**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Материалы электронной техники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **2**
Семестр: **3, 4**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | 4 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 32 | | 32 | часов |
| 2 | Практические занятия | 16 | | 16 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 16 | | 16 | часов |
| 4 | Курсовая работа (проект) | | 18 | 18 | часов |
| 5 | Всего аудиторных занятий | 64 | 18 | 82 | часов |
| 6 | Из них в интерактивной форме | 20 | | 20 | часов |
| 7 | Самостоятельная работа | 44 | 54 | 98 | часов |
| 8 | Всего (без экзамена) | 108 | 72 | 180 | часов |
| 9 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | 36 | часов |
| 10 | Общая трудоемкость | 144 | 72 | 216 | часов |
| | | 4.0 | 2.0 | 6.0 | З.Е. |

Экзамен: 3 семестр
Курсовая работа (проект): 4 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 26988

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 91 от «19» 4 2018 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. ФЭ | _____ | Л. Р. Битнер |
| Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ | _____ | П. Е. Троян |

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

| | | |
|---|---|---|
| Декан ФЭТ | _____ | А. И. Воронин |
| Заведующий выпускающей каф. ФЭ | _____ | П. Е. Троян |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| Доцент кафедры физической электроники (ФЭ) | _____ | И. А. Чистоедова |
| Профессор кафедры физической электроники (ФЭ) | _____ | Т. И. Данилина |

Согласована на портале № 26988

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

формирование знаний, позволяющих ориентироваться в современном производстве полупроводниковых и микроэлектронных приборов при выборе соотвествующих материалов, анализе их свойств.

### 1.2. Задачи дисциплины

– развитие умения анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, выбирать материалы для электронных компонентов при использовании их в электронной аппаратуре.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Материалы электронной техники» (Б1.В.ОД.15) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Физика.

Последующими дисциплинами являются: Обработка результатов эксперимента, Основы технологии электронной компонентной базы, Преддипломная практика, Проектирование электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники, Технология материалов микро- и наноэлектроники, Учебно-исследовательская работа в семестре-1, Физика конденсированного состояния.

## 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;

– ПК-8 способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные классы материалов электронной техники, физические явления и процессы, протекающие в них; основные электрические, магнитные и механические свойства материалов; назначение, конструктивные особенности и технологию производства пассивных элементов электронной техники.

– **уметь** работать с информационно-справочными и поисковыми системами для поиска информации по материалам электронной техники и их свойствам, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию; решать нестандартные задачи по поиску и применению материалов для элементов и устройств электронной техники, в том числе в коллективе; обеспечивать технологическую и конструктивную реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники.

– **владеть** навыками проведения экспериментов по испытаниям материалов и изучению их свойств; навыками измерения и контроля параметров материалов и технологических процессов; основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 3 семестр | 4 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 82 | 64 | 18 |
| Лекции | 32 | 32 | |
| Практические занятия | 16 | 16 | |
| Лабораторные работы | 16 | 16 | |

Согласована на портале № 26988

| | | | |
|---|---|---|---|
| Курсовая работа (проект) | 18 | | 18 |
| Из них в интерактивной форме | 20 | 20 | |
| Самостоятельная работа (всего) | 98 | 44 | 54 |
| Выполнение расчетных работ | 10 | | 10 |
| Подготовка к контрольным работам | 2 | 2 | |
| Выполнение курсового проекта (работы) | 24 | | 24 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 11 | 11 | |
| Проработка лекционного материала | 15 | 15 | |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 20 | | 20 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 16 | 16 | |
| Всего (без экзамена) | 180 | 108 | 72 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | |
| Общая трудоемкость, ч | 216 | 144 | 72 |
| Зачетные Единицы | 6.0 | 4.0 | 2.0 |

## 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 | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Курс. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | | | | |
| 1 Строение и свойства материалов | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | ПК-8 |
| 2 Проводниковые материалы | 6 | 2 | 4 | 6 | 0 | 18 | ОПК-5, ПК-8 |
| 3 Сверхпроводники и криопроводники | 4 | 2 | 0 | 3 | 0 | 9 | ОПК-5, ПК-8 |
| 4 Диэлектрики | 10 | 8 | 8 | 16 | 0 | 42 | ОПК-5, ПК-8 |
| 5 Магнитные материалы | 6 | 4 | 4 | 11 | 0 | 25 | ОПК-5, ПК-8 |
| 6 Пассивные элементы электронной техники | 2 | 0 | 0 | 7 | 0 | 9 | ОПК-5, ПК-8 |
| Итого за семестр | 32 | 16 | 16 | 44 | 0 | 108 | |
| 4 семестр | | | | | | | |
| 7 Курсовая работа | 0 | 0 | 0 | 54 | 18 | 54 | ОПК-5, ПК-8 |
| Итого за семестр | 0 | 0 | 0 | 54 | 18 | 72 | |

Согласована на портале № 26988

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Итого | 32 | 16 | 16 | 98 | 18 | 180 | |

**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 |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Строение и свойства материалов | Основные сведения о материалах электронной и микроэлектронной техники. Роль материалов в развитии элементной базы. | 4 | ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Проводниковые материалы | Электрические свойства металлов и сплавов. Функции металлов в электротехнике, радиоэлектронике и микроэлектронике. | 4 | ОПК-5, ПК-8 |
| | Классификация проводниковых материалов. Свойства, состав, строение. | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 3 Сверхпроводники и криопроводники | Явление сверхпроводимости. Критические параметры. Обзор сверхпроводниковых материалов. Области применения. Криопроводники. | 4 | ОПК-5, ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Диэлектрики | Поляризация диэлектриков, механизмы поляризации. Параметры диэлектриков с различными механизмами поляризации. Природа электропроводности диэлектриков. Температурная зависимость электропроводности. | 4 | ОПК-5, ПК-8 |
| | Пробой диэлектриков. Диэлектрические потери. Диэлектрические полимерные материалы: особенности строения и свойства. Неорганические диэлектрики. Классификация, состав, строение, свойства и применение. | 4 | |
| | Активные диэлектрики. Классификация, свойства, применение. | 2 | |
| | Итого | 10 | |
| 5 Магнитные материалы | Классификация веществ по магнитным свойствам. Магнитные, электрические и механические свойства ферро- и ферримагнетиков. Магнитные потери. | 3 | ОПК-5, ПК-8 |
| | Магнитные материалы специального назначения. Обзор магнитомягких и магнитотвердых материалов, их свойств и области применения. | 3 | |
| | Итого | 6 | |
| 6 Пассивные элементы | Пассивные элементы электронной техники. Требо- | 2 | ОПК-5, |

Согласована на портале № 26988

| | | | |
|---|---|---|---|
| электронной техники | вания к материалам. Классификация элементов, основные параметры, маркировка. | | ПК-8 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 32 | |
| Итого | | 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 Физика | + | + | + | + | + | | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 Обработка результатов эксперимента | | + | | + | + | | |
| 2 Основы технологии электронной компонентной базы | + | + | | + | + | | |
| 3 Преддипломная практика | + | + | + | + | + | + | + |
| 4 Проектирование электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники | + | + | | + | + | | |
| 5 Технология материалов микро- и наноэлектроники | + | + | | + | | + | |
| 6 Учебно-исследовательская работа в семестре-1 | + | + | | + | + | + | |
| 7 Физика конденсированного состояния | | + | | + | + | | |

### 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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Курс. раб. (пр.) | Сам. раб. | |

Согласована на портале № 26988

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-5 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов (работ), Отчет по курсовой работе, Тест |
| ПК-8 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов (работ), Отчет по курсовой работе, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

| Методы | Интерактивные практические занятия, ч | Интерактивные лабораторные занятия, ч | Интерактивные лекции, ч | Всего, ч |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| Решение ситуационных задач | 4 | | 4 | 8 |
| Исследовательский метод | | 2 | | 2 |
| Работа в команде | 4 | | | 4 |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | | | 6 | 6 |
| Итого за семестр: | 8 | 2 | 10 | 20 |
| 4 семестр | | | | |
| Итого за семестр: | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Итого | 8 | 2 | 10 | 20 |

## 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 |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 2 Проводниковые материалы | Электрические свойства металлов и сплавов | 4 | ОПК-5, ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Диэлектрики | Электрический пробой тонкопленочных конденсаторов | 4 | ОПК-5, ПК-8 |

Согласована на портале № 26988

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Температурная зависимость электропроводности диэлектриков | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 5 Магнитные материалы | Свойства ферро и ферримагнитных материалов | 4 | ОПК-5, ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 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 |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 2 Проводниковые материалы | Электропроводность металлов и сплавов | 2 | ОПК-5, ПК-8 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Сверхпроводники и криопроводники | Сверхпроводники и криопроводники | 2 | ОПК-5, ПК-8 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Диэлектрики | Поляризация и электропроводность диэлектриков | 2 | ОПК-5, ПК-8 |
| | Пробой диэлектриков и потери в диэлектриках | 2 | |
| | Контрольная работа 1 | 2 | |
| | Коллоквиум | 2 | |
| | Итого | 8 | |
| 5 Магнитные материалы | Свойства магнитных материалов | 2 | ОПК-5, ПК-8 |
| | Контрольная работа 2 | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Строение и свойства материалов | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-8 | Защита курсовых проектов (работ), Коллоквиум, |

Согласована на портале № 26988

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Итого | 1 | | Контрольная работа, Тест |
| 2 Проводниковые материалы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-5, ПК-8 | Коллоквиум, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 1 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 3 Сверхпроводники и криопроводники | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-5, ПК-8 | Коллоквиум, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 4 Диэлектрики | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОПК-5, ПК-8 | Защита курсовых проектов (работ), Коллоквиум, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 5 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 1 | | |
| | Итого | 16 | | |
| 5 Магнитные материалы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-5, ПК-8 | Защита курсовых проектов (работ), Коллоквиум, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 11 | | |
| 6 Пассивные элементы электронной техники | Проработка лекционного материала | 7 | ОПК-5, ПК-8 | Защита курсовых проектов (работ), Контрольная работа, Тест, Экзамен |
| | Итого | 7 | | |
| Итого за семестр | | 44 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| 4 семестр | | | | |

Согласована на портале № 26988

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 Курсовая работа | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 20 | ОПК-5, ПК-8 | Защита курсовых проектов (работ), Отчет по курсовой работе, Тест |
| | Выполнение курсового проекта (работы) | 24 | | |
| | Выполнение расчетных работ | 10 | | |
| | Итого | 54 | | |
| Итого за семестр | | 54 | | |
| Итого | | 134 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

| Наименование аудиторных занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| 4 семестр | | |
| Выдача заданий по курсовой работе. Требования к содержанию и оформлению курсовой работы. | 2 | ОПК-5, ПК-8 |
| Консультация по содержанию литературного обзора. | 4 | |
| Основные этапы написания расчетной части. Консультация по расчетной части. | 4 | |
| Консультация по расчетной части. | 2 | |
| Содержание презентации и подготовка доклада. | 2 | |
| Защита курсовой работы. | 4 | |
| Итого за семестр | 18 | |

### 10.1. Темы курсовых работ (проектов)

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– Резисторы переменные и постоянные, проволочные и непроволочные. Выбор материалов и конструкции, расчет размеров.

– Конденсаторы с органическим и неорганическим диэлектриком, оксидные и вакуумные. Выбор материалов и конструкции, расчет размеров, сравнение с аналогом.

– Провода, кабели, изоляторы для воздушных линий электропередач. Выбор материалов и конструкции проводов, кабелей, изоляторов. Расчет потерь на линии в зависимости от материала и сечения проводов и передаваемого напряжения.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 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 | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|

Согласована на портале № 26988

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | конец семестра | |
| 3 семестр | | | | |
| Коллоквиум | | | 18 | 18 |
| Контрольная работа | 12 | 12 | | 24 |
| Отчет по лабораторной работе | | 8 | 8 | 16 |
| Тест | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Итого максимум за период | 16 | 24 | 30 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 16 | 40 | 70 | 100 |
| 4 семестр | | | | |
| Защита курсовых проектов (работ) | | 10 | 30 | 40 |
| Отчет по курсовой работе | 10 | 14 | 18 | 42 |
| Тест | 6 | 6 | 6 | 18 |
| Итого максимум за период | 16 | 30 | 54 | 100 |
| Нарастающим итогом | 16 | 46 | 100 | 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 | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

Согласована на портале № 26988

| | | |
|---|---|---|
| зачтено) | | |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Учебное пособие «Материалы электронной техники»: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» / Легостаев Н. С. - 2014. 239 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4291, дата обращения: 21.05.2018.
2. Л.Р.Битнер. Материалы и элементы электронной техники. Учебное пособие. - Томск: ТУСУР. 2007 - 212 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 47 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Электротехнические материалы и изделия: справочник / И.И.Алиев, С.Г.Калганова. - М.: РадиоСофт, 2005. - 350. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Л.Р.Битнер. Материалы и элементы электронной техники. Учебно-методическое пособие по аудиторным и практическим занятиям и самостоятельной работе. - Томск: Издательство ТУСУР. 2007. - 47 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
2. Л.Р.Битнер, Р.М.Капилевич. Материалы и элементы электронной техники. Методические указания к лабораторным работам. - Томск: ТУСУР. 2006. - 47 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.)
3. Р.М.Капилевич, Л.Р.Битнер. Конденсаторы и резисторы. Методическое пособие для самостоятельной работы. - Томск: ТУСУР. 2005. - 51 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 46 экз.)
4. Л.Р.Битнер, Р.М.Капилевич. Материалы и элементы электронной техники. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта. - Томск: ТУСУР. 2006. - 31 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 71 экз.)

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных IRIC (Information Resources of Inorganic Chemistry) по свойствам материалов электронной техники – http:// iric.imet-db.ru

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

#### 13.1.1. 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 количеством по-

Согласована на портале № 26988

садочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

**13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 222 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория физики конденсированного состояния и материалов электронной техники

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 119 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные макеты: «Температурные свойства ферромагнитных материалов», «Температурные свойства проводящих материалов», «Объемное и поверхностное сопротивление изоляционных материалов», «Пробой тонкопленочных конденсаторов (ТПК)», «Температурная зависимость проводимости диэлектриков», «Фотоэлектрические свойства полупроводниковых материалов», «Определение ширины запрещенной зоны полупроводников», «Определение термо-ЭДС полупроводников», «Эффект Холла», «Эффект Пельтье».

- Лабораторное оборудование и приборы: измеритель Е7-8 (2 шт.), вольтметр В7-22А (5 шт.), амперметр Ф-195, М-253 (2 шт.), источник постоянного тока Б5-47, электрометр В7Э-42, мультиметр В7-22А (2 шт.), измеритель иммитанса Е7-20, тераомметр Е6-13, печь лабораторная (2 шт.), прибор для исследования пробоя ТПК, лабораторный стенд СФП-5 (2 шт.), вольтметр В7-26, вольтметр цифровой Ф4214, вольтметр Ф238,

источник постоянного тока Б5-47, измеритель иммитанса Е7-20;

- Компьютерные лабораторные работы (4 шт.);
- ПК (4 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- Microsoft Visual Studio 2010
- PTC Mathcad13, 14
- Windows XP

**13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

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

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Согласована на портале № 26988

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 13.2. 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 зрениями** 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.

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

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

1. Анизотропия свойств наблюдается в материалах
1 поликристаллических
2 аморфных
3 монокристаллических
4 во всех перечисленных

2. При увеличении массы кристалла в 2 раза количество энергетических уровней в зоне
1 увеличивается в 2 раза
2 уменьшается в 2 раза
3 от массы не зависит

3. При увеличении температуры концентрация электронов в чистых металлах
1 увеличивается
2 уменьшается
3 не зависит от температуры

4. При повышении температуры удельное сопротивление чистых металлов

Согласована на портале № 26988

1 не изменяется
2 уменьшается
3 увеличивается

5. Из чистого металла изготовлены одинаковые по размеру слитки с различной структурой: аморфной, монокристаллической и поликристаллической. Сопротивление какого слитка будет минимальным?:
1 аморфного
2 монокристаллического
3 поликристаллического

6. Сопротивление медного провода при увеличении частоты приложенного напряжения с 50 Гц до 10 МГц
1 не изменится
2 увеличится
3 уменьшится

7. Удельное поверхностное сопротивление металлической пленки равно 6 Ом Каким будет полное сопротивление пленки длиной 6 мм и шириной 2 мм?
1 2 Ом
2 6 Ом
3 18 Ом
4 3 Ом

8. Выберите материал для изготовления нагревательного элемента для обогрева помещения
1 манганин
2 вольфрам
3 нихром
4 тантал

9. Величина удельного сопротивления в сверхпроводниковых материалах имеет порядок
1 10^25 Ом*м
2 10^-25 Ом*м
3 10^-8 Ом*м
4 10^8 Ом*м

10. Высокотемпературными сверхпроводниками называются материалы,
1 критическая температура которых более температуры жидкого азота
2 критическая температура которых менее температуры жидкого гелия
3 получаемые спеканием при высоких температурах

11. Магнитная проницаемость ферромагнетика при увеличении напряженности магнитного поля
1 возрастает
2 возрастает, затем уменьшается
3 уменьшается
4 уменьшается, затем возрастает

12. Точкой Кюри называется температура, при которой
1 ферромагнетик переходит в антиферромагн. состояние
2 ферромагнетик переходит в диамагнитное состояние
3 ферромагнетик переходит в парамагнитное состояние

13. При увеличении частоты перемагничивания

Согласована на портале № 26988

1 быстрее возрастают потери на гистерезис
2 быстрее возрастают потери на вихревые токи
3 оба вида потерь одинаково быстро растут

14. Ширина петли гистерезиса определяется
1 коэрцитивной силой
2 индукцией насыщения
3 остаточной индукцией

15. Потери на гистерезис
1 в магнитомягких материалах больше, чем в магнитотвердых
2 в магнитотвердых больше, чем в магнитомягких
3 зависят от частоты намагничивания, а не от класса материала
4 одинаковы

16. Потери на вихревые токи
1 в стальном сердечнике больше, чем в железном
2 в железном сердечнике больше, чем в стальном
3 зависят от частоты намагничивания, а не от класса материала

17. Выберите диэлектрик, диэлектрическая проницаемость которого не меняется при росте температуры
1 ионный
2 неполярный
3 полярный

18. Поляризацией диэлектрика называется
1 смещение свободных заряженных частиц
2 смещение связанных заряженных частиц
3 смещение любых заряженных частиц

19. Поверхностный ток в диэлектрике обусловлен
1 повышенной концентрацией заряженных частиц в приповерхностном слое
2 загрязнением поверхности
3 снижением напряженности электрического поля внутри диэлектрика

20. Проводимость диэлектрика при повышении температуры
1 возрастает по линейному закону
2 падает по линейному закону
3 возрастает по экспоненциальному закону
4 падает по экспоненциальному закону

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Кристаллические и аморфные материалы. Дефекты кристаллической решетки.
2. Природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов.
3. Влияние примесей на удельное сопротивление металлов. Сопротивление сплавов.
4. Сопротивление проводников на высоких частотах.
5. Сопротивление тонких пленок. Поверхностное сопротивление.
6. Материалы высокой проводимости и высокого сопротивления.
7. Припои. Материалы для термопар.
8. Неметаллические проводящие материалы.
9. Сверхпроводимость. Свойства сверхпроводников.
10. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводников.
11. Классификация материалов по магнитным свойствам.

Согласована на портале № 26988

12. Кривая намагничивания. Гистерезис. Температурная зависимость намагничива-ния.
13. Виды магнитных потерь. Способы уменьшения магнитных потерь.
14. Ферро и ферримагнетики. Сравнительная характеристика.
15. Магнитомягкие низкочастотные и магнитомягкие высокочастотные материалы.
16. Магнитотвердые материалы. Магнитострикция. Применение.
17. Классификация механизмов поляризации.
18. Полярные, неполярные, ионные диэлектрики.
19. Электропроводность диэлектриков. Сквозной и абсорбционный ток, ток утечки.
20. Электроочистка и старение диэлектриков. Объемный и поверхностный ток.
21. Температурная зависимость проводимости. Определение энергии активации.
22. Потери в диэлектриках. Тангенс угла диэлектрических потерь.
23. Виды диэлектрических потерь. Зависимость потерь от частоты и температуры.
24. Пробой диэлектриков. Особенности пробоя тонкопленочных конденсаторов.
25. Полимеры. Классификация, свойства, применение.
26. Стекла, ситаллы, керамика.
27. Сегнетоэлектрики. Свойства, применение.
28. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Электреты.
29. Параметры резисторов: номинальное сопротивление, допуск, мощность, ТКС, шумы.
30. Проволочные и непроволочные резисторы. Конструкция, достоинства, недостатки.
31. Конденсаторы с неорганическим диэлектриком: конструкция, достоинства, недостатки.
32. Конденсаторы с органическим диэлектриком: конструкция, достоинства, недостатки

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Тема: Строение и свойства материалов. Проводниковые материалы

Контрольная работа 1

1. Один спай термопары помещен в объект с Т= 100 оС, другой находится при Т= 25 оС, термоЭДС =1,6 мВ. Чему будет равна температура объекта, если термоЭДС равна минус 1 мВ ?

2. Вычислить сопротивление медного провода при постоянном напряжении и на частоте 140 МГц. Длина провода 500 м, площадь сечения 4 мм2.

3. Концентрация свободных электронов в металле равна 5 *10^22 см-3. При температуре 23 оС его удельное сопротивление равно 0,05 мкОм*м. Определите дрейфовую скорость электронов при напряженности электрического поля 2 В/м.

4. Пленочный резистор состоит из двух последовательных участков, имеющих удельные поверхностные сопротивления 4 Ом и 15 Ом. Определить полное сопротивление резистора. Размеры первого резистора: длина 5 мм, ширина 2 мм, второго: длина 8 мм, ширина 2мм.

5. Удельное сопротивление алюминия, содержащего 0,1% примеси, равно 0,028 мкОм*м. Определить удельное сопротивление, если содержание примеси в алюминии увеличить в 3 раза.

.

Тема: Диэлектрики. Магнитные материалы.

Контрольная работа 2

1 Диэлектрический образец имеет размеры: длина 4 см, ширина 2 см, высота 1 см. На торцы нанесены металлические электроды. Определить сопротивление диэлектрика между электродами. ρv = 10:10 Ом*м, ρs = 10^11 Ом .

2 Заряд на пластинах конденсатора уменьшился в четыре раза за 2 час. Определить сопротивление диэлектрика, если емкость конденсатора равна 150 мкФ.

3 Чему равна мощность потерь в диэлектрике при напряжении 20 В и частоте 1 кГц, если мощность потерь при напряжении 10 В и 3 кГц равна 150 мВт. Считать, что потери обусловлены только электропроводностью.

4 Электрическая прочность диэлектрика 5*10^7 В/м , = 4 . Площадь обкладок конденсатора 2 см2, рабочее напряжение 400 В, коэффициент запаса 7. Определить толщину диэлектрика.

5 На кольцевой сердечник (внешний диаметр 20 мм; внутренний 12 мм; высота кольца 4 мм) намотано 20 витков медного провода. При токе в обмотке 30 мА магнитная индукция в сердечнике равна 80 мТл. Определить магнитную проницаемость сердечника.

### 14.1.4. Темы коллоквиумов

Вопросы к коллоквиуму 1

Согласована на портале № 26988

Кристаллические и аморфные материалы.
Температурная зависимость удельного сопротивления металлов.
Влияние примесей на удельное сопротивление металлов.
Сопротивление проводников на высоких частотах.
Сопротивление тонких пленок. Поверхностное сопротивление.
Материалы высокой проводимости и высокого сопротивления.
Неметаллические проводящие материалы.
Сверхпроводимость. Свойства сверхпроводников. Применение сверхпроводников.
Классификация материалов по магнитным свойствам.
Температурная зависимость намагничивания.
Виды магнитных потерь. Способы уменьшения магнитных потерь.
Ферро и ферримагнетики. Сравнительная характеристика.
Магнитомягкие и магнитотвердые материалы.
.
Вопросы к коллоквиуму 2

Классификация механизмов поляризации. Полярные, неполярные, ионные диэлектрики.
Электропроводность диэлектриков. Сквозной и абсорбционный ток, ток утечки.
Электроочистка и старение диэлектриков. Объемный и поверхностный ток.
Температурная зависимость проводимости. Определение энергии активации.
Потери в диэлектриках. Тангенс угла диэлектрических потерь.
Пробой диэлектриков. Особенности пробоя тонкопленочных конденсаторов.
Полимеры. Классификация, свойства, применение.
Стекла, ситаллы, керамика.
Активные диэлектрики: сегнетоэлектрики, пьезо- и пироэлектрики, электреты. Свойства, применение.
Проволочные и непроволочные резисторы. Конструкция, достоинства, недостатки.
Конденсаторы с неорганическим диэлектриком: конструкция, достоинства, недостатки.
Конденсаторы с органическим диэлектриком: конструкция, достоинства, недостатки

### 14.1.5. Темы лабораторных работ

Электрические свойства металлов и сплавов
Электрический пробой тонкопленочных конденсаторов
Температурная зависимость электропроводности диэлектриков
Свойства ферро и ферримагнитных материалов

### 14.1.6. Темы курсовых проектов (работ)

1. Высокоомный пленочный резистор.
Исходные данные:
• Сопротивление 400 МОм.
• Мощность рассеяния 0,25 Вт.

2. Высоковольтный резистор.
Исходные данные:
• Номинальное сопротивление резистора 10 ГОм.
• Рабочее напряжение 20 кВ

3. Проволочный переменный резистор
Исходные данные:
• Номинальное сопротивление резистора 20 Ом.
• ТКС < 0,001 К-1.
• Мощность рассеяния 5 Вт.

4. Непроволочный переменный резистор.

Согласована на портале № 26988

Исходные данные:
• Номинальное сопротивление резистора 800 Ом.
• ТКС < 0,001 К-1.
• Мощность рассеяния 2 Вт.

5. Высокочастотный резистор.
Исходные данные:
• Сопротивление 500 Ом.
• Мощность рассеяния 2 Вт.

6. Высокоомный резистор.
Исходные данные:
• Номинальное сопротивление резистора 1 ГОм.
• Рабочее напряжение 10 кВ

7. Проволочный резистор.
Исходные данные:
• Сопротивление 50 Ом.
• Температурный коэффициент сопротивления не более 5*10^-4 1/K .
• Мощность рассеяния 50 Вт.

8. Электролитический алюминиевый конденсатор.
Исходные данные:
• Номинальное напряжение 100 В.
• Емкость 10 мФ.

9. Слюдяной конденсатор.
Исходные данные:
• Емкость 4000 пФ.
• Номинальное напряжение 500 В.
• Температура окружающей среды 45 - 50 С.

10. Оксидный объемно-пористый конденсатор.
Исходные данные:
• Номинальное напряжение 10 В.
• Емкость 3 мФ.

11. Пленочный конденсатор.
Исходные данные:
• Емкость 2,2 мкФ.
• Номинальное напряжение 50 В.
• рабочая температура 200оС.
• тангенс угла диэл. потерь не более 0,001.

12. Металлопленочный конденсатор.
Исходные данные:
• Емкость 10 мкФ.
• Номинальное напряжение 4 кВ.

13. Многослойный керамический конденсатор.
Исходные данные:
• Емкость 200 нФ.
• Номинальное напряжение 25 В.

Согласована на портале № 26988

14. Силовой конденсатор.
Исходные данные:
• Емкость 4 мкФ.
• Номинальное напряжение 600 В.
• Реактивная мощность 50 кВар
• Частота 50 кГц

15. Металлобумажный конденсатор.
Исходные данные:
• Номинальное напряжение 200 В.
• Емкость 4,7 мкФ.

16. Вакуумный конденсатор.
Исходные данные:
• Номинальное напряжение 3кВ.
• Емкость 100 пФ.

17. Газонаполненный конденсатор.
Исходные данные:
• Номинальное напряжение 10кВ.
• Емкость 1000 пФ.

18. Воздушная линия электропередачи.
Исходные данные:
• Длина двухпроводной воздушной линии 22 км.
• Передаваемая мощность 1200 кВт.
• Напряжение 35 кВ

19. Воздушная линия электропередачи.
Исходные данные:
• Длина двухпроводной воздушной линии 580 км.
• Передаваемая мощность 10 МВт.
• Потери по мощности не более 5 %.

20. Воздушная линия электропередачи.
Исходные данные:
• Длина двухпроводной воздушной линии 3 км.
• Передаваемая мощность 100 кВт.
• Потери по мощности не более 2 %.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – 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) |

Согласована на портале № 26988

| | | |
|---|---|---|
| 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 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 № 26988