | 14 | ОПК-2, ПК-2 |
| 7 Катушки индуктивности | 2 | 2 | 4 | 10 | 18 | ОПК-2, ПК-2 |
| Итого за семестр | 26 | 26 | 24 | 68 | 144 | |
| Итого | 26 | 26 | 24 | 68 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | |
| 1 Вводная часть | Классификация материалов электронных средств. Классификация материалов по физико-химическим свойствам: химическому составу, типу химических связи (ковалентная, ионная, металлическая, межмолекулярная), степени упорядоченности структуры (ионно-кристаллическая, аморфная, поликристаллическая), комплексу электрических и электрофизических свойств (проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические материалы), областям применения и методам обработки. Определение понятий: свойство, параметр, характеристика, качество, однородность и стабильность параметров и характеристик. Механические и технологические свойства материалов. Устойчивость материалов к воздействию внешней рабочей среды. | 2 | ОПК-2, ПК-2 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 71499

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Проводниковые материалы | Электрофизические свойства металлов. Основные понятия и параметры: тепловая и дрейфовая скорости электронов; подвижность; проводимость; удельное сопротивление. Факторы, влияющие на удельное сопротивление металлических проводниковых материалов: температура, примеси, дефекты кристаллической решетки. Температурозависимая и остаточная составляющие удельного сопротивления. Температура Дебая. Сплавы. Зависимость электрофизических свойств сплавов от количественного содержания компонент. Электрофизические свойства тонких металлических пленок. Влияние частоты тока на сопротивление металлов. Материалы высокой проводимости. Сверхпроводники. Сплавы высокой проводимости. Резистивные материалы. Проводниковые материалы с особыми свойствами. Аморфные металлические сплавы. Применение проводниковых материалов в электронных средствах. | 6 | ОПК-2, ПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Резисторы | Резисторы, их классификация и разновидности Резисторы постоянного и переменного сопротивлений, зависимость сопротивления от материала, конструкции и внешних условий. Основные характеристики и эквивалентные схемы. Ряды номинальных значений резисторов, устанавливаемых ГОСТами, разброс значений, маркировка, надежность. | 2 | ОПК-2, ПК-2 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 71499

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Диэлектрические материалы | Общие свойства и параметры. Функции диэлектрических материалов в конструкциях РЭА, ЭВА и микроэлектроники. Процессы поляризации в диэлектриках. Поляризованность и диэлектрическая проницаемость. Зависимость основных параметров от температуры и частоты. Особенности электропроводности газообразных, жидких и твердых диэлектриков. Диэлектрические потери. Виды потерь. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от температуры и частоты. Пробой в диэлектриках. Электрическая прочность. Основные механизмы пробоя в газах и жидкостях. Виды пробоя в твердых диэлектриках: электрический, электротепловой, электрохимический. Диэлектрические материалы с особыми свойствами. Спонтанная поляризация. Сегнетоэлектрики. Их основные свойства и область применения. Пьезоэффект. Основные свойства и параметры пьезоэлектриков. Пироэлектрики. Электреты. Лазерные и оптические материалы. Применение диэлектрических материалов в электронных средствах. | 6 | ОПК-2, ПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Конденсаторы | Конденсаторы, их классификация. Конденсаторы постоянной и переменной емкости и разновидности их конструкций. Основные характеристики конденсаторов, параметры и их зависимость от режимов работы и внешних условий. Эквивалентные схемы. Надежность, маркировка | 2 | ОПК-2, ПК-2 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 71499

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Магнитные материалы | Величины, характеризующие магнитное поле и магнитные свойства материалов. Основные свойства, характеристики и параметры магнитных материалов, определяемые в статическом и динамическом режимах. Виды магнетиков. Магнитомягкие материалы - ферромагнетики: электротехническая сталь, пермаллои и другие сплавы. Влияние различных типов обработки (прокат, текстуры и др.)<br>на магнитные свойства и их стабильность. Магнитодиэлектрики. Ферриты. Структурно-химический состав. Особенности свойств. Магнитотвердые материалы. Характеристики и параметры. Температурная и временная стабильность. Классификация.<br>Технология получения. Магнитные материалы с особыми свойствами. Магнитные экраны. Магнитострикционные материалы.<br>Магнитные материалы для запоминающих устройств. Магнитные пленки.<br>Цилиндрические магнитные домены.<br>Применение магнитных материалов в электронных средствах. | 6 | ОПК-2, ПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Катушки индуктивности | Классификация и конструкции катушек индуктивности. Основные параметры. Типы катушек индуктивности, маркировка. | 2 | ОПК-2, ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 26 | |
| Итого | | 26 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | |
| 2 Проводниковые материалы | Влияние температуры на электрофизические свойства материалов. Зависимость электрофизических свойств сплавов от количественного содержания компонент. Влияние частоты тока на сопротивление металлов. | 6 | ОПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Резисторы | Зависимость сопротивления резисторов от материала, конструкции и внешних условий. | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 71499

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Диэлектрические материалы | Влияние температуры и частоты на основные параметры диэлектрических материалов. Влияние компонентов диэлектрического материала на его диэлектрическую проницаемость. | 6 | ОПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Конденсаторы | Влияние режимов работы и внешних условий на основные характеристики конденсаторов и их параметры. | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Магнитные материалы | Влияние температуры и компонентного состава на основные свойства магнитных материалов. | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Катушки индуктивности | Расчет параметров катушек индуктивности. Влияние на внешних факторов на параметры катушек индуктивности. | 2 | ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 26 | |
| Итого | | 26 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | |
| 3 Резисторы | Исследование резисторов постоянного сопротивления | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Диэлектрические материалы | Исследование влияния влаги на поверхностное и объемное сопротивления диэлектриков | 4 | ОПК-2 |
| | Исследование температурной зависимости электрической проводимости твердых диэлектриков | 4 | ОПК-2 |
| | Исследование температурной зависимости емкости и тангенса угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 12 | |
| 5 Конденсаторы | Исследование конденсаторов постоянной емкости | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 71499

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 Катушки индуктивности | Исследование высокочастотных катушек индуктивности | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 24 | |
| Итого | | 24 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | | |
| 1 Вводная часть | Разработка вопросника | 2 | ОПК-2, ПК-2 | Вопросник |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2, ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Проводниковые материалы | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2, ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ОПК-2 | Контрольная работа |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 2 | ОПК-2 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 8 | | |
| 3 Резисторы | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2, ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 2 | ОПК-2 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ОПК-2 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 2 | ОПК-2 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 10 | | |

Согласована на портале № 71499

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 Диэлектрические материалы | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 2 | ОПК-2 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | ОПК-2 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2, ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ОПК-2 | Контрольная работа |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 2 | ОПК-2 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 22 | | |
| 5 Конденсаторы | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 2 | ОПК-2 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ОПК-2 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2, ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 2 | ОПК-2 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 10 | | |
| 6 Магнитные материалы | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2, ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 2 | ОПК-2 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 4 | | |
| 7 Катушки индуктивности | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 2 | ОПК-2 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ОПК-2 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2, ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 2 | ОПК-2 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 68 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 104 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Согласована на портале № 71499

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-2 | + | + | + | + | Вопросник, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Устный опрос / собеседование, Экзамен |
| ПК-2 | + | | | + | Вопросник, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | | |
| Защита отчета по лабораторной работе | 6 | 6 | 6 | 18 |
| Контрольная работа | 6 | 0 | 6 | 12 |
| Устный опрос / собеседование | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Лабораторная работа | 8 | 8 | 8 | 24 |
| Тестирование | 2 | 2 | 4 | 8 |
| Вопросник | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 26 | 18 | 26 | 100 |
| Нарастающим итогом | 26 | 44 | 70 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Согласована на портале № 71499

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики : учебник / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/212135.

2. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники : учебник для вузов : в 2 томах / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 2 : Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники. — 2022. — 380 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/238514.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Радиоматериалы и радиокомпоненты: Учебное пособие по дисциплине «Материаловедение и технология материалов», «Материалы и компоненты электронных средств», «Радиоматериалы и радиокомпоненты» / М. Г. Кистенева - 2022. 268 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9972.

2. Битнер Л.Р. Материалы и элементы электронной техники : учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2007. - 214 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 46 экз.).

3. Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств: Учебное пособие.- Москва: Горячая линия- Телеком, 2005.-352 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 71 экз.).

4. Бондаренко, Г. Г. Материаловедение : учебник для вузов / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; под редакцией Г. Г. Бондаренко. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 327 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/488861.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиоматериалы и радиоэлектронные компоненты: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе / О. А. Доценко, М. Г. Кистенева - 2022. 73 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9977.

2. Исследование высокочастотных катушек индуктивности: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплинам «Материаловедение и технология материалов», «Материалы и компоненты электронных средств», «Радиоматериалы и радиокомпоненты» / А. Е. Здрок, Т. В. Шиленок - 2022. 32 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9967.

3. Исследование резисторов постоянного сопротивления: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплинам «Материаловедение и технология материалов», «Материалы и компоненты электронных средств», «Радиоматериалы и радиокомпоненты» / А. Е. Здрок, Т. В. Шиленок - 2022. 27 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9968.

Согласована на портале № 71499

4. Исследование конденсаторов постоянной емкости: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплинам «Материаловедение и технология материалов», «Материалы и компоненты электронных средств», «Радиоматериалы и радиокомпоненты» / А. Е. Здрок, Т. В. Шиленок - 2022. 20 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9966.

5. Исследование влияния влаги на поверхностное и объемное сопротивления диэлектриков: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплинам «Материаловедение и технология материалов», «Материалы и компоненты электронных средств», «Радиоматериалы и радиокомпоненты» / М. М. Славникова - 2022. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9963.

6. Исследование температурной зависимости емкости и тангенса угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплинам «Материаловедение и технология материалов», «Материалы и компоненты электронных средств», «Радиоматериалы и радиокомпоненты» / М. Г. Кистенева - 2022. 28 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9969.

7. Исследование температурной зависимости электрической проводимости твердых диэлектриков: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплинам «Материаловедение и технология материалов», «Материалы и компоненты электронных средств», «Радиоматериалы и радиокомпоненты» / О. А. Доценко - 2022. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9970.

### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

## 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

2. При подготовке к практическим занятиям, осуществления контроля самостоятельной работы и проведения тестирования используется сайт https://sdo.tusur.ru/course/view.php?id=7.

# 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

## 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

## 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных

Согласована на портале № 71499

консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 329 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Камера;
- Микрофон;
- Тумба для докладчика;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория радиоматериалов и радиокомпонентов: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 427 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Вольтметр В7-23;
- Вольтметр В7-26;
- Измеритель Е8-4 - 2 шт.;
- Измеритель Е9-4;
- Тераомметр Е6-13А;
- Гигаомметр KEW 3123;
- Мегаомметр цифровой Е6-22;
- Мультиметр APPA 207;
- Цифровой мультиметр APPA 103;
- Стационарный измеритель RLC AM -3004 - 2 шт.;
- Осциллограф RlGOL DS 1042 C;
- Цифровой осциллограф DSO-3202A;
- Цифровой осциллограф GDS-806S;
- Магнитно-маркерная доска;
- Лабораторный стенд "Исследование конденсаторов постоянной емкости";
- Лабораторный стенд "Исследование резисторов постоянного сопротивления";
- Лабораторный стенд "Исследование ВЧ катушек индуктивности";
- Лабораторный стенд "Исследование влияния влаги на поверхностное и объемное сопротивления диэлектриков";
- Лабораторный стенд "Исследование фильтрующих характеристик конденсаторов";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;

Согласована на портале № 71499

- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Вводная часть | ОПК-2, ПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Вопросник | Примерный перечень тем для составления вопросника |
| 2 Проводниковые материалы | ОПК-2, ПК-2 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 71499

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Резисторы | ОПК-2, ПК-2 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Диэлектрические материалы | ОПК-2, ПК-2 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Конденсаторы | ОПК-2, ПК-2 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Магнитные материалы | ОПК-2, ПК-2 | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 71499

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 Катушки индуктивности | ОПК-2, ПК-2 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|

Согласована на портале № 71499

| | |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Рассчитать энергию заряда, запасенного на обкладках конденсатора емкостью 47 мкФ, если напряжение на обкладках равно U = 16 В. Ответ дать в мДж
   1) 6
   2) 60
   3) 600
   4) 6000
2. Как называют твердый диэлектрик, длительно создающий в окружающем пространстве электростатическое поле в отсутствии внешних источников за счет предварительной электризации или поляризации.
   1) сегнетоэлектрик
   2) электрет
   3) пироэлектрик
   4) пьезоэлектрик
3. Принцип действия резисторов основан на:
   1) использовании свойств материалов оказывать сопротивление проходящему электрическому току при приложении к ним разности потенциалов
   2) способности накапливать на обкладках электрический заряд при приложении к ним разности потенциалов
   3) выделении (селектировании) на той или иной частоте (или в полосе частот) радиосигнала определенного спектра частот
   4) использовании свойств материалов поляризоваться при приложении к ним разности потенциалов
4. Описание УГО радиокомпонента следующее: прямоугольник размером 10х4 мм, внутри которого нанесена одна косая черта.
   1) Резистор мощностью 0,25 Вт
   2) Резистор мощностью 0,125 Вт
   3) Резистор мощностью 1 Вт
   4) Резистор мощностью 5 Вт
5. Как определить начальную магнитную проницаемость ферри- или ферромагнетика?
   1) измерить магнитную индукцию B, возникающую в материале при приложении к нему постоянного магнитного поля H малой величины, после чего определить отношение B /

Согласована на портале № 71499

H
2) измерить магнитную индукцию B, возникающую в материале при приложении к нему переменного магнитного поля H малой величины, после чего определить отношение H / B
3) измерить магнитную индукцию B, возникающую в материале при приложении к нему постоянного магнитного поля H малой величины, после чего определить отношение H / B
4) измерить магнитную индукцию B, возникающую в материале при приложении к нему переменного магнитного поля H малой величины, после чего определить отношение B / H

6. Электропроводность газообразных диэлектриков обусловлена движением:
   1) свободных электронов или ионов
   2) ионов
   3) свободных электронов
   4) свободных электронов и ионов
7. В каких единицах в системе СИ измеряется электрическая проводимость
   1) См
   2) См×м
   3) Ом×м
   4) См/м
8. Длину и диаметр проводника увеличили в два раза. Как изменилась его проводимость?
   1) не изменилась
   2) увеличилась в четыре раза
   3) уменьшилась в два раза
   4) увеличилась в два раза
9. На рисунке приведена зависимость удельного электрического сопротивления от температуры. Материалу какого класса соответствует кривая 1?
   1) проводник
   2) диэлектрик
   3) полупроводник
   4) сверхпроводник
10. Имеется образец материала длиной l, м, имеющий сечение S, м2. Активное электрическое сопротивление R, Ом. Формула X = l / (S R) позволяет определить неизвестную величину X:
    1) удельную электрическую проводимость
    2) удельное электрическое сопротивление
    3) электрическую проводимость
    4) электрическое сопротивление
11. Чему равна длина медной проволоки в мотке, если измеренное активное сопротивление мотка 20 Ом, диаметр проволоки 2 мм, а удельное сопротивление меди 0,017 мкОм•м.
    1) 3696 м
    2) 7932 м
    3) 5392 м
    4) 4784 м
12. Средний модуль скорости электронов в металле соответствует их тепловой скорости, а средний вектор скорости электронов – их … скорости
    1) мгновенной
    2) фазовой
    3) диффузионной
    4) дрейфовой
13. На корпус резистора нанесена маркировка 3М9К. Какие значения имеют главные параметры резистора?
    1) 3,9 МОм, 10%
    2) 390 МОм, 10%
    3) 390 кОм, 20%
    4) 3,90 кОм, 10%
14. Какие устройства и компоненты необходимо использовать для проведения эксперимента,

Согласована на портале № 71499

чтобы определить температурный коэффициент сопротивления?
1) Печь, термометр, резистор, вольтметр
2) Печь, термометр, вольтметр, амперметр
3) Печь, термометр, вольтметр, омметр
4) Печь, термометр, LCR измеритель

15. Какие устройства и расходные материалы необходимо использовать для проведения эксперимента, чтобы определить температуру Кюри сегнетоэлектрика?
1) Печь, термометр, измерительный конденсатор, образец, LCR измеритель
2) Печь, терморезистор, измерительный конденсатор, образец, LCR измеритель
3) Печь, термометр, образец, вольтметр, амперметр, омметр
4) Печь, термометр, образец, LCR измеритель
16. Какой ряд номиналов резисторов относится к E12
1) 1.0; 1.2; 1.5; 1.8; 2.2; 2.7; 3.3; 3.9; 4.7; 5.6; 6.8; 8.2
2) 1.0; 1.3; 1.6; 1.8; 2.2; 2.7; 3.3; 3.6; 4.3; 4.7; 6.2; 8.2
3) 1.0; 1.1; 1.5; 1.8; 2.2; 2.4; 3.3; 3.6; 4.3; 5.1; 6.8; 9.1
4) 1.0; 1.2; 1.5; 2.0; 2.2; 3.6; 3.9; 4.3; 5.6; 6.2; 7.5; 9.1
17. На корпус конденсатора нанесена маркировка 151 пФ. Измерительный прибор показал емкость конденсатора, равной 156 пФ. Оцените погрешность номинала данного конденсатора.
1) 3,3%
2) 3,5%
3) 5,0%
3) 5,5%
18. Как правильно построить график зависимости диэлектрической проницаемости от температуры?
1) Для температуры используется ось абсцисс, для диэлектрической проницаемости - ось ординат. На осях необходимо указать масштаб и единицы измерения.
2) Для диэлектрической проницаемости используется ось абсцисс, для температуры - ось ординат. На осях необходимо указать масштаб и единицы измерения.
3) Для температуры используется ось абсцисс, для диэлектрической проницаемости - ось ординат. На осях необходимо указать масштаб.
4) Не имеет значения, как величины расположить по осям координат
19. Погрешности подчиняются какому-либо закону и определяются основными условиями измерений
1) систематические
2) случайные
3) промах
4) неявные
20. Как проводится линеаризация экспоненциальной зависимости
1) с помощью логарифмирования
2) с помощью вычисления обратной величины
3) с помощью вычисления интеграла
4) с помощью метода наименьших квадратов

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Требования к электронным компонентам радиоэлектронной аппаратуры.
2. Классификация радиоматериалов по основным свойствам.
3. Электрические характеристики радиоматериалов.
4. Магнитные характеристики радиоматериалов.
5. Механические характеристики радиоматериалов.
6. Тепловые характеристики радиоматериалов.
7. Физико-химические характеристики радиоматериалов.
8. Электронная, ионная и дипольная поляризации диэлектриков.
9. Потери энергии в диэлектриках. Тангенс угла диэлектрических потерь. Пробой диэлектриков.
10. Основные понятия об органических твердых диэлектриках.
11. Полимеризационные диэлектрики и их электрические характеристики.

Согласована на портале № 71499

12. Поликонденсационные диэлектрики и их электрические характеристики.
13. Пластмассы. Состав, классификация, электрические характеристики и области применения.
14. Радиокерамические материалы. Пьезоэлектрические материалы и электреты. Характерные свойства.
15. Основные свойства металлических проводниковых материалов.
16. Чистые металлы и сплавы и их основные электрические характеристики.
17. Сплавы, обладающие большим удельным электрическим сопротивлением, жаростойкие сплавы и их основные электрические характеристики.
18. Металлические магнитно-мягкие и магнито-твердые материалы. Основные характеристики.
19. Ферриты, их свойства и область применения.
20. Магнитодиэлектрики.
21. Резисторы. Классификация, маркировка, типичные конструкции, УГО, основные параметры, частотные свойства.
22. Конденсаторы. Классификация, основные параметры, УГО, маркировка и номиналы.
23. Катушки индуктивности. Причины потерь в катушках индуктивности и способы их устранения.
24. Трансформаторы. Классификация, физические основы функционирования, основные параметры и конструкции.

### 9.1.3. Примерный перечень тем для составления вопросника

1. Основные определения.
2. Классификация материалов электронных средств.
3. Классификация материалов по физико-химическим свойствам.
4. Механические и технологические свойства материалов.
5. Устойчивость материалов к воздействию внешней рабочей среды.

### 9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Известно электрическое сопротивление резистора при комнатной температуре, его конструкция и материал токопроводящего слоя. Определить изменение относительного сопротивления резистора при изменении температуры и частоты приложенного напряжения. (Численные начальные данные задаются преподавателем).
2. 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 e, определить: емкость; удельную емкость; разность потенциалов между обкладками; напряженность электрического поля в диэлектрике; энергию, запасенную в конденсаторе. (Численные начальные данные задаются преподавателем).
3. Определить магнитные потери в сердечнике с заданными размерами из феррита заданной марки на частоте f, при пропускании через намагничивающую обмотку тока I. Обмотка состоит из N витков, добротность сердечника равна Q. Магнитную проницаемость сердечника взять равной μH. (Данные для расчета задаются преподавателем.)
4. Удельное сопротивление медного сплава, в котором содержится X ат.% цинка, равно r мкОм×м. Медный сплав с неизвестным содержанием атомов цинка имеет удельное сопротивление r1 мкОм×м. Полагая, что все остаточное сопротивление определяется рассеянием на примесных атомах цинка, найти концентрацию атомов цинка в этом сплаве. (Данные для расчета задаются преподавателем.)
5. Два слоя двухслойного диэлектрика состоят из материала М1 и материала М2 и имеют толщины Н1 и Н2 мм, соответственно. Относительная диэлектрическая проницаемость материала М1 равна Е1, а материала М2 – Е2. Определите напряжение на обоих слоях и значения напряженности поля в них, если двухслойный диэлектрик (при последовательном соединении слоев) работает под переменным напряжением U кВ. (Данные для расчета задаются преподавателем.)

### 9.1.5. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

Согласована на портале № 71499

1. Классификация материалов электронных средств. Классификация материалов по физикохимическим свойствам: химическому составу, типу химических связи (ковалентная, ионная, металлическая, межмолекулярная), степени упорядоченности структуры (ионно-кристаллическая, аморфная, поликристаллическая), комплексу электрических и электрофизических свойств (проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические материалы), областям применения и методам обработки. Определение понятий: свойство, параметр, характеристика, качество, однородность и стабильность параметров и характеристик. Механические и технологические свойства материалов. Устойчивость материалов к воздействию внешней рабочей среды.
2. Электрофизические свойства металлов. Основные понятия и параметры: тепловая и дрейфовая скорости электронов; подвижность; проводимость; удельное сопротивление.
3. Факторы, влияющие на удельное сопротивление металлических проводниковых материалов: температура, примеси, дефекты кристаллической решетки. Температурозависимая и остаточная составляющие удельного сопротивления. Температура Дебая.
4. Сплавы. Зависимость электрофизических свойств сплавов от количественного содержания компонент.
5. Электрофизические свойства тонких металлических пленок. Влияние частоты тока на сопротивление металлов.
6. Материалы высокой проводимости. Сверхпроводники. Сплавы высокой проводимости. Резистивные материалы. Проводниковые материалы с особыми свойствами. Аморфные металлические сплавы. Применение проводниковых материалов в электронных средствах.
7. Резисторы, их классификация и разновидности Резисторы постоянного и переменного сопротивлений, зависимость сопротивления от материала, конструкции и внешних условий. Основные характеристики и эквивалентные схемы. Ряды номинальных значений резисторов, устанавливаемых ГОСТами, разброс значений, маркировка, надежность. Общие свойства и параметры.
8. Функции диэлектрических материалов в конструкциях РЭА, ЭВА и микроэлектроники.
9. Процессы поляризации в диэлектриках. Поляризованность и диэлектрическая проницаемость. Зависимость основных параметров от температуры и частоты. Особенности электропроводности газообразных, жидких и твердых диэлектриков.
10. Диэлектрические потери. Виды потерь. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от температуры и частоты. Пробой в диэлектриках. Электрическая прочность. Основные механизмы пробоя в газах и жидкостях. Виды пробоя в твердых диэлектриках: электрический, электротепловой, электрохимический.
11. Диэлектрические материалы с особыми свойствами. Спонтанная поляризация. Сегнетоэлектрики. Их основные свойства и область применения. Пьезоэффект. Основные свойства и параметры пьезоэлектриков. Пироэлектрики. Электреты. Лазерные и оптические материалы. Применение диэлектрических материалов в электронных средствах
12. Конденсаторы, их классификация. Конденсаторы постоянной и переменной емкости и разновидности их конструкций. Основные характеристики конденсаторов, параметры и их зависимость от режимов работы и внешних условий. Эквивалентные схемы. Надежность, маркировка
13. Величины, характеризующие магнитное поле и магнитные свойства материалов. Основные свойства, характеристики и параметры магнитных материалов, определяемые в статическом и динамическом режимах. Виды магнетиков. Магнитомягкие материалы - ферромагнетики: электротехническая сталь, пермаллои и другие сплавы. Влияние различных типов обработки (прокат, текстуры и др.) на магнитные свойства и их стабильность. Магнитодиэлектрики.
14. Ферриты. Структурно-химический состав. Особенности свойств. Магнитотвердые материалы. Характеристики и параметры. Температурная и временная стабильность. Классификация. Технология получения.
15. Магнитные материалы с особыми свойствами. Магнитные экраны. Магнитострикционные материалы. Магнитные материалы для запоминающих устройств. Магнитные пленки. Цилиндрические магнитные домены. Применение магнитных

Согласована на портале № 71499

материалов в электронных средствах.

### 9.1.6. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. От чего зависит объемное сопротивление диэлектриков?
2. Почему могут отличаться объемное и поверхностное сопротивления?
3. Каков механизм влияния влаги на объемное и поверхностное сопротивления диэлектриков?
4. Что такое удельное поверхностное сопротивление и как его рассчитать?
5. Почему измерение сопротивления производят на постоянном напряжении?
6. Как исключить влияние поверхностных токов на результаты измерения удельного объемного сопротивления?
7. Чем обусловлена электропроводность твёрдых диэлектриков? Объясните механизм электропроводности.
8. Какова температурная зависимость электропроводности твердых диэлектриков?
9. Что такое энергия активации?
10. В каком соотношении находятся энергия активации собственных и примесных ионов?
11. Докажите, что при низких температурах проводимость примесная, а не собственная.
12. Физический смысл явления саморазряда конденсатора?
13. Расскажите принцип действия тераомметра.
14. При каких условиях ε слабо зависит от температуры?
15. Объясните зависимость ε от температуры у диэлектрика, в котором возможна релаксационная поляризация.
16. Почему у неполярных диэлектриков тангенс угла диэлектрических потерь с увеличением температуры монотонно возрастает?
17. Объясните график зависимости tgδ от температуры для диэлектрика, в котором возможна релаксационная поляризация.
18. Что называется резистором?
19. На какие типы делятся резисторы постоянного сопротивления по резистивному материалу?
20. Какими параметрами и характеристиками оцениваются свойства резисторов постоянного сопротивления?
21. На какие ряды по величине номинального сопротивления и допуска делятся стандартные резисторы?
22. Что понимается под номинальной мощностью рассеивания резистора и чем она определяется?
23. Какими параметрами оценивается стабильность резисторов?
24. Что понимается под температурным коэффициентом изменения сопротивления (ТКС)? От каких параметров резистора и в какой степени он зависит от этих параметров?
25. Что такое собственные шумы резисторов, и чем они обусловлены?
26. Какие системы условных обозначений, маркировки и кодирования типов и параметров резисторов используются в настоящее время?
27. Основные свойства и области применения непроволочных и проволочных резисторов постоянного сопротивления?
28. Каковы свойства и конструктивные особенности резисторов постоянного сопротивления для поверхностного монтажа?

### 9.1.7. Темы лабораторных работ

1. Исследование резисторов постоянного сопротивления
2. Исследование влияния влаги на поверхностное и объемное сопротивления диэлектриков
3. Исследование температурной зависимости электрической проводимости твердых диэлектриков
4. Исследование температурной зависимости емкости и тангенса угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков
5. Исследование конденсаторов постоянной емкости
6. Исследование высокочастотных катушек индуктивности

### 9.2. Методические рекомендации

Согласована на портале № 71499

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

Основой обучения является курс лекций, читаемый преподавателем. Теоретическое обучение проводится по смешанной технологии. Для самостоятельной работы и дополнительного расширения круга знаний желательно использовать литературу, приведенную в разделах 7.1 - 7.3, а также информационные системы, приведенные в разделе 7.4.

Лекционная часть курса поддерживается электронным учебным курсом (ЭУК): https://sdo.tusur.ru/course/view.php?id=7

ЭУК содержит интерактивные элементы для обмена информацией между преподавателем и студентами (консультирование, отправка отчетов по лабораторным работам); организации взаимодействия в группе (форум).

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

1) работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по проблеме курса;

2) работа в электронном учебном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и оценивающих мероприятий и др.);

3) поиск, анализ, структурирование и презентация информации;

4) подготовка к лабораторным работам;

5) подготовка к оценивающим мероприятиям.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |

Согласована на портале № 71499

| | | |
|---|---|---|
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 71499

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КУДР
протокол № 238 от «13» 10 2022 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. КИПР | Н.Н. Кривин | Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac |
| Заведующий обеспечивающей каф. КУДР | А.Г. Лощилов | Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec |
| И.О. начальника учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. КИПР | Н.Н. Кривин | Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac |
| Доцент, каф. КУДР | Е.И. Тренкаль | Согласовано, b613d4df-d0ea-4bce-897e-cfdd95ae1b46 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. КУДР | О.А. Доценко | Разработано, e3de246e-52ff-4a19-b7e7-2a553e24f2a5 |

Согласована на портале № 71499