

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материалы электронной техники

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

Профиль: **Промышленная электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 26 | 26 | часов |
| 2 | Практические занятия | 12 | 12 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 54 | 54 | часов |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 12 | 12 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 54 | 54 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4 | 4 | З.Е |

Экзамен: 3 семестр

Томск 2016

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент кафедры ФЭ _____ Битнер Л. Р.

Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ _____ Троян П. Е.

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

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф. ПрЭ _____ Михальченко С. Г.

Эксперты:

Председатель методической комиссии
кафедры ФЭ _____ Чистоедова И. А.

Председатель методической комиссии
кафедры ПрЭ _____ Легостаев Н. С.

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины - формирование знаний, позволяющих ориентироваться в современном производстве электронных приборов при выборе соответствующих материалов, анализе их свойств.

1.2. Задачи дисциплины

- Формирование представлений о процессах и явлениях, происходящих в материалах под действием электромагнитного поля, температуры и других внешних воздействий;
- 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. Дисциплины (модули)) Б1. Дисциплины (модули) профессионального цикла обязательных дисциплин.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Информационные технологии, Математика, Физика, Физика конденсированного состояния.

Последующими дисциплинами являются: Магнитные элементы электронных устройств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
- ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины студент 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; современные тенденции развития электроники.
- **уметь** работать с информационно-справочными и поисковыми системами для поиска информации по материалам электронной техники и их свойствам; производить расчеты параметров элементов электронной техники с учетом свойств материалов; решать нестандартные задачи по поиску и применению материалов для элементов и устройств электронной техники.
- **владеть** навыками измерения и контроля параметров материалов; основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы и представлена в таблице

4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 26 | 26 | часов |
| 2 | Практические занятия | 12 | 12 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 54 | 54 | часов |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 12 | 12 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 54 | 54 | часов |

| | | | | |
|---|-----------------------------|-----|-----|-------|
| 7 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4 | 4 | 3.Е |

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 |
|---|--|--------|----------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 | Строение и свойства материалов | 4 | 2 | 0 | 5 | 11 | ОПК-2, ОПК-7 |
| 2 | Проводниковые материалы | 4 | 4 | 4 | 13 | 25 | ОПК-2, ОПК-7 |
| 3 | Сверхпроводники и криопроводники | 2 | 0 | 0 | 4 | 6 | ОПК-2, ОПК-7 |
| 4 | Магнитные материалы | 4 | 2 | 4 | 11 | 21 | ОПК-2, ОПК-7 |
| 5 | Диэлектрики | 8 | 4 | 8 | 16 | 36 | ОПК-2, ОПК-7 |
| 6 | Пассивные элементы электронной техники | 4 | 0 | 0 | 5 | 9 | ОПК-2 |
| | Итого | 26 | 12 | 16 | 54 | 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 (час.) | Формируемые компетенции |
|----------------------------------|--|---------------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | |
| 1 Строение и свойства материалов | Основные сведения о материалах электронной и микронэлектронной техники. Функциональные и технологические свойства. Роль материалов в развитии элементной базы. | 4 | ОПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Проводниковые материалы | Электрические свойства металлов и | 4 | ОПК-2, |

| | | | |
|--|---|----|--------------|
| | сплавов. Функции металлов в электротехнике, радиоэлектронике и микроэлектронике. Классификация проводниковых материалов. Свойства, состав, применение. | | ОПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Сверхпроводники и криопроводники | Явление сверхпроводимости. Критические параметры. Обзор сверхпроводниковых материалов. Области применения. Криопроводники. Применение. | 2 | ОПК-2, ОПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Магнитные материалы | Классификация веществ по магнитным свойствам. Магнитные, электрические и механические свойства ферро и ферримагнетиков. Магнитные потери. Магнитные материалы специального назначения. Обзор магнитомягких и магнитотвердых материалов, их свойств и области применения. | 4 | ОПК-2, ОПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Диэлектрики | Поляризация диэлектриков. Параметры диэлектриков с различными механизмами поляризации. Природа электропроводности диэлектриков. Температурная зависимость электропроводности. Пробой диэлектриков. Диэлектрические потери. Диэлектрические полимерные материалы: особенности строения и свойства. Неорганические диэлектрики. Классификация, состав, строение, свойства и применение. | 8 | ОПК-2, ОПК-7 |
| | Итого | 8 | |
| 6 Пассивные элементы электронной техники | Пассивные элементы электронной техники. Требования к материалам. Классификация элементов, основные параметры, маркировка. | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 26 | |

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 |
| | | | | | | | |

| Предшествующие дисциплины | | | | | | | |
|---------------------------|--|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Информационные технологии | | + | | + | + | |
| 2 | Математика | | + | + | + | + | + |
| 3 | Физика | + | + | + | + | + | + |
| 4 | Физика конденсированного состояния | + | + | + | + | + | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 | Магнитные элементы электронных устройств | | | | + | | |

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 | | | |
|-------------|--------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| ОПК-2 | + | + | + | + |
| ОПК-7 | + | + | + | + |

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лабораторные занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|--|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------|
| Презентации с использованием мультимедиа с обсуждением | | | 2 | 2 |
| Мозговой штурм | 1 | | 2 | 3 |
| Решение ситуационных задач | 1 | | 2 | 3 |
| Работа в команде | | 4 | | 4 |
| Итого | 2 | 4 | 6 | 12 |

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов | Содержание лабораторных работ | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|---------------------------|--|---------------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | |
| 2 Проводниковые материалы | Электрические свойства металлов и сплавов. | 4 | ОПК-2, ОПК-7 |
| | Итого | 4 | |

| | | | |
|-----------------------|--|----|--------------|
| 4 Магнитные материалы | Свойства ферро и ферромагнетиков. | 4 | ОПК-2, ОПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Диэлектрики | Электрический пробой тонкопленочных конденсаторов. | 4 | ОПК-2, ОПК-7 |
| | Температурная зависимость электропроводности твердых диэлектриков. | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических работ | Трудо-емкость (час.) | Формируемые компетенции |
|----------------------------------|--|----------------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | |
| 1 Строение и свойства материалов | Основные сведения о материалах электронной и микроэлектронной техники. Особенности решения инженерных задач. | 2 | ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Проводниковые материалы | Электрические свойства металлов и сплавов. | 4 | ОПК-2, ОПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Магнитные материалы | Магнитные и электрические свойства ферро и ферромагнетиков. Магнитные потери. | 2 | ОПК-2, ОПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Диэлектрики | Поляризация и электропроводность диэлектриков. Пробой и диэлектрические потери. Поверхностное сопротивление. | 4 | ОПК-2, ОПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 12 | |

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 | Трудо-емкость (час.) | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|----------------------------------|---|----------------------|-------------------------|--|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Строение и свойства материалов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ОПК-2, ОПК-7 | Коллоквиум, Опрос на занятиях, Тест, Контрольная работа, |

| | | | | |
|--|---|----|--------------|--|
| | Проработка лекционного материала | 1 | | Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 2 Проводниковые материалы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОПК-2, ОПК-7 | Опрос на занятиях, Контрольная работа, Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 13 | | |
| 3 Сверхпроводники и криопроводники | Проработка лекционного материала | 4 | ОПК-2, ОПК-7 | Опрос на занятиях, Тест, Экзамен |
| | Итого | 4 | | |
| 4 Магнитные материалы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ОПК-2, ОПК-7 | Коллоквиум, Опрос на занятиях, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 11 | | |
| 5 Диэлектрики | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ОПК-2, ОПК-7 | Коллоквиум, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Контрольная работа, Экзамен, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 16 | | |
| 6 Пассивные элементы электронной техники | Проработка лекционного материала | 5 | ОПК-2 | Коллоквиум, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен |
| | Итого | 5 | | |
| Итого за семестр | | 54 | | |
| | Подготовка к экзамену | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 90 | | |

10. Курсовая работа

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 |
|-------------------------------|--|---|---|------------------|
| 3 семестр | | | | |
| Коллоквиум | | 10 | 10 | 20 |
| Контрольная работа | 10 | 10 | | 20 |
| Опрос на занятиях | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Отчет по лабораторной работе | | 6 | 6 | 12 |
| Тест | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 16 | 48 | 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) |
| 65 - 69 | | |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 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. Н.С.Легостаев. Материалы электронной техники. Учебное пособие. - Томск: Эль Контент, 2012. - 184 с. [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/met_grif_u.zip

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-методическое пособие и программное обеспечение

1. Л.Р.Битнер. Материалы и элементы электронной техники. Учебное пособие. – Томск: ТУСУР. 2007 – 212 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 47 экз.)
2. 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.)
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. Методические указания к лабораторным работам. - Томск: ТУСУР. 2006. - 47 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.)
5. MathCad – для выполнения расчетно-графических работ;
6. Microsoft Office Excel – для обработки экспериментальных данных.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые 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

Измерительное и технологическое оборудование для выполнения лабораторных работ:

- терраомметр;
 - приборы для измерения индуктивности, емкости, сопротивления, температуры;
 - оптические микроскопы;
 - измерительный комплекс для исследования пробоя диэлектриков;
 - лабораторные печи;
 - персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Интернет;
- Аудитории, оборудованные для проведения лекционных и практических занятий:
- персональный компьютер;
 - проектор;
 - плазменная панель.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

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 электронной техники

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Профиль: **Промышленная электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

– доцент кафедры ФЭ Битнер Л. Р.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2016

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины 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 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-7 | способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности | Должен знать современные тенденции развития электроники и влияние материалов и их свойств на успешность этого процесса. Должен уметь работать с информационно-справочными и поисковыми системами для поиска информации по материалам электронной техники и их свойствам. Должен владеть навыками работы с современными информационными технологиями. |
| ОПК-2 | способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат | 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. Должен уметь производить расчеты параметров элементов электронной техники с учетом свойств материалов; решать нестандартные задачи по поиску и применению материалов для элементов и устройств электронной техники. Должен владеть навыками измерения и контроля параметров материалов, основными приемами обработки и представления экспериментальных данных. |

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 | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия |

| | | | |
|---------------------------------------|---|--|--|
| | изучаемой области с пониманием границ применимости | творческих решений, абстрагирования проблем | 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 |

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-7

ОПК-7: способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

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 | современные тенденции развития электроники и влияние материалов и их свойств на успешность этого процесса | работать с информационно-справочными и поисковыми системами для поиска информации по материалам электронной техники и их свойствам | навыками работы с современными информационными технологиями |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Экзамен; |

| | | | |
|--|---|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Коллоквиум; • Тест; • Экзамен | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Коллоквиум; • Тест; • Экзамен | <ul style="list-style-type: none"> • Коллоквиум; • 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) | <ul style="list-style-type: none"> • знает современное состояние материаловедения в электронике: достижения и тенденции развития | <ul style="list-style-type: none"> • свободно владеет различными методами поиска информации о современных тенденциях развития электроники | <ul style="list-style-type: none"> • владеет математическим аппаратом и программными средствами обработки данных; • способен организовать работу команды и критически оценить ее результаты |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • знает основные достижения в области материаловедения и проблемы, требующие решения | <ul style="list-style-type: none"> • владеет различными методами информационного поиска | <ul style="list-style-type: none"> • владеет программными средствами обработки данных |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • имеет общее представление о современном уровне и тенденциях развития материаловедения в электронике | <ul style="list-style-type: none"> • способен найти конкретную информацию | <ul style="list-style-type: none"> • при решении задачи применяет методы и программные средства, указанные руководителем |

2.2 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|-------------------|---|--|---|
| Содержание этапов | основные классы материалов электронной, микро- и нанoeлектронной техники и их свойства, а также назначение, конструктивные особенности и технологию изготовления пассивных элементов электронной техники. | производить расчеты параметров элементов электронной техники с учетом свойств материалов, решать нестандартные задачи по поиску и применению материалов для элементов и устройств электронной техники. | навыками измерения и контроля параметров материалов, основными приемами обработки и представления экспериментальных данных. |

| | | | |
|----------------------------------|--|--|---|
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Расчетная работа; • Коллоквиум; • Тест; • Экзамен | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Расчетная работа; • Коллоквиум; • Тест; • Экзамен | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Экзамен; • Расчетная работа; • Коллоквиум; • Экзамен |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|-------------------------------|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • знает основные классы материалов, их свойства и назначение; • анализирует связи между различными физическими понятиями; • аргументирует выбор метода решения задачи | <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование; • свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях | <ul style="list-style-type: none"> • способен разработать план эксперимента и организовать работу команды; • критически осмысливает полученные результаты; • свободно владеет различными приемами обработки и представления информации |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • знает основные классы материалов, их свойства и назначение; • имеет представление о физических явлениях и процессах; • составляет план решения задачи | <ul style="list-style-type: none"> • применяет известные методы решения задач в незнакомых ситуациях; • умеет сформулировать требования к оборудованию для выполнения эксперимента | <ul style="list-style-type: none"> • способен организовать работу команды; • владеет основными приемами обработки и представления информации |
| Удовлетворительно (пороговый) | <ul style="list-style-type: none"> • дает определения основных понятий; | <ul style="list-style-type: none"> • умеет решать типовые задачи; | <ul style="list-style-type: none"> • владеет терминологией в |

| | | | |
|----------|---|--|---|
| уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • воспроизводит основные физические факты, идеи; • знает основные методы решения типовых задач | <ul style="list-style-type: none"> • использует приборы, указанные в описании лабораторной работы | предметной области знания; <ul style="list-style-type: none"> • работает с оборудованием в стандартных ситуациях |
|----------|---|--|---|

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 Тестовые задания

Тесты по разделам:

- строение и свойства материалов;
- проводниковые материалы;
- сверхпроводники и криопроводники;
- диэлектрики;
- магнитные материалы;
- пассивные элементы электронной техники.

Пример тестового задания:

- 1 В каких материалах наблюдается анизотропия свойств?
- 2 Как изменится количество энергетических уровней в зоне при увеличении массы кристалла в 2 раза?
- 3 Как изменится концентрация свободных электронов в чистых металлах при увеличении температуры?
- 4 Как изменится удельное сопротивление чистых металлов при повышении температуры?
- 5 Из чистого металла изготовлены одинаковые по размеру слитки с различной структурой: аморфной, монокристаллической и поликристаллической. Сопротивление какого слитка будет минимальным?

3.2 Темы коллоквиумов

- 1. Проводники, сверхпроводники и магнитные материалы.
- 2. Диэлектрические материалы. Пассивные элементы электронной техники.

3.3 Темы опросов на занятиях

- Основные сведения о материалах электронной и микроэлектронной техники. Функциональные и технологические свойства. Роль материалов в развитии элементной базы.
- Пассивные элементы электронной техники. Требования к материалам. Классификация элементов, основные параметры, маркировка.
- Явление сверхпроводимости. Критические параметры. Обзор сверхпроводниковых материалов. Области применения. Криопроводники. Применение.

3.4 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. Припой. Материалы для термопар.
- 8. Неметаллические проводящие материалы.
- 9. Сверхпроводимость. Свойства сверхпроводников.

- 10. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводников.
- 11. Классификация материалов по магнитным свойствам.
- 12. Кривая намагничивания. Гистерезис. Температурная зависимость намагничивания.
- 13. Виды магнитных потерь. Способы уменьшения магнитных потерь.
- 14. Ферро и ферромагнетики. 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. Перспективные материалы электронной техники.
- 30. Параметры резисторов: номинальное сопротивление, допуск, мощность, ТКС, шумы.
- 31. Проволочные и непроволочные резисторы. Конструкция, достоинства, недостатки.
- 32. Конденсаторы с неорганическим диэлектриком: конструкция, достоинства, недостатки.
- 33. Конденсаторы с органическим диэлектриком: конструкция, достоинства, недостатки.

3.5 Темы контрольных работ

- Тема: Проводниковые и магнитные материалы.

Контрольная работа 1 (Пример задания.)

1. Один спай термопары помещен в печь с $T = 80 \text{ }^\circ\text{C}$, другой находится при $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, термоЭДС 1,2 мВ. Чему будет равна температура в печи, если термоЭДС равна 5,2 мВ ?
2. Вычислить сопротивление медного провода на частоте 140 МГц. Длина провода 20 м, диаметр 4 мм.
3. Концентрация свободных электронов в металле равна $8 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-3}$. При температуре $23 \text{ }^\circ\text{C}$ его удельное сопротивление равно 0,1 мкОм*м. Определите дрейфовую скорость электронов при напряженности электрического поля 2 В/м.
4. Пленочный резистор состоит из двух участков, имеющих удельные поверхностные сопротивления $S_1 = 4 \text{ Ом}$, $S_2 = 15 \text{ Ом}$. Размеры приведены на рисунке. Определить полное сопротивление резистора.
5. Удельное сопротивление алюминия, содержащего 0,2% примеси, равно 0,030 мкОм*м. Определить удельное сопротивление, если содержание примеси в алюминии уменьшить в 2 раза.
6. Определить плотность (массу 1м³) металла, который имеет объемно-центрированную кубическую решетку. Постоянная решетки 0,36 нм. Атомная масса металла 98.

- Тема: Диэлектрические материалы

Контрольная работа 2 (Пример задания.)

- 1 Мощность потерь при напряжении 10 В и частоте 2МГц равна 200 мВт. Чему равна мощность потерь в диэлектрике при напряжении 20В и частоте 10МГц, если считать, что потери обусловлены только электропроводностью.
- 2 Диэлектрик с $\epsilon = 12$ представляет смесь двух компонентов с $\epsilon_1 = 3$ и $\epsilon_2 = 21$. Каким должно быть соотношение компонентов?
- 3 Заряд на пластинах конденсатора уменьшился на 20% за 4 минуты. Определить

сопротивление диэлектрика, если емкость конденсатора равна 50 мкФ.

4 Определить заряд на поверхности диэлектрика. Толщина диэлектрика 2 мм, $\varepsilon = 2,6$ и напряжение на обкладках 100 В. 5 Электрическая прочность диэлектрика $5 \cdot 10^7$ В/м, $\varepsilon = 4$. Площадь обкладок конденсатора 2 см², рабочее напряжение 400 В, коэффициент запаса 4. Определить толщину диэлектрика.

3.6 Темы расчетных работ

– Тема: Резисторы Пример задания. Выбрать материалы и рассчитать размеры проволочного резистора с номинальным сопротивлением 220 кОм и мощностью 10 Вт.

– Тема: Конденсаторы Пример задания. Выбрать материалы и рассчитать размеры пленочного резистора с емкостью 2 мкФ и рабочим напряжением 400 В.

3.7 Темы лабораторных работ

- Электрические свойства металлов и сплавов.
- Свойства ферро и ферромагнетиков.
- Температурная зависимость электропроводности твердых диэлектриков.
- Электрический пробой тонкопленочных конденсаторов.

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 формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Н.С.Легостаев. Материалы электронной техники. Учебное пособие. - Томск: Эль Контент, 2012. - 184 с. [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/met_grif_u.zip

4.2. Дополнительная литература

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

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Л.Р.Битнер. Материалы и элементы электронной техники. Учебное пособие. – Томск: ТУСУР. 2007 – 212 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 47 экз.)

2. 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.)

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. Методические указания к лабораторным работам.- Томск: ТУСУР. 2006. - 47 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.)

5. MathCad – для выполнения расчетно-графических работ;

6. Microsoft Office Excel – для обработки экспериментальных данных. [Электронный ресурс]. -

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

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