**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Материалы и компоненты электронных средств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Технология электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 4 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 32 | 32 | часов |
| 2 | Практические занятия | 44 | 44 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 92 | 92 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 16 | 16 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е |

Экзамен: 4 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 14049

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 194 от «13» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 2015-11-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. КУДР _____ Доценко О. А.

Заведующий обеспечивающей каф. КУДР _____ Лощилов А. Г.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ _____ Туев В. И.

Эксперты:

профессор каф. КУДР _____ Еханин С. Г.

Согласована на портале № 14049

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

подготовка бакалавров в области создания и обеспечения функционирования компонентов электронных средств.

### 1.2. Задачи дисциплины

– получение необходимых знаний по физико-химическим и теоретическим основам современной элементной базы радиоэлектронной аппаратуры;

– получение необходимых знаний по методам расчета основных параметров и характеристик материалов и компонентов электронных средств.

–

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Материалы и компоненты электронных средств» (Б1.Б.22) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Введение в профессию, Математика, Основы радиоэлектроники, Физика, Физические основы микро- и наноэлектроники, Химия.

Последующими дисциплинами являются: Основы конструирования электронных средств, Полупроводниковые наногетеростуктуры, Схемо- и системотехника электронных средств, Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств, Физико-химические основы технологии электронных средств.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** свойства материалов электронных средств, основные проводниковые, диэлектрические и магнитные материалы, методы и критерии выбора материала при разработке конкретного электронного устройства

– **уметь** применять методы и средства измерения физических величин; рационально использовать материалы при разработке радиоэлектронной аппаратуры с учетом влияния окружающей среды и условий эксплуатации

– **владеть** методами экспериментального исследования материалов электронных средств.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 4 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 92 | 92 |
| Лекции | 32 | 32 |
| Практические занятия | 44 | 44 |
| Лабораторные работы | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 16 | 16 |
| Выполнение расчетных работ | 4 | 4 |
| Проработка лекционного материала | 2 | 2 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | 10 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |

Согласована на портале № 14049

| | | |
|---|---|---|
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | 4.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | | | | |
| 1 Вводная часть | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | ОПК-5 |
| 2 Проводниковые материалы | 6 | 8 | 0 | 2 | 16 | ОПК-5 |
| 3 Резисторы | 4 | 8 | 4 | 2 | 18 | ОПК-5 |
| 4 Диэлектрические материалы | 8 | 10 | 4 | 4 | 26 | ОПК-5 |
| 5 Конденсаторы | 4 | 8 | 4 | 2 | 18 | ОПК-5 |
| 6 Магнитные материалы | 6 | 6 | 0 | 2 | 14 | ОПК-5 |
| 7 Катушки индуктивности | 2 | 4 | 4 | 3 | 13 | ОПК-5 |
| Итого за семестр | 32 | 44 | 16 | 16 | 108 | |
| Итого | 32 | 44 | 16 | 16 | 108 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, 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 | 2 | ОПК-5 |

Согласована на портале № 14049

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 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. | | |
| | Итого | 2 | |
| 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-5 |
| | 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. | 4 | ОПК-5 |

Согласована на портале № 14049

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 4 | |
| 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 | 8 | ОПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 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 | 4 | ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 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 | 6 | ОПК-5 |

Согласована на портале № 14049

| | | | |
|---|---|---|---|
| | сталь, пермаллои и другие сплавы. Влияние различных типов обработки (прокат, текстуры и др.) на магнитные свойства и их стабильность. Магнитодиэлектрики.Ферриты. Структурно-химический состав. Особенности свойств.Магнитотвердые материалы. Характеристики и параметры. Температурная и временная стабильность. Классификация. Технология получения.Магнитные материалы с особыми свойствами. Магнитные экраны. Магнитострикционные материалы. Магнитные материалы для запоминающих устройств. Магнитные пленки. Цилиндрические магнитные домены. Применение магнитных материалов в электронных средствах. | | |
| | Итого | 6 | |
| 7 Катушки индуктивности | Классификация и конструкции катушек индуктивности. Основные параметры. Типы катушек индуктивности, маркировка | 2 | ОПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 32 | |

**5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 Введение в профессию | | | + | | + | | + |
| 2 Математика | | | + | | + | | + |
| 3 Основы радиоэлектроники | | | + | | + | | + |
| 4 Физика | + | + | + | + | + | + | + |
| 5 Физические основы микро- и наноэлектроники | | + | | + | | + | |
| 6 Химия | | + | | + | | + | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 Основы конструирования электронных средств | | + | | + | | + | |
| 2 Полупроводниковые наногетеростуктуры | | + | | + | | + | |

Согласована на портале № 14049

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 Схемо- и системотехника электронных средств | | | + | | + | | + |
| 4 Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств | + | + | | + | | + | |
| 5 Физико-химические основы технологии электронных средств | | + | | + | | + | |

**5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий**

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | |
| ОПК-5 | + | + | + | + | Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Проверка контрольных работ, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Отчет по практике |

**6. Интерактивные методы и формы организации обучения**

Не предусмотрено РУП

**7. Лабораторные работы**

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | |
| 3 Резисторы | Исследование характеристик резисторов постоянного сопротивления | 4 | ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 14049

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Диэлектрические материалы | Исследование температурной зависимости электропроводности твердого диэлектрика | 4 | ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Конденсаторы | Исследование характеристик постоянных конденсаторов при разной температуре | 4 | ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Катушки индуктивности | Исследование влияния конструктивных и технологических факторов на параметры высокочастотных катушек индуктивности | 4 | ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

**8. Практические занятия (семинары)**

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | 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. | 8 | ОПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Резисторы | Решение задач о зависимости сопротивления резисторов от материала, конструкции и внешних условий. | 8 | ОПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 4 Диэлектрические материалы | Решение задач о влиянии на основные параметры диэлектрических материалов температуры и частоты; о влиянии компонентов диэлектрического материала на его диэлектрическую проницаемость. | 10 | ОПК-5 |
| | Итого | 10 | |
| 5 Конденсаторы | Решение задач о влиянии на основные характеристики конденсаторов и их параметры режимов работы и внешних | 8 | ОПК-5 |

Согласована на портале № 14049

| | | | |
|---|---|---|---|
| | условий. | | |
| | Итого | 8 | |
| 6 Магнитные материалы | Решение задач о влиянии на основные свойства магнитных материалов температуры и компонентного состава. | 6 | ОПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Катушки индуктивности | Решение задач по расчету параметров катушек индуктивности и влиянии на них внешних факторов | 4 | ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 44 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | | |
| 1 Вводная часть | Проработка лекционного материала | 1 | ОПК-5 | Опрос на занятиях, Экзамен |
| | Итого | 1 | | |
| 2 Проводниковые материалы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-5 | Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Проверка контрольных работ, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 2 | | |
| 3 Резисторы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-5 | Тест |
| | Итого | 2 | | |
| 4 Диэлектрические материалы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-5 | Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Расчетная работа, Тест, Экзамен |
| | Выполнение расчетных работ | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 5 Конденсаторы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-5 | Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Отчет |
| | Итого | 2 | | |

Согласована на портале № 14049

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | по практике, Экзамен |
| 6 Магнитные материалы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-5 | Тест |
| | Итого | 2 | | |
| 7 Катушки индуктивности | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-5 | Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию |
| | Выполнение расчетных работ | 2 | | |
| | Итого | 3 | | |
| Итого за семестр | | 16 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 52 | | |

### 9.1. Темы расчетных работ

1. Расчет параметров катушки индуктивности.
2. Расчет двухслойного изоляционного материала.

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | 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 | | | | |
| Домашнее задание | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Компонент своевременности | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Конспект самоподготовки | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Контрольная работа | 4 | | 4 | 8 |
| Опрос на занятиях | 2 | 2 | | 4 |
| Отчет по индивидуальному заданию | | | 6 | 6 |
| Отчет по лабораторной работе | | 8 | 8 | 16 |
| Отчет по практике | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Расчетная работа | | 4 | | 4 |
| Тест | | 6 | 8 | 14 |
| Итого максимум за | 12 | 26 | 32 | 70 |

Согласована на портале № 14049

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| период | | | | |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 12 | 38 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | 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) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Сорокин В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики : [учебник для студентов вузов по направлениям "Электроника и наноэлектроника" и "Конструирование и технология электронных средств"]. [Т. 1] / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. - 1 онлайн-ресурс (442 с.): рис.- (Учебники для вузов. Специальная литература) . [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67462

2. Сорокин В. С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники : учебник для студентов вузов по направлениям "Электроника и наноэлектроника" и "Конструирование и технология электронных средств"]. [Т. 2 / В. С. Сороки, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - Изд. 2-е, испр. – СПб. [и др.] : Лань, 2016. - 1 онлайн-ресурс (377 с.): рис.- (Учебники для вузов. Специальная литература) . [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71735

### 12.2. Дополнительная литература

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

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

3. Пасынков В. В. Материалы электронной техники : учебник : [для вузов по специ-

Согласована на портале № 14049

альностям электронной техники] / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - Изд. 3-е. - Санкт-Петербург : Лань, 2001. - 366, [1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.)

4. Конструкционные и электротехнические материалы : Учебник для техникумов / В. Н. Бородулин [и др.] ; ред. В. А. Филиков, рец. А. П. Гусев, рец. И. И. Соколова. - М. : Высшая школа, 1990. - 292[4] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

5. Головков А. А. Компьютерное моделирование и проектирование радиоэлектронных средств : [учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 210400 "Ра-диотехника" и 211000 "Конструирование и технология электронных средств"] / А. А. Го-ловков, И. Ю. Пивоваров, И. Р. Кузнецов. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2015. - 208, [1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиоматериалы и радиокомпоненты: Методические указания по самостоятельной работе студентов / Солдатова Л. Ю. - 2012. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1489, дата обращения: 08.02.2017.

2. Радиоматериалы и радиокомпоненты: Методические указания и задания для проведения практических занятий по дисциплине / Солдатова Л. Ю. - 2012. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1327, дата обращения: 08.02.2017.

3. Материалы и компоненты электронных средств: Методические указания и задания для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов / Солдатова Л. Ю. - 2013. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2927, дата обращения: 08.02.2017.

4. Исследование конденсаторов постоянной емкости: Методические указания к выполнению лабораторной работы / Кузебных Н. И. - 2012. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1246, дата обращения: 08.02.2017.

5. Исследование резисторов постоянного сопротивления: Методические указания к выполнению лабораторной работы / Кузебных Н. И. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1245, дата обращения: 08.02.2017.

6. Исследование температурной стабильности диэлектрической проницаемости твердых диэлектриков: Руководство к лабораторной работе для студентов специальности 211000 Конструирование и технология электронных средств / Кузебных Н. И. - 2015. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4944, дата обращения: 08.02.2017.

#### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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.

### 12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. При подготовке к практическим занятиям, осуществления контроля самостоятельной работы и проведения тестирования используется сайт http://moodle.tusur.ru

2. Электронный учебный курс «Материалы и компоненты электронных средств» http://moodle.tusur.ru/course/view.php?id=117

3. Методические материалы находятся на научном образовательномпортале ТУСУР

Согласована на портале № 14049

https://edu.tusur.ru/

4. Актуальную информацию о современных материалах можно найти в электронной научной библиотеке http://elibrary.ru/defaultx.asp

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная мультимедийная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, пр. Ленина, 40, 3 этаж, ауд. 329. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная - 1 шт.

#### 13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебная лаборатория «Радиоматериалы и радиокомпоненты» кафедры КУДР, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, пр. Ленина, 40, ауд. 427. Состав оборудования: Учебная мебель; Вольтметр; Частотомер; Термопечь; Тераомметр; LCR-измеритель.

#### 13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 2 этаж, ауд. 233. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 5 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

### 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

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

## 14. Фонд оценочных средств

### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

Согласована на портале № 14049

### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

| Категории студентов | Виды дополнительных оценочных средств | 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, исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 14049

**Приложение 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

**Материалы и компоненты электронных средств**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Технология электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **2**
Семестр: **4**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- доцент каф. КУДР Доценко О. А.

Экзамен: 4 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 14049

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ОПК-5 | способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных | Должен знать свойства материалов электронных средств, основные проводниковые, диэлектрические и магнитные материалы, методы и критерии выбора материала при разработке конкретного электронного устройства ;<br>Должен уметь применять методы и средства измерения физических величин; рационально использовать материалы при разработке радиоэлектронной аппаратуры с учетом влияния окружающей среды и условий эксплуатации ;<br>Должен владеть методами экспериментального исследования материалов электронных средств. ; |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Согласована на портале № 14049

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Должен знать свойства материалов электронных средств, основные проводниковые, диэлектрические и магнитные материалы, методы и критерии выбора материала при разработке конкретного электронного устройства, методы расчета конкретного электронного компонента | Должен уметь применять методы и средства измерения физических величин; рационально использовать материалы при разработке электронной аппаратуры с учетом влияния окружающей среды и условий эксплуатации | Должен владеть методами экспериментального исследования характеристик материалов и компонентов электронных средств. |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Отчет по практике;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Отчет по практике;<br>• Экзамен; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Расчетная работа;<br>• Отчет по практике;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Обладает практическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования | • Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы; |

Согласована на портале № 14049

| | | | |
|---|---|---|---|
| | пониманием границ применимости; | проблем; | |
| Хорошо (базовый уровень) | • Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области; | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования; | • Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Обладает базовыми общими знаниями; | • Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач; | • Работает при прямом наблюдении преподавателя; |

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

### 3.1 Вопросы на самоподготовку

– 1. Как можно классифицировать радиоматериалы? 2. Что такое радиокомпонент? 3. Какими параметрами характеризуют надёжность радиокомпонентов? 4 Как можно классифицировать проводниковые материалы? 5. Как изменяется удельная проводимость металлов с повышением температуры? 6. Как изменяется удельная проводимость сплавов с повышением температуры? 7. Что такое температурный коэффициент удельного сопротивления? Является ли он константой для данного металла? 8. Объясните поведение проводников на высоких частотах. 9. Какие свойства меди являются причиной её широкого применения в радиоэлектроники? 10. Достоинства и недостатки алюминия по сравнению с медью? 11. Что такое криопроводники? 12. Приведите примеры неметаллических проводников и примеры их применения в РЭА. 13. Что называют поляризацией диэлектрика? Какие виды поляризации можно считать мгновенными? 14. В каких единицах измеряют удельное объёмное и удельное поверхностное сопротивление? Дайте определение этим физическим величинам. 15. Что называют диэлектрическими потерями? Какие механизмы потерь вам известны? 16. Какие механизмы пробоя твёрдых диэлектриков вам известны? 17. Каким образом можно классифицировать диэлектрики по свойствам и техническому назначению? 18. В чём сходство и различие между ситаллом и стеклом? Для каких целей ситаллы применяются? 19. Какие диэлектрики называются активными? 20. Что такое начальная и эффективная диэлектрическая проницаемость? 21. Что такое прямой и обратный пьезоэффект? 22. Как классифицируют вещества по магнитным свойствам? 23. Могут ли обладать ферромагнитными свойствами сплавы, состоящие из неферромагнитных элементов? 24. Какие процессы происходят в ферромагнетике при его намагничивании внешним полем? 25. Каковы причины появления магнитных потерь при циклическом перемагничивании ферромагнетиков? Какие способы уменьшения магнитных потерь вам известны? 26. Какие материалы называются ферритами? 27. Как классифицируют магнитные материалы по свойствам и техническому назначению? 28. Какие магнитомягкие материалы имеют высокое значение магнитной проницаемости в слабых полях? 29. Каковы частотные характеристики высокопроницаемых ферритов? 30. Какое строение имеют магнитодиэлектрики и в каких целях они используются? 31. Назовите характеристики магнитотвёрдых материалов? 32. Какие физические принципы положены в основу магнитной записи и воспроизведения информации? Какие материалы используются для этой цели? 33. Как можно классифицировать резисторы? 34. Каковы основные параметры и характеристики резисторов? 35. Чем определяется уровень шума резисторов? 36. От чего зависит мощность рассеяния резистора? 37. Какие особенности конструкции и технологии обеспечивают прецизионным резисторам высокую точность и стабильность? 38. Чем обеспечивается

Согласована на портале № 14049

высокочастотность резисторов? 39. Дайте сравнительную оценку проволочных и непроволочных резисторов постоянного сопротивления. 40. Какие специфические параметры и характеристики резисторов переменного сопротивления вы знаете? 41. Приведите примеры функциональных зависимостей и области использования таких резисторов? 42. Чем отличается подстроечный резистор от переменного резистора? 43. Какие системы условных обозначений и маркировки резисторов вам известны? 44. Какие резисторы маркируются цветным кодом и что он собой представляет? 45. Назовите параметры и характеристики конденсаторов и дайте единицы их измерения. 46. Что такое ТКЕ конденсатора и чем он определяется? 47. Какие требования предъявляются к высокочастотным конденсаторам? 48. Преимущества и недостатки оксидных конденсаторов. 49. Что позволяет металлобумажным конденсаторам самовосстанавливаться после пробоя? 50. Каковы особенности слюдяных, стеклянных и стеклокерамических конденсаторов? 51. Почему подстроечные конденсаторы не делают большой ёмкости? 52. Как зависит от частоты сопротивление реального конденсатора? 53. Что включают в маркировку конденсатора. Какие системы условных обозначений и маркировки конденсаторов вам известны? 54. Перечислите основные параметры катушек индуктивности и приведите их классификацию. 55. От чего зависит индуктивность катушки? 56. Что такое добротность катушки индуктивности? 57. Как уменьшить собственную ёмкость катушки? 58. Какие параметры катушек индуктивности ухудшаются при их экранировании? 59. Для чего применяют сердечники в катушках индуктивности? 60. Перечислите основные параметры и характеристики монтажных проводов и кабелей.

### 3.2 Тестовые задания

– Первый уровень сложности (оценивается на «удовлетворительно») А) Рассчитать энергию заряда, запасенного на обкладках конденсатора емкостью С мкФ, если напряжение на обкладках равно U В. Б) Как называют твердый диэлектрик, длительно создающий в окружающем пространстве электростатическое поле в отсутствии внешних источников за счет предварительной электризации или поляризации. Второй уровень сложности (оценивается на «хорошо») А) Принцип действия резисторов основан на: 1) использовании свойств материалов оказывать сопротивление проходящему электрическому току; 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. Б) По названию компонента в схеме «УГО радиокомпонентов» в отведённых квадратах нарисуйте условно-графическое обозначение соответствующих компонентов. Название УГО Резистор Варистор Конденсатор Катушка индуктивности Трансформатор Третий уровень сложности (оценивается на «отлично») А) Электропроводность газообразных диэлектриков обусловлена движением: a) свободных электронов b) ионов c) атомов d) дырок e) нейтронов Б) На рисунке приведена зависимость диэлектрической проницаемости от температуры. Какому типу диэлектриков соответствует кривая 1? Объясните особенности графика.

### 3.3 Темы домашних заданий

– 1. Определить сопротивление провода из алюминия длиной 500 метров и диаметром 2 мм, если удельное сопротивление алюминия 2,7 мкОм·см.

– 2. Сопротивление медной проволоки массой 103 кг равно 20 Ом. Определить диаметр и длину проволоки, если ρCu = 1,7 · 10-8 Ом·м.

– 3. Определить падение напряжения в медном проводе линии электропередач сечением 15 мм2 и длиной 500 км при температурах -30 °С, 0 °С, +30 °С, если по нему течет ток 120 А. Для справки: при Т = 20 °С удельное сопротивление меди ρCu = 1,7 · 10-8 Ом·м, температурный коэффициент удельного сопротивления меди α = 3,8 · 10-3 К-1.

– 4. Расстояние между электродами плоского вакуумного конденсатора равно 4 мм. Во сколько раз увеличится емкость конденсатора, если пространство между электродами заполнить диэлектриком, у которого при напряженности электрического поля Е = 10^5 В/м поляризованность равна 3,1•10-6 Кл/м2.

– 5. Композиционный керамический материал изготовлен на основе двух диэлектриков с диэлектрическими проницаемостями ε1 = 20 и ε2 = 60. Предполагая хаотическое распределение компонентов, определить состав керамики, если ТКε1 = 2 10-4 К-1, ТКε2 = -1,5 10-3 К-1, а ТКε смеси равен нулю. Чему равна диэлектрическая проницаемость такого материала?

Согласована на портале № 14049

– 6. Постоянная времени саморазрядки слюдяного конденсатора 185 минут. Диэлектрическая проницаемость слюды равна 6,3. Чему равно удельное объемное сопротивление слюды?

### 3.4 Темы индивидуальных заданий

– - Приведите практическую классификацию проводниковых материалов. Перечислите основные физические свойства проводников и кратко поясните их физический смысл. Для каждого из заданных проводниковых материалов (2 шт.) определить класс и привести его физические характеристики, кратко описать основные свойства материала, указать области применения.

– - Приведите практическую классификацию диэлектрических материалов. Перечислите основные физические свойства диэлектриков и кратко поясните их физический смысл. Для каждого из заданных диэлектрических материалов (2 шт.) определить класс и привести его физические характеристики, кратко описать основные свойства материала, указать области применения.

### 3.5 Темы опросов на занятиях

– 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.

– 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.

– 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. 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

– 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

Согласована на портале № 14049

– 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. Ферриты. Структурно-химический состав. Особенности свойств. Магнитотвердые материалы. Характеристики и параметры. Температурная и временная стабильность. Классификация. Технология получения. Магнитные материалы с особыми свойствами. Магнитные экраны. Магнитострикционные материалы. Магнитные материалы для запоминающих устройств. Магнитные пленки. Цилиндрические магнитные домены. Применение магнитных материалов в электронных средствах.

### 3.6 Темы контрольных работ

– 1) Проводниковые материалы и провода
– 2) Диэлектрические материалы и конденсаторы

### 3.7 Экзаменационные вопросы

– 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. 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.

### 3.8 Темы контрольных работ

– 1. Классификация радиоматериалов по основным свойствам. 2. Проводниковые материалы, сплавы и провода. 3. Решить задачу. 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).

### 3.9 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Тема: Проводниковые материалы и резисторы 1) Найти среднюю дрейфовую скорость в медном проводнике диаметром 1 мм и сопротивлением 3 Ом при напряжении 2,5 В. Для справки: концентрация электронов 10^29 м-3. 2) Определить сопротивление провода из алюминия диаметром 4 мм, если его масса 0,54 кг. Для справки: ρAl = 2,7 · 10-8 Ом·м, ρ = 2700 кг/м3. 3) Сопротивление спирали электрической лампы мощностью 100 Вт (напряжение 220 В) в накаленном состоянии в 10 раз больше, чем в холодном. Найти сопротивление в холодном состоянии и температурный коэффициент удельного сопротивления материала спирали, если температура накала 2000 °С.

Согласована на портале № 14049

### 3.10 Темы расчетных работ

– 1) Требуется рассчитать катушку заданной индуктивности L мкГн. Известен диаметр каркаса D мм, диаметр проводника d1 мм, диаметр изоляции провода d2 мм и длина намотки l мм.

– 2) Диэлектрик состоит из двух слоев различных материалов. Материал первого слоя имеет относительную диэлектрическую проницаемость ε1, удельную проводимость γ1. Материал второго слоя – соответственно ε2 и γ2, d1 и d2 – толщина первого и второго слоев диэлектрика, S – площадь электродов. Требуется: 1. Начертить два варианта схемы замещения двухслойного диэлектрика и рассчитать их параметры. 2. Рассчитать и построить графическую зависимость емкости изоляционной конструкции от частоты приложенного напряжения в диапазоне от 0 до 100 МГц.

### 3.11 Темы лабораторных работ

– Исследование характеристик резисторов постоянного сопротивления

– Исследование температурной зависимости электропроводности твердого диэлектрика

– Исследование характеристик постоянных конденсаторов при разной температуре

– Исследование влияния конструктивных и технологических факторов на параметры высокочастотных катушек индуктивности

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Сорокин В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики : [учебник для студентов вузов по направлениям "Электроника и наноэлектроника" и "Конструирование и технология электронных средств"]. [Т. 1] / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. - 1 онлайн-ресурс (442 с.): рис.- (Учебники для вузов. Специальная литература) . [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67462

2. Сорокин В. С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники : учебник для студентов вузов по направлениям "Электроника и наноэлектроника" и "Конструирование и технология электронных средств"]. [Т. 2 / В. С. Сороки, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - Изд. 2-е, испр. – СПб. [и др.] : Лань, 2016. - 1 онлайн-ресурс (377 с.): рис.- (Учебники для вузов. Специальная литература) . [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71735

### 4.2. Дополнительная литература

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

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

3. Пасынков В. В. Материалы электронной техники : учебник : [для вузов по специальностям электронной техники] / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - Изд. 3-е. - Санкт-Петербург : Лань, 2001. - 366, [1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.)

4. Конструкционные и электротехнические материалы : Учебник для техникумов / В. Н. Бородулин [и др.] ; ред. В. А. Филиков, рец. А. П. Гусев, рец. И. И. Соколова. - М. : Высшая школа, 1990. - 292[4] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

5. Головков А. А. Компьютерное моделирование и проектирование радиоэлектронных средств : [учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 210400 "Ра-диотехника" и 211000 "Конструирование и технология электронных средств"] / А. А. Го-ловков, И. Ю. Пивоваров, И. Р. Кузнецов. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2015. - 208, [1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

Согласована на портале № 14049

### 4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиоматериалы и радиокомпоненты: Методические указания по самостоятельной работе студентов / Солдатова Л. Ю. - 2012. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1489, свободный.
2. Радиоматериалы и радиокомпоненты: Методические указания и задания для проведения практических занятий по дисциплине / Солдатова Л. Ю. - 2012. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1327, свободный.
3. Материалы и компоненты электронных средств: Методические указания и задания для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов / Солдатова Л. Ю. - 2013. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2927, свободный.
4. Исследование конденсаторов постоянной емкости: Методические указания к выполнению лабораторной работы / Кузебных Н. И. - 2012. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1246, свободный.
5. Исследование резисторов постоянного сопротивления: Методические указания к выполнению лабораторной работы / Кузебных Н. И. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1245, свободный.
6. Исследование температурной стабильности диэлектрической проницаемости твердых диэлектриков: Руководство к лабораторной работе для студентов специальности 211000 Конструирование и технология электронных средств / Кузебных Н. И. - 2015. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4944, свободный.

### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. При подготовке к практическим занятиям, осуществления контроля самостоятельной работы и проведения тестирования используется сайт http://moodle.tusur.ru
2. Электронный учебный курс «Материалы и компоненты электронных средств» http://moodle.tusur.ru/course/view.php?id=117
3. Методические материалы находятся на научном образовательномпортале ТУСУР https://edu.tusur.ru/
4. Актуальную информацию о современных материалах можно найти в электронной научной библиотеке http://elibrary.ru/defaultx.asp

Согласована на портале № 14049