

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 микроэлектронной 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](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"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Коллоквиум;</li> <li>• Тест;</li> <li>• Экзамен</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Коллоквиум;</li> <li>• Тест;</li> <li>• Экзамен</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Коллоквиум;</li> <li>• Экзамен</li> </ul>
--	---	---	--

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

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

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

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

### **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  $0,1 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$ . Определите дрейфовую скорость электронов при напряженности электрического поля  $2 \text{ В/м}$ .
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  $0,030 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$ . Определить удельное сопротивление, если содержание примеси в алюминии уменьшить в 2 раза.
6. Определить плотность (массу  $1 \text{ м}^3$ ) металла, который имеет объемно-центрированную кубическую решетку. Постоянная решетки  $0,36 \text{ нм}$ . Атомная масса металла 98.

- Тема: Диэлектрические материалы

Контрольная работа 2 (Пример задания.)

- 1 Мощность потерь при напряжении 10 В и частоте 2 МГц равна 200 мВт. Чему равна мощность потерь в диэлектрике при напряжении 20 В и частоте 10 МГц, 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 см<sup>2</sup>, 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 ферримагнетиков.
- 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](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>