**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# МАТЕРИАЛЫ И КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия наземных и космических систем связи, локации и навигации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 4 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 56 | 56 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 108 | 108 | часов |
| | 3 | 3 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|---|---|
| Зачет | 4 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83412

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка специалистов в области систем связи, создания и обеспечения функционирования компонентов электронных средств.

2. Ознакомление студентов с существующими типами радиоматериалов и радиокомпонентов. Изучение физических процессов, определяющих функциональные свойства радиоматериалов.

3. Подготовка студентов к решению задач, связанных с поиском наиболее рациональных конструкторско-технологических решений при разработке и усовершенствовании РЭА.

### 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.

3. Приобретение навыков экспериментального исследования свойств радиоматериалов и радиокомпонентов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: ФТД. Факультативные дисциплины.

Индекс дисциплины: ФТД.В.02.01.

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** | | |

Согласована на портале № 83412

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-6. Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ | ОПК-6.1. Знает современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий | Студент должен знать основные качественные и количественные характеристики радиоматериалов различных классов, обеспечивающие возможность их практического применения с учетом современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий |
| | ОПК-6.2. Умеет оценивать преимущества и недостатки технологии производства радиоэлектронной аппаратуры | Студент должен уметь оценивать преимущества и недостатки технологии производства радиоэлектронной аппаратуры на базе знаний основных характеристики радиоматериалов и радиокомпанентов различных классов |
| | ОПК-6.3. Владеет навыками выбора подходящего оборудования при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ | Студент должен владеть навыками выбора подходящего оборудования и элементной базы РЭС при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области электроники, измерительной и вычислительной техники |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |

## 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 3 зачетных единиц, 108 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** | 52 | 52 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 56 | 56 |
| Подготовка к зачету | 9 | 9 |
| Подготовка к тестированию | 9 | 9 |
| Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию | 4 | 4 |
| Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 4 | 4 |
| Выполнение индивидуального задания | 8 | 8 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 8 | 8 |
| Написание отчета по индивидуальному заданию | 8 | 8 |
| Написание отчета по лабораторной работе | 4 | 4 |
| Подготовка к устному опросу / собеседованию | 2 | 2 |

Согласована на портале № 83412

| | | |
|---|---|---|
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 108 | 108 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 3 | 3 |

## 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 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 Классификация и основные свойства электротехнических материалов | 2 | - | - | 2 | 4 | ОПК-6 |
| 2 Проводниковые материалы и металлические сплавы. Резисторы | 5 | 6 | 4 | 16 | 31 | ОПК-6 |
| 3 Диэлектрические материалы. Конденсаторы | 5 | 6 | 8 | 16 | 35 | ОПК-6 |
| 4 Активные диэлектрики | 4 | 4 | - | 11 | 19 | ОПК-6 |
| 5 Магнитные материалы | 2 | 2 | 4 | 11 | 19 | ОПК-6 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 16 | 56 | 108 | |
| Итого | 18 | 18 | 16 | 56 | 108 | |

### 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 Классификация и основные свойства электротехнических материалов | Электротехнические материалы, классификация электротехнических материалов: проводники, полупроводники, диэлектрики, магнитные материалы. Физико-химические вопросы строения вещества и связь с электрическими и магнитными свойствами материалов. Химические связи. Кристаллы. Дефекты в кристаллах. | 2 | ОПК-6 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 83412

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Проводниковые материалы и металлические сплавы. Резисторы | Проводниковые материалы, их назначение и классификация. Строение металлов, основные электрические 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. Механические и электрические свойства сплавов. Электрофизические свойства тонких металлических пленок. Влияние частоты тока на сопротивление металлов. Применение проводниковых материалов в электронных средствах. | 5 | ОПК-6 |
| | Итого | 5 | |
| 3 Диэлектрические материалы. Конденсаторы | Диэлектрические материалы, их назначение и классификация. Процессы поляризации в диэлектриках. Поляризованность и диэлектрическаяпроницаемость. Зависимость основных параметров от температуры и частоты.Особенности электропроводности газообразных, жидких и твердых диэлектриков. Диэлектрические потери. Виды потерь. Зависимость тангенса угладиэлектрических потерь от температуры и частоты. Применение диэлектрических материалов в электронных средствах | 5 | ОПК-6 |
| | Итого | 5 | |
| 4 Активные диэлектрики | Диэлектрические материалы с особыми свойствами. Спонтанная поляризация. Сегнетоэлектрики. Их основные свойства и область применения. Пьезоэффект. Основные свойства и параметры пьезоэлектриков. Электреты. Жидкие кристаллыю | 4 | ОПК-6 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 83412

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Магнитные материалы | Величины, характеризующие магнитное поле и магнитные свойства материалов. Виды магнетиков. Магнитомягкие материалы - ферромагнетики: электротехническая сталь, пермаллои и другие<br>сплавы. Магнитодиэлектрики. Ферриты. Магнитотвердые материалы. Характеристики и параметры. Магнитные материалы с особыми свойствами. Применение магнитных материалов в электронных средствах. | 2 | ОПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 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 и металлические сплавы. Резисторы | Электрические свойства проводниковых материалов. Зависимость удельного сопротивления от температуры. Правило Маттиссена. Температурный коэффициент сопротивления удельного сопротивления. Влияние частоты напряжения на сопротивление проводников. Электрические свойства сплавов. Закон Нордгейма. Влияние частоты тока на сопротивление металлов. Сопротивление тонких металлических пленок. Резисторы | 6 | ОПК-6 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Диэлектрические материалы. Конденсаторы | Поляризация. Поляризованность. Диэлектрическая проницаемость. Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости. Зависимость электропроводности диэлектриков от температуры. Диэлектрические потери. Тангенс угла диэлектрических потерь. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь диэлектриков от температуры. Конденсаторы. | 6 | ОПК-6 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Активные диэлектрики | Сегнетоэлектрики. Их основные свойства. Пьезоэффект. Основные свойства и параметры пьезоэлектриков. | 4 | ОПК-6 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 83412

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Магнитные материалы | Напряженность и индукция магнитного поля. Намагниченность. Относительная магнитная проницаемость. Характеристики и параметры магнитных материалов. | 2 | ОПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 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** | | | |
| 2 Проводниковые материалы и металлические сплавы. Резисторы | Исследование характеристик резисторов постоянного сопротивления | 4 | ОПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Диэлектрические материалы. Конденсаторы | Исследование температурной зависимости электропроводности твердого диэлектрика | 4 | ОПК-6 |
| | Исследование характеристик постоянных конденсаторов при разной температуре | 4 | ОПК-6 |
| | Итого | 8 | |
| 5 Магнитные материалы | Исследование высокочастотных катушек индуктивности | 4 | ОПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 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 Классификация и основные свойства электротехнических материалов | Подготовка к зачету | 1 | ОПК-6 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-6 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |

Согласована на портале № 83412

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 Проводниковые материалы и металлические сплавы. Резисторы | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-6 | Зачёт |
| | Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию | 2 | ОПК-6 | Защита отчета по индивидуальному заданию |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 2 | ОПК-6 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Выполнение индивидуального задания | 2 | ОПК-6 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ОПК-6 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по индивидуальному заданию | 2 | ОПК-6 | Отчет по индивидуальному заданию |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-6 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-6 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 1 | ОПК-6 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 16 | | |

Согласована на портале № 83412

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Диэлектрические материалы. Конденсаторы | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-6 | Зачёт |
| | Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию | 2 | ОПК-6 | Защита отчета по индивидуальному заданию |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 2 | ОПК-6 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Выполнение индивидуального задания | 2 | ОПК-6 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ОПК-6 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-6 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-6 | Тестирование |
| | Написание отчета по индивидуальному заданию | 2 | ОПК-6 | Отчет по индивидуальному заданию |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 1 | ОПК-6 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 16 | | |
| 4 Активные диэлектрики | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-6 | Зачёт |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ОПК-6 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-6 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-6 | Тестирование |
| | Выполнение индивидуального задания | 2 | ОПК-6 | Индивидуальное задание |
| | Написание отчета по индивидуальному заданию | 2 | ОПК-6 | Отчет по индивидуальному заданию |
| | Итого | 11 | | |

Согласована на портале № 83412

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 Магнитные материалы | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-6 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-6 | Тестирование |
| | Выполнение индивидуального задания | 2 | ОПК-6 | Индивидуальное задание |
| | Написание отчета по индивидуальному заданию | 2 | ОПК-6 | Отчет по индивидуальному заданию |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ОПК-6 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-6 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 11 | | |
| Итого за семестр | | 56 | | |
| Итого | | 56 | | |

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

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

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-6 | + | + | + | + | Зачёт, Защита отчета по индивидуальному заданию, Защита отчета по лабораторной работе, Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Устный опрос / собеседование |

## 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** | | | | |
| Зачёт | 0 | 0 | 12 | 12 |
| Защита отчета по лабораторной работе | 0 | 6 | 6 | 12 |
| Защита отчета по индивидуальному заданию | 3 | 3 | 3 | 9 |

Согласована на портале № 83412

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Индивидуальное задание | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Устный опрос / собеседование | 0 | 5 | 5 | 10 |
| Отчет по индивидуальному заданию | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Лабораторная работа | 0 | 2 | 2 | 4 |
| Тестирование | 6 | 8 | 8 | 22 |
| Отчет по лабораторной работе | 0 | 8 | 8 | 16 |
| Итого максимум за период | 14 | 37 | 49 | 100 |
| Нарастающим итогом | 14 | 51 | 100 | 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

| 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. 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.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Битнер Л. Р.Материалы и элементы электронной техники и твердотельная эл ектроника : учебное пособие / Л. Р. Битнер, Р. М. Капилевич, П. Е. Троян ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск : ТМЦДО, 2007. - 267 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.).

Согласована на портале № 83412

2. Нефедцев, Е. В. Радиоматериалы и радиокомпоненты : учебное пособие / Е. В. Нефедцев ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТМЦДО, 2000. - 289 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.).

3. Химия радиоматериалов: Учебное пособие / М. Г. Кистенева, Е. В. Нефедцев - 2009. 266 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1360.

4. Антипов Б. Л. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы : Учебное пособие для вузов / Б. Л. Антипов, В. С. Сорокин, В. А. Терехов. - 3-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2003. - 206[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 101 экз.).

5. Трубицын, Александр Михайлович. Электрорадиоматериалы: Диэлектрики : Учебное пособие (для автоматизированной технологии обучения) / А. М. Трубицын ; Томская государственная академия систем управления и радиоэлектроники. - Томск : [б. и.], 1995. - 76 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.).

6. Радиоматериалы и радиокомпоненты: Учебное пособие / Л. Ю. Солдатова, Н. И. Кузебных - 2012. 177 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2733.

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

8. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники: учебник / В. С. Сороки, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. – Т. 2. – Изд. 2-е, испр. – СПб. : Лань, 2016. - 337 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71735.

### 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 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц

Согласована на портале № 83412

**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. Электронный курс по дисциплине

1. О.А. Доценко. Материалы и компоненты электронных средств (11.03.03) Режим доступа: https://sdo.tusur.ru/course/view.php?id=7 .

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

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.

## 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 практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 305 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- 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;

Согласована на портале № 83412

- 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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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;
- 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

Согласована на портале № 83412

### 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 Классификация и основные свойства электротехнических материалов | ОПК-6 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Проводниковые материалы и металлические сплавы. Резисторы | ОПК-6 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Защита отчета по индивидуальному заданию | Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Отчет по индивидуальному заданию | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

Согласована на портале № 83412

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Диэлектрические материалы. Конденсаторы | ОПК-6 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Защита отчета по индивидуальному заданию | Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Отчет по индивидуальному заданию | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 4 Активные диэлектрики | ОПК-6 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Отчет по индивидуальному заданию | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

Согласована на портале № 83412

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Магнитные материалы | ОПК-6 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Отчет по индивидуальному заданию | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

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 № 83412

| | |
|---|---|
| 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. Увеличение сопротивления чистых металлов с ростом температуры обусловлено...
   • увеличением концентрации электронов
   • уменьшением концентрации электронов
   • уменьшением длины свободного пробега электронов
   • рассеянием электронов на статических дефектах
2. Дрейфовая подвижность электронов – это
   • ускорение, с которым движется электрон в электрическом поле
   • дрейфовая скорость электронов в поле единичной напряженности
   • средняя дрейфовая скорость электронов
   • максимальная дрейфовая скорость, приобретаемая электроном к концу свободного пробега
3. Остаточное удельное сопротивление металла – это
   • сопротивление, которое остается в металле при его переходе в сверхпроводящее состояние
   • сопротивление, обусловленное рассеянием носителей заряда на фононах
   • сопротивление, обусловленное рассеянием носителей заряда на статических дефектах
   • сопротивление, обусловленное разогревом металла при пропускании через него тока
4. Остаточное сопротивление, обусловленное рассеянием электронов на статических дефектах
   • увеличивается с ростом температуры
   • стремится к нулю при температуре, близкой к 0 К
   • не зависит от температуры
   • уменьшается с ростом температуры
5. Сопротивление чистых металлов с ростом температуры
   • уменьшается из-за увеличения концентрации свободных носителей
   • увеличивается из-за уменьшения концентрации свободных носителей
   • увеличивается вследствие рассеяния носителей заряда на фононах
   • увеличивается вследствие рассеяния носителей заряда на статических дефектах
6. Закон Нордгейма описывает
   • изменение удельного сопротивления интерметаллических соединений
   • изменение удельного сопротивления металла при наличии в нем примесей

Согласована на портале № 83412

• изменение остаточного сопротивления в сплавах, имеющих структуру твердого раствора
• изменение остаточного сопротивления, которое наблюдается при температуре, близкой к 0 К

7. Плотность тока в проводнике на высоких частотах
   • равномерно распределена по всему сечению проводника
   • равна нулю в поверхностном слое проводника
   • максимальна на поверхности и убывает по мере проникновения вглубь проводника
8. Сопротивление провода при прохождении по нему переменного тока высокой частоты
   • больше сопротивления постоянному току из-за разогрева металла
   • меньше сопротивления постоянному току из-за рассеяния электронов на дефектах
   • равно сопротивлению постоянному току
   • больше сопротивления постоянному току из-за уменьшения эффективного сечения проводника
9. Глубина проникновения поля в проводник на высоких частотах равна расстоянию, на котором
   • плотность тока остается постоянной
   • плотность тока уменьшается в е раз по отношению к своему значению на поверхности
   • плотность тока возрастает в е раз по отношению к своему значению на поверхности
   • плотность тока уменьшается до нуля
10. Глубина проникновения поля в проводник на высоких частотах
    • увеличивается с ростом частоты поля
    • уменьшается с ростом удельного сопротивления проводника
    • увеличивается с ростом напряженности поля
    • уменьшается с ростом частоты поля
11. Удельное сопротивление тонких металлических пленок
    • равно сопротивлению объемных образцов
    • больше сопротивления объемных образцов и не зависит от толщины пленки
    • меньше сопротивления объемных образцов и увеличивается с ростом толщины пленки
    • больше сопротивления объемных образцов и уменьшается с ростом толщины пленки
12. В результате поляризации в диэлектрике наблюдается
    • электрический ток
    • увеличение концентрации связанных зарядов
    • появление нескомпенсированного связанного заряда на поверхности диэлектрика
    • увеличение электрического поля внутри диэлектрика
    • увеличение концентрации свободных зарядов
13. Следствием процесса поляризации в диэлектрике является
    • электрический ток
    • ослабление электрического поля внутри диэлектрика
    • увеличение концентрации связанных зарядов
    • увеличение электрического поля внутри диэлектрика
    • увеличение концентрации свободных зарядов
14. Поляризованность равна
    • электрическому моменту всего объема диэлектрика
    • поверхностной плотности связанных зарядов
    • суммарному объемному заряду диэлектрика
    • электрическому моменту всего объема диэлектрика
15. С ростом температуры диэлектрическая проницаемость в диэлектриках с электронноупругой поляризацией
    • увеличивается из-за увеличения концентрации атомов
    • слабо уменьшается из-за уменьшения концентрации атомов
    • не изменяется
    • уменьшается из-за уменьшения поляризуемости
16. Ток сквозной электропроводности обусловлен
    • током смещения при ионно-релаксационной поляризации
    • перемещением свободных зарядов в диэлектрике
    • током смещения при дипольно-упругой поляризации

Согласована на портале № 83412

• током смещения, связанным с мгновенными (электронной и ионной) видами поляризации

17. Ток абсорбции обусловлен
    • током смещения, связанными с электронно- и ионно-упругой поляризации
    • перемещением свободных ионов в диэлектрике
    • током смещения, связанными с замедленными видами поляризации
    • электронным током в диэлектрике
18. Плотность тока в газах в области средних полей
    • линейно увеличивается с ростом напряженности поля
    • зависит от напряженности поля по квадратичному закону
    • увеличивается из-за увеличения концентрации ионов в газ
    • достигает насыщения, величина которого определяется мощностью внешнего ионизатора
19. В неполярном диэлектрике с упругими видами поляризации наблюдаются
    • потери на упругую поляризацию
    • потери проводимости
    • потери проводимости и потери на упругую поляризацию
    • потери проводимости и миграционные потери
20. Тангенс угла потерь в диэлектрике, в котором наблюдаются только потери проводимости,
    • изменяется обратно пропорционально частоте
    • экспоненциально растет с ростом частоты
    • не зависит от частоты
    • уменьшается по линейному закону с ростом частоты
21. Нелинейный участок на кривой поляризации сегнетоэлектриков обусловлен ...
    • процессами релаксационной поляризации
    • необратимым смещением границ доменов
    • процессами упругой поляризации
    • перестройкой кристаллической структуры при увеличении напряжения
22. При обратном пьезоэлектрическом эффекте деформация диэлектрика...
    • зависит от напряженности поля по квадратичному закону
    • не зависит от направления напряженности электрического поля
    • линейно зависит от напряженности электрического поля
    • линейно зависит от приложенного механического напряжения
23. Материалами для проволочных резисторов служат:
    • медь
    • вольфрам
    • нихром
    • алюминий
24. Температурный коэффициент сопротивления проволочного резистора
    • больше нуля
    • меньше нуля
    • равен нулю
    • знакопеременный
25. В чем безусловное преимущество ферритов перед ферромагнетиками ?
    • низкие коэрцитивные силы
    • высокие индукции насыщения
    • низкие потери на вихревые токи
    • низкие потери на гистерезис
    • начальный участок кривой намагничивания более линеен
26. Какая величина определяет деление магнитных материалов на магнитомягкие и магнитотвердые?
    • индукция насыщения
    • остаточная индукция
    • коэрцитивная сила
    • произведение индукции насыщения на коэрцитивную силу
    • отношение индукции насыщения к коэрцитивной силе

Согласована на портале № 83412

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Какие силы участвуют в процессе образования ионной связи?
2. Какие силы участвуют в процессе образования ковалентной связи?
3. В каких веществах существует чистая ковалентная связь?
4. Как изменяется удельное сопротивление чистых металлов с ростом температуры?
5. Что такое температурный коэффициент удельного сопротивления?
6. Чем обусловлено остаточное удельное сопротивление металла?
7. Как записывается правило Матиссена?
8. Каким законом описывается остаточное сопротивление сплавов, имеющих структуру твердого раствора?
9. Каковы особенности электрических свойств тонких металлических пленок?
10. Что такое поляризация диэлектриков? Чем она обусловлена?
11. Какие следствия поляризации наблюдаются в диэлектриках?
12. Какие виды поляризации существуют в диэлектриках?
13. Опишите, как возникает электронно-упругая поляризация.
14. Опишите, как возникает ионно-упругая поляризация?
15. Опишите механизм электропроводности газов.
16. Опишите механизм электропроводности твердых диэлектриков.
17. Что такое тангенса угла диэлектрических потерь?
18. Что такое сегнетоэлектрики?
19. Какова природа спонтанной поляризации?
20. Что такое сегнетоэлектрические домены?
21. Что такое кривая поляризации сегнетоэлектриков?
22. Как зависит от температуры диэлектрическая проницаемость сегнетоэлектриков?
23. Что такое пьезоэлектрический эффект?
24. Что такое электреты?

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

1. Что называется резистором?
2. На какие типы делятся резисторы постоянного сопротивления по резистивному материалу?
3. Основные параметры резисторов.
4. Что такое температурный коэффициент сопротивления? Как зависит температурный коэффициент сопротивления от типа резистивного элемента?
5. Что такое поляризация диэлектриков?
6. Назовите виды поляризации диэлектриков.
7. Каков механизм электропроводности в твердых диэлектриках?
8. Что такое собственная и примесная электропроводность твердых диэлектриков?
9. Что такое энергия активации твердых диэлектриков?
10. Что такое сегнетоэлектрики?
11. Что такое температура Кюри?
12. Что такое кривая поляризации?
13. Что такое коэрцитивная сила?
14. Как объяснить зависимость диэлектрической сегнетоэлектриков от температуры?
15. Конденсаторы постоянной емкости.
16. Конструкционные особенности конденсаторов.
17. Что такое температурный коэффициент емкости?
18. Какими параметрами оцениваются свойства конденсаторов постоянной емкости? Как и от каких параметров конденсатора он зависит?
19. Что такое катушка индуктивности?
20. Какими геометрическими параметрами и свойствами материалов определяется индуктивность катушки?
21. Из каких основных конструктивных элементов состоит высокочастотные катушки

Согласована на портале № 83412

индуктивности?

### 9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий

1. Что такое дрейфовая скорость электронов в металле?
2. Что такое температурный коэффициент удельного сопротивления?
3. Правило Матиссена.
4. Закон Нордгейма.
5. Что такое глубина проникновения поля в проводник?
6. Что такое диэлектрическая проницаемость?
7. Что такое поляризованность?
8. Что такое поверхностная плотность зарядов на пластинах конденсатора?
9. Что такое поверхностное сопротивление диэлектрика?
10. Что такое объемное сопротивление диэлектрика?
11. Что такое тангенс угла диэлектрических потерь?
12. Что такое удельная мощность потерь в диэлектрике?

### 9.1.5. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Электрические свойства металлов.
   Вариант 26
   1) Сопротивление провода при температуре T =323 K составляет 270 Ом, а при температуре T = 370 K достигает 320 Ом. Найти температурный коэффициент материала и номинальное сопротивление провода при температуре 293 K. Из какого материала изготовлен провод?
   2) Длина провода из манганина 2 м, диаметр 0,2 мм при температуре 20 °C. Провод нагревали от 20 до 160 °C. При этом его сопротивление уменьшилось на 0,12 Ом, а длина возросла на 0,25 %. Определить температурный коэффициент удельного сопротивления манганина.
   3) Чему равна длина свободного пробега электрона в серебряном проводе диаметром 1 мм и длиной 1,2 м при температуре 20 °C?
2. Электрические свойства сплавов и скин-эффект.
   Вариант 3
   1) Во сколько раз изменится активное сопротивление катушки индуктивности, изготовленной из медного провода диаметром 5 мм, на частоте 50 МГц, если медный провод покрыть слоем серебра толщиной 30 мкм?
   2) Остаточное удельное сопротивление серебра, содержащего 1 ат.% золота, составляет 0,004 мкОм×м. Чему равно полное сопротивление серебра, содержащего 0,5 ат.% золота, при температуре 400 K?
   3) Определить концентрацию атомов никеля в медном сплаве с удельным сопротивлением 0,0323 мкОм×м, полагая, что все остаточное сопротивление определяется рассеянием на примесных атомах цинка. Известно, что сплав меди и никели, содержащий 0,2 ат.% никеля, имеет удельное сопротивление, равное 0,0301 мкОм×м.
3. Поляризация диэлектриков.
   Вариант 3
   1) Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено стеклом. Расстояние между пластинами равно 4 мм, а диэлектрическая проницаемость стекла e = 7. На пластины подано напряжение 1200 В. Найти поверхностную плотность зарядов на пластинах конденсатора, поверхностную плотность связанного заряда на стекле и диэлектрическую восприимчивость стекла.
   2) Чему равна диэлектрическая восприимчивость полярного диэлектрика, у которого полярные молекулы имеют электрический момент 1,3 Д? Известно, что концентрация диполей в этом диэлектрике 2×1021 см-3. К диэлектрику приложено поле напряженностью E = 108 В×м-1.
   3) В конденсаторе использованы пленка лавсана и пропитанная конденсаторная бумага с толщинами 20 и 40 мкм, соответственно. Диэлектрические проницаемости этих материалов e1 = 3,6; e2 = 4. Определить диэлектрическую проницаемость двухслойного конденсатора (при последовательном соединении слоев).

Согласована на портале № 83412

4. Электропроводностьи потери в диэлектриках.
   Вариант 2
   1) Цилиндрический стержень диаметром 10 мм и длиной 30 мм из эбонита с удельным объемным сопротивлением 1014Ом×м и удельным поверхностным сопротивлением 5×1015 Ом зажат между двумя металлическими электродами, между которыми поддерживается напряжение 1кВ. Определите ток через стержень.
   2) Пленочный конденсатор из поликарбоната с диэлектрической проницаемостью е =3 теряет за время 30 минут половину сообщенного ему заряда. Полагая, что утечка заряда происходит только через пленку диэлектрика, определить его удельное сопротивление.
   3) Во сколько раз увеличится активная мощность, выделяющаяся в высокочастотном проходном изоляторе из ультрафарфора при изменении температуры от 20 до 200 °С, если известно, что тангенс угла диэлектрических потерь возрастает в два раза при повышении температуры от комнатной до 100 °С? Изменением диэлектрической проницаемости керамики пренебречь.
5. Активные диэлектрики.
   1) При приложении к пьезоэлектрику электрического напряжения в нем возникает обратный пьезоэлектрический эффект. При каком приложенном напряжении абсолютная деформация образца Dl будет равна 5 нм? Толщина пластины 2 мм, пьезомодуль равен 4,1×10-12 Кл/н.
   2) Поляризованность пьезоэлектрика равна 10×10-7 Кл/м2 при воздействии на него механического напряжения 5×104 Н/м2. Чему равна относительная деформация пьезоэлектрика при обратном пьезоэффекте при воздействии на него электрического поля Е = 5×105 В/м?

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

1. Что называется резистором?
2. На какие типы делятся резисторы постоянного сопротивления по резистивному материалу?
3. Какими параметрами и характеристиками оцениваются свойства резисторов постоянного сопротивления?
4. Что понимается под номинальной мощностью рассеивания резистора и чем она определяется?
5. Что понимается под температурным коэффициентом изменения сопротивления (ТКС)? От каких параметров резистора и в какой степени он зависит от этих параметров?
6. Что такое собственные шумы резисторов, и чем они обусловлены?
7. Какие системы условных обозначений, маркировки и кодирования типов и параметров резисторов используются в настоящее время?
8. Чем обусловлена электропроводность твёрдых диэлектриков? Объясните механизм электропроводности.
9. Какова температурная зависимость электропроводности твердых диэлектриков?
10. Что такое энергия активации твердых диэлектриков?
11. В каком соотношении находятся энергия активации собственных и примесных ионов?
12. К какому типу диэлектриков относятся сегнетоэлектрики?
13. Какие процессы происходят в кристалле сегнетоэлектрика при переходе через точку Кюри?
14. Объясните зависимость поляризованности сегнетоэлектриков от напряжённости электрического поля.
15. Объясните зависимость диэлектрической проницаемости сегнетоэлектриков от напряжённости электрического поля.
16. Что такое коэрцитивная сила?
17. Объясните зависимость диэлектрической проницаемости от температуры, если измерения произведены в слабых электрических полях. Как изменится эта зависимость, если измерения провести в сильных электрических полях?
18. В чем заключается принцип функционирования конденсатора?
19. Какие типы диэлектриков используются для реализации конденсаторов? В чем основные отличия полярных и неполярных диэлектриков?
20. На какие типы делятся конденсаторы постоянной емкости по типу диэлектрика?

Согласована на портале № 83412

21. Какими параметрами оцениваются свойства конденсаторов постоянной емкости?
22. Как зависит емкость от геометрических параметров конденсатора и от свойств диэлектрика?
23. Что понимается под температурным коэффициентом изменения емкости (ТКЕ)? Как и от каких параметров конденсатора он зависит?
24. Как маркируются конденсаторы постоянной емкости? Какие способы кодировки используются для маркировки конденсаторов постоянной емкости?
25. Какова физическая сущность индуктивности катушки?
26. Какими геометрическими параметрами и свойствами материалов определяется индуктивность катушки?
27. Из каких основных конструктивных элементов состоит высокочастотные катушки индуктивности?
28. От каких параметров катушки и от каких свойств материалов конструкции катушки в основном зависит ее собственная емкость?
29. Из каких ферромагнитных материалов изготавливаются сердечники для катушек индуктивности и каково влияние сердечников на основные параметры высокочастотные катушки индуктивности?
30. Для чего экранируют высокочастотные катушки индуктивности, каково влияние их на основные параметры катушки и каковы требования к качеству экранов?

### 9.1.7. Темы лабораторных работ

1. Исследование характеристик резисторов постоянного сопротивления
2. Исследование температурной зависимости электропроводности твердого диэлектрика
3. Исследование характеристик постоянных конденсаторов при разной температуре
4. Исследование высокочастотных катушек индуктивности

## 9.2. Методические рекомендации

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.

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

Согласована на портале № 83412

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 |
| 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 № 83412

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КУДР
протокол № 253 от «17» 12 2024 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Заведующий обеспечивающей каф. КУДР | С.А. Артищев | Согласовано, 681e3bf8-552d-43b0-9038-80b95cad2721 |
| Начальник учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Директор, каф. ИРЭТ | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Доцент, каф. КУДР | С.А. Артищев | Согласовано, 681e3bf8-552d-43b0-9038-80b95cad2721 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. КУДР | М.Г. Кистенева | Разработано, e19f1610-4e07-4ea6-9fe8-7e79055714f0 |

Согласована на портале № 83412